



Département AgroBiosciences et Chimie

Rue Paul Pastur, 11 – BP 7800 Ath

☎ : +32 (0)68 26 46 61 📠 : +32 (0)68 26 46 62

@ : info.abc.ath@condorcet.be

www.condorcet.be

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 ?

Travail de fin d'études présenté par

OPHELIA NOËL

en vue de l'obtention du grade académique

de Master en Sciences de l'ingénieur industriel en agronomie

Orientation : Environnement

Option : Environnement

Promoteur(s) : M. Christophe Bauffe

Maître de TFE : M. Gérard Jadoul

« Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de la HEPH Condorcet, Ath. »

« Le présent document n'engage que son auteur. »

Référence : 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.

Résumé

Les écosystèmes forestiers accomplissent de nombreux services mais sont aujourd'hui fragilisés en raison de l'uniformité de leur structure et de leur composition et des bouleversements dus au changement climatique. En conséquence, Nassonia, projet de co-gestion de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr par la Wallonie et la Fondation Pairi Daiza, vise à augmenter la résilience forestière en proposant une gestion innovante et participative des espèces et habitats naturels présents dans la forêt de 1645 hectares. Ce travail s'inscrit dans le projet et a pour objectif de proposer des pistes de gestion propres aux forêts de pentes, éboulis ou ravins (9180*) et aux forêts alluviales (91E0*) dans le but d'assurer leur maintien, leur réhabilitation et leur développement sur le long terme. Pour ce faire, l'état de conservation de ces deux habitats prioritaires a été évalué au temps 0 du projet et les zones potentielles d'habitat ont été identifiées. L'état de conservation s'est avéré être « altéré » pour les deux milieux et la détermination de zones d'habitats potentiels permet d'envisager une augmentation de leur surface de 23,5 hectares pour les forêts de pentes et de 5,8 hectares pour les forêts alluviales, contribuant ainsi à leur préservation. À partir de ces résultats, plusieurs propositions de gestion ont pu être formulées en fonction des types de forêts (mise en réserve, clôtures de régénération, plantations-test sous clôtures, etc.).

Mots-clés : Forêts, Habitats naturels, Natura 2000, Gestion forestière, Résilience, État de conservation, Habitat potentiel

Abstract

Forest ecosystems provide many services but are currently weakened due to their uniform structure and composition and the disruption caused by climate change. Accordingly, Nassonia, a co-management project of the state forest of Saint-Michel Freyr by Wallonia and the Pairi Daiza Foundation, aims to increase forest resilience by proposing an innovative and participative management of the species and natural habitats existing in the 1645 hectare forest. This work is part of the project and its objective is to propose management options for slopes, screes or ravines forests (9180*) and alluvial forests (91E0*) in order to ensure their maintenance, rehabilitation and development over the long term. To do this, the conservation status of these two priority habitats was evaluated, at time 0 of the project, and potential habitat areas were identified. The state of conservation turned out to be "altered" for both habitats, and the identification of zones of potential habitat allows to envisage an increase in their surface of 23.5 hectares for the slope forests and 5.8 hectares for the alluvial forests, thus contributing to their preservation. Based on these results, several management proposals could be formulated according to forest types (natural reserve, regeneration fences, test-planting under fences, etc.).

Keywords : Forests, Natural habitats, Natura 2000, Forest management, Resilience, Conservation status, Potential habitat

Table des matières

Liste des figures	i
Liste des tableaux	ii
Liste des abréviations.....	iii
Glossaire.....	iv
PARTIE I. Introduction	1
I.1. Introduction contextuelle	1
I.1.1. Objectifs de l'étude	2
PARTIE II. État de l'art.....	3
II.1. Concepts clés de l'étude	3
II.1.1. Adaptation des forêts aux changements climatiques	3
II.1.2. Politiques et lois régissant la gestion des forêts en Wallonie	4
II.1.3. Habitats d'intérêt communautaire et état de conservation.....	6
II.1.4. Habitats génériques et leurs sous-unités élémentaires étudiés et présents dans la zone d'étude.....	9
II.1.4. Végétation Naturelle Potentielle (PNV)	11
PARTIE III. Contexte de l'étude	12
III.1. Nassonia : site d'étude.....	12
III.1.1. Localisation et limites	12
III.1.2. Gestion forestière	12
III.1.3. Caractéristiques écologiques du site	13
III.1.4. Occupation des sols	15
III.1.5. Conservation de la nature.....	17
PARTIE IV. : Méthodologie.....	19
IV.1. État de conservation.....	19
IV.1.1. Méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats Natura 2000 : de l'échelle biogéographique à celle du site	19
IV.1.2. Choix des différents paramètres permettant l'évaluation de l'état de conservation pour Nassonia	20
IV.1.3. Méthodologie applicable pour les habitats prioritaires tourbeux et les nardaies..	27
IV.1.4. Protocole.....	28
IV.1.5. Collecte des données.....	30
IV.1.6. Traitement des données.....	31
IV.2. Habitats potentiels	31
IV.2.1. Sélection des sources de données.....	32
IV.2.2. Modélisation de la distribution spatiale	33
IV.2.3. Étude écologique du milieu	34
IV.2.4. Vérification sur le terrain.....	34

IV.2.5. Confrontation des données	35
PARTIE V. Résultats.....	36
V.1. Etat de conservation	36
V.1.1. Note d'état de conservation de l'habitat au niveau de la zone d'étude.....	36
V.2. Habitats potentiels	48
V.2.1. Modélisation cartographique	48
V.2.2. Zonage des entités d'habitats potentiels	49
PARTIE VI. Discussion et réflexions	57
VI.1. Retour d'expérience sur les méthodologies appliquées	57
VI.1.1. Évaluation de l'état de conservation	57
VI.1.2. Zonage des habitats potentiels.....	58
VI.2. Pistes de réflexion pour la gestion des milieux étudiés	59
VI.2.1. Forêts de pentes, éboulis ou ravins (habitat 9180)	59
VI.2.2. Forêts alluviales (habitat 91E0)	64
VI.2.3. Clôtures et naturalité	67
VI.3. Synthèse des mesures	68
VI.4. Perspectives	69
PARTIE VII. Conclusion et perspectives.....	70
PARTIE VIII. Bibliographie	72
PARTIE IX. Annexes	79

Liste des figures

Figure 1 : Cartographie du réseau Natura 2000 en Wallonie ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : WalOnMap, Ecofirst scrl)	6
Figure 2 : Relations dynamiques entre l'état de conservation et les facteurs qui l'influence (Carnino, 2009)	8
Figure 3 : Localisation des limites du projet Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl).....	12
Figure 4 : Réseau hydrographique du site ; Auteur : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl)	14
Figure 5 : Types de peuplements présents dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl).....	15
Figure 6 : Zones de hêtraies dépérissantes dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl).....	16
Figure 7 : Réserves présentes dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl)	17
Figure 8 : Unités de gestion présentes dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl).....	18
Figure 9 : Axe de correspondance note/état de conservation (Carnino, 2009).....	21
Figure 10 : Régénération importante du charme (<i>Carpinus betulus</i>) (Noël Ophelia, avril 2021)	25
Figure 11 : Arbre d'intérêt biologique (chandelle, champignons, bois nu carié, cavités, etc.) (Noël Ophelia, avril 2021).....	26
Figure 12 : Schéma conceptuel de la méthode PNV et comment associer des données (source : UICN)	33
Figure 13 : Bois mort dans une érablière de ravin (Noël Ophelia, avril 2021)	37
Figure 14 : Pourcentage de recouvrement par stade de régénération et par essences pour l'habitat 9180.....	38
Figure 15 : graphique radar pour l'habitat 9180	40
Figure 16 : État de conservation l'habitat 9180	40
Figure 17 : Illustration de l'effet intervalle de confiance sur la précision de l'évaluation sur l'indicateur « bois mort ».....	40
Figure 18 : Espèces caractéristiques de forêts anciennes (de gauche à droite et de haut en bas : oxalis des bois, laiche des bois et laiche à épis espacés (<i>Carex sylvatica</i> et <i>Carex remota</i>), lamier jaune (<i>Lamium galeobdolon</i>), aspérule odorante (<i>Galium odoratum</i>) (Noël Ophelia, mai 2021)	41
Figure 19 : Pourcentage de recouvrement par stade de régénération et par essences pour l'habitat 91E0.....	43
Figure 20 : Chalarose du frêne (<i>Chalara fraxinea</i>) (Noël Ophelia, avril 2021).....	44
Figure 21 : Graphique radar pour l'habitat 91E0	45
Figure 22 : État de conservation l'habitat 91E0.....	45
Figure 23 : Répartition potentielle de l'habitat 9180 en fonction des types de sols marginaux de la zone d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	48
Figure 24 : Répartition potentielle de l'habitat 91E0 en fonction des types de sols marginaux de la zone d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	49
Figure 25 : Conditions stationnelles de l'habitat 9180 dans la forêt de Saint-Michel-Freyr ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : Walonmap, Ecofirst scrl)	50

Figure 26 : Habitats potentiels des forêts de pentes, éboulis et ravins ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	52
Figure 27 : A gauche : régénération importante de l'érable sycomore. A droite : profils « typiques » d'érablières de ravins (amas de blocs instables, trouée dans le peuplement) (Noël Ophelia, mai 2021)	53
Figure 28 : Conditions stationnelles de l'habitat 91E0 dans la forêt de Saint-Michel-Freyr ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : Walonmap, Ecofirst scrl)	54
Figure 29 : Habitats potentiels des forêts alluviales ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	56
Figure 30 : A gauche : zone d'habitat 91E0 à potentiel élevé à l'intersection entre le ruisseau d'Abani et la Masblette, profil assez « typique » d'une forêt alluviale. A droite : zone d'habitat 91E0 à potentiel élevé le long de la Masblette, dominée par la régénération du hêtre (Ophelia Noël, mai 2021).....	56
Figure 31 : Pourcentage de recouvrement de la strate arborée de l'habitat 9180 en fonction des essences	61
Figure 32 : Situation de l'habitat/habitat potentiel 9180 par rapport aux zones résineuses du site d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : Ecofirst scrl, Claes (2019))	62
Figure 33 : Situation de l'habitat/habitat potentiel 9180 par rapport aux zones de hêtraies déperissantes du site d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, Claes (2019))	63
Figure 34 : Pourcentage de recouvrement de la strate arborée de l'habitat 91E0 en fonction des essences	65
Figure 35 : Situation de l'habitat/habitat potentiel 91E0 par rapport aux zones de hêtraies déperissantes et aux zones résineuses du site d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : Habitats Natura 2000 étudiés et typologies WalEUNIS et CORINE biotopes correspondantes (source : Delescaille et al., 2021)	9
Tableau 2 : Moyenne des principaux indicateurs climatiques pour les zones bioclimatiques étudiées (Van der Perre et al., 2015).....	14
Tableau 3 : Caractéristiques de la maille et des placettes d'échantillonnage	29
Tableau 4 : Taux de sondage pour les différentes placettes échantillonnées	29
Tableau 5 : Données sélectionnées pour évaluer la répartition spatiale des habitats de Nassonia	32
Tableau 6 : Surface des relevés en fonction du type de formation végétale (Clair et al., 2005)	35
Tableau 7 : Tableau d'évaluation de l'habitat 9180	39
Tableau 8 : Tableau d'évaluation de l'habitat 91E0.....	45
Tableau 9 : Scénarios pessimistes et optimistes en fonction des valeurs obtenues pour l'intervalle de confiance de chaque critère	46
Tableau 10 : Synthèse des mesures sylvicoles à appliquer aux habitats 9180 et 91E0	68

Liste des abréviations

CMED : Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

CoDT : Code du Développement Territorial

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

DEMNA : Département de l'Etude du Milieu Naturel et Agricole

DHFF : Directive Habitat-Faune-Flore

DNF : Département de la Nature et des Forêts

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IPRFW : Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie

LIFE : L'Instrument Financier pour l'Environnement

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

PNV : Végétation Naturelle Potentielle

PWDR : Programme Wallon de Développement Rural

SIG : Système d'Information Géographique

SMF : Saint-Michel Freyr

SPW : Service Public de Wallonie

UG : Unité de Gestion

UGCSH : Unité de Gestion Cynégétique du massif forestier de Saint-Hubert

UICN : Union Internationale de Conservation de la Nature

ZIPs : Zones Importantes pour les Plantes

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

Glossaire

Annélation : Action de retirer l'écorce d'un arbre sur toute sa circonférence et a pour but de provoquer l'affaiblissement ou la mort de l'arbre ou de la branche.

Baliveaux : Jeunes arbres, destinés à devenir des arbres de haute futaie.

Chablis : Arbre déraciné sous l'action de différents facteurs.

Cordons rivulaires : Zone boisée, ensemble d'arbres le long d'un cours d'eau.

Dépressage : Intervention sylvicole qui consiste à sélectivement supprimer un certain nombre de jeunes sujets dans un peuplement très dense afin de favoriser le développement des arbres-objectifs ainsi conservés.

Détourage : Opération d'enlèvement de toutes les tiges en contact avec les arbres d'avenir et qui gênent leur développement optimal.

Espèce saxicole : Qui vit sur les rochers, dans les terrains pierreux.

Essence caducifoliée : Arbre qui perd ses feuilles de manière périodique.

Eutrophe : Milieu riche en éléments nutritifs.

Futaie : Peuplement constitué d'arbres issus de graines et francs de pied.

Habitat d'espèce : Milieu défini par des facteurs abiotiques et biotiques spécifiques où vit une espèce à l'un des stades de son cycle biologique.

Martelage : Mesure sylvicole consistant à désigner, au marteau ou à la peinture, les arbres à récolter au profit d'autres arbres qui vont poursuivre leur croissance.

Mésique : Milieu caractérisé par une humidité moyenne du sol.

Mésotrophe : Milieu caractérisé par une richesse moyenne en éléments nutritifs.

Microhabitat : Lieu qui correspond aux besoins physiques à petite échelle d'un organisme ou d'une population en particulier.

Mise à blanc : Élimination totale des végétaux couvrant une parcelle déterminée.

Oligotrophe : Milieu pauvre en éléments nutritifs.

Peuplement forestier : Ensemble des végétaux ligneux (bois morts exclus) se développant sur une surface donnée. Se caractérise par la répartition des essences (composition), le mode de renouvellement des arbres (régime) et leur structure (classes d'âges ou diamètres).

Réserves Forestières Dirigées : Aire forestière protégée dans laquelle une gestion conservatoire visant la protection d'espèces et d'habitats remarquables ou menacés est mise en place.

Réserves Forestières Intégrales : Aire forestière protégée gérée principalement à des fins de protection des ressources sauvages.

Réserves Naturelle Domaniales (RND) : Zone publique gérée par le Service Public de Wallonie et protégée par la Loi sur la Conservation de la Nature pour ses habitats et ses espèces. Elle peut être intégrale ou dirigée.

Résilience : La résilience (en écologie) est la capacité d'un système vivant à retrouver les structures et les fonctions de son état de référence après une perturbation.

Taillis : Peuplement régulièrement recépé et rajeuni à partir de drageons ou de rejets de souche.

Unité de gestion : Portion de site Natura 2000 qui répond aux mêmes objectifs de conservation et dans laquelle les mesures de gestion à appliquer sont homogènes.

Xérique : Milieu caractérisé par une aridité persistante.

PARTIE I. Introduction

I.1. Introduction contextuelle

Les écosystèmes forestiers, recouvrant 33 % du territoire wallon (Office Économique Wallon du Bois, 2019), accomplissent un large panel de services tels que la production de bois, la régulation du climat, l'amélioration de la qualité de l'air, ... Ils constituent un réservoir de biodiversité et participent au stockage du carbone atmosphérique (Rondeux, 2005).

À l'heure actuelle, l'uniformité de la structure et de la composition des forêts fragilise l'ensemble de ces écosystèmes en entraînant une perte importante d'habitats d'espèces forestières. De plus, les risques liés au dérèglement du climat tels que l'arrivée de nouveaux ravageurs, l'augmentation d'événements climatiques extrêmes (Lindenmayer et al., 2016 ; Netherer et Schopf, 2010 dans Kraus et Krumm, 2013) ou l'inadaptation des essences indigènes aux modifications de leur environnement (Landmann et al., 2008) impliquent de penser et de mettre en place un mode de gestion novateur visant à accroître la résilience forestière vis-à-vis des bouleversements qu'elle subit.

C'est dans cette optique que Nassonia voit le jour. En effet, Nassonia est un projet de co-gestion de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr par la Wallonie (Département Nature et Forêt (DNF) du Service Public de Wallonie (SPW)) et la Fondation Pairi Daiza. Les différents acteurs en charge de ce projet ont pour ambition commune une gestion innovante et participative des espèces et habitats naturels présents au sein de la forêt de 1645 hectares dans le but de la rendre plus résiliente. Six visions clés représentent le futur de cette forêt et les rôles qu'elle pourrait jouer sur le long terme : la forêt en tant qu'hotspot de biodiversité ; la forêt comme lieu de connexion entre l'Homme et la nature ; la forêt, laboratoire humain, scientifique et culturel ; la forêt, terre en transition économique ; la forêt forte d'actions dirigées par un ensemble d'acteurs et la forêt, futur Parc national (Jadoul, Claes et Loute, 2020).

Au temps zéro de Nassonia, l'équipe en charge du projet s'est fixé comme but de dresser un compte rendu de l'état général de la forêt afin de pouvoir le réévaluer dans les années qui suivront le début de projet. Et ce, pour mettre en lumière les bénéfices de cette gestion « 2.0 ».

I.1.1. Objectifs de l'étude

L'objectif de la présente étude est de proposer des pistes de gestion ciblées afin d'assurer le maintien, la réhabilitation et le développement de deux habitats naturels d'intérêt communautaire prioritaires de la forêt de Saint-Michel Freyr : les forêts de pentes, éboulis ou ravins (habitat 9180*) et les forêts alluviales (habitat 91E0*). Pour ce faire, cet objectif principal est divisé en trois sous-objectifs :

1. L'évaluation, au début du projet, de l'état de conservation de ces deux habitats ;
2. L'étude et l'analyse de leur répartition spatiale et de leurs caractéristiques afin de modéliser et de cartographier les surfaces supplémentaires réellement ou potentiellement recouvertes par ces types de forêts et la flore qui les compose ;
3. La proposition de pistes de gestion propres à chacun des habitats en fonction des résultats obtenus.

Afin de répondre aux objectifs précédemment cités, ce travail se divise en cinq parties : une partie théorique expliquant les concepts clés de l'étude au regard de la littérature existante, une description du contexte de l'étude, une partie « matériel et méthodes » qui détaille la démarche adoptée pour collecter les données souhaitées, une partie rapportant les résultats obtenus et enfin, une discussion sur ces résultats ainsi que des pistes de réflexion pour la gestion des milieux étudiés.

PARTIE II. État de l'art

II.1. Concepts clés de l'étude

II.1.1. Adaptation des forêts aux changements climatiques

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) projette, sous forme de scénarios globaux, les différentes tendances climatiques futures selon l'intensité des activités anthropiques. Même dans le scénario le plus optimiste, une augmentation de la concentration en gaz à effet de serre (GES) est à prévoir, conduisant à un réchauffement non négligeable sur toute la surface de la Terre, aux répercussions écologiques multiples (Roman-Amat, 2007).

En Wallonie, le changement climatique pourra se manifester de différentes façons : augmentation des températures, modification du régime des précipitations et récurrence des événements extrêmes (Laurent et al., 2009 dans Van Gameren, 2014). En conséquence, de multiples effets modifiant les forêts feront (et font déjà) leur apparition tels que la modification des aires de distribution des espèces, avec des répercussions importantes sur les essences phares de production (notamment le hêtre (*Fagus sylvatica*) et l'épicéa (*Picea abies*)) et donc sur la filière bois, des impacts sur la croissance des peuplements, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de la pullulation des parasites et maladies sur les arbres stressés mais aussi des tempêtes, sécheresses et incendies (Roman-Amat, 2007 ; Van Gameren, 2014). En 2007, déjà 7 % des peuplements forestiers présentaient des dégâts causés par les événements météorologiques, dont les tempêtes mais également le givre et les neiges collantes (Laurent et Lecomte 2007c dans Frisson et al., 2011).

Le hêtre et l'épicéa, mentionnés dans le paragraphe précédent, sont les essences de nos régions les plus sensibles aux changements climatiques s'opérant ces dernières années et font partie des trois espèces les plus présentes au sein du massif forestier de Saint-Michel Freyr. Effectivement, leur forme élancée, leur enracinement superficiel ainsi que les mauvaises conditions stationnelles (Frisson et al., 2011) les rendent plus sensibles aux vents, aux tempêtes, à la chaleur et à la sécheresse (Alderweireld et al., 2010).

Dans le but d'adapter la forêt aux aléas climatiques, il est nécessaire d'approcher des méthodes sylvicoles plus durables et plus proches du fonctionnement naturel de l'écosystème forestier afin d'en favoriser l'adaptation naturelle et d'augmenter la résilience de ces derniers (Frisson et al., 2011). Pour ce faire, une gestion privilégiant la diversité des essences permet une meilleure répartition des risques abiotiques (chablis, sécheresse) et biotiques (champignons, insectes, cervidés, etc.) (Alderweireld et al., 2011). L'adaptation des forêts passe aussi par le respect de l'adéquation essence X station déterminée grâce au fichier écologique des essences, le maintien de la biodiversité au sein des situations locales (microhabitats et lisières) et d'une dynamique forestière comprenant les différents stades d'âges (et tout particulièrement les stades sénescents), la régénération naturelle, la régulation des

populations de grand gibier, la gestion des invasives, la conservation des espèces rares, etc. (Laurent et Perrin, 2008 ; Frisson et al., 2011).

II.1.2. Politiques et lois régissant la gestion des forêts en Wallonie

Le terme de « gestion durable des forêts » est défini pour la première fois en 1987 par la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED). Ce mode de gestion est caractérisé comme étant un « développement qui satisfait les besoins des générations présentes sans compromettre l'aptitude des générations futures à satisfaire leurs propres besoins » (Brundtland, 1987 dans Leclère, 2018).

En Wallonie, des dispositifs légaux tels que le Code du Développement Territorial (CoDT), le Code Forestier, la loi sur la conservation de la nature ou encore le réseau Natura 2000 régissent aujourd'hui la gestion des forêts en accordant leurs fonctions économiques, sociales et écologiques. Ces politiques forestières ont pu être mises en place grâce à l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW), créé durant la même décennie, fournissant une image précise de la forêt régionale (Rondeux et Lecomte, 2002).

II.1.2.1. Le Code du Développement Territorial

Entré en vigueur le 1^{er} juin 2017 (SPW, 2017), le Code du Développement Territorial, succède au Code Wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, du Patrimoine et de l'Energie (CWATUPE) (Spi, 2014). Le rôle du CoDT est de mettre en place une stratégie proactive et cohérente du développement territorial dans les paysages ruraux afin de promouvoir la santé et le bien-être des populations et de l'environnement en assurant les services de production primaire et en offrant de nouvelles opportunités économiques et sociales via les activités de loisirs, l'écotourisme ou l'éco-innovation (Dufrêne, 2015). Cette réglementation découpe le territoire wallon en différentes zones et détermine des prescriptions (règles et conseils) particulières pour chacune d'elles. En ce qui concerne la forêt, le CoDT mentionne que la « Zone forestière » est destinée principalement à la sylviculture, à la conservation de l'équilibre écologique et à contribuer au maintien ou à la formation du paysage (Art. D.II. 37, §1^{er} du CoDT).

II.1.2.2. Le nouveau Code forestier

Le nouveau Code forestier est adopté par le Parlement wallon le 15 juillet 2008 (Gérard, 2008). Dans son Article 1^{er}, le nouveau code forestier introduit le terme de « développement durable » et mentionne : « Les bois et forêts représentent un patrimoine naturel, économique, social, culturel et paysager. Il convient de garantir leur développement durable en assurant la coexistence harmonieuse de leurs fonctions économiques, écologiques et sociales ». L'équilibre et la cohésion entre les différents rôles des forêts sont donc abordés, et traduisent des volontés multiples : veiller à la production de bois de qualité en quantité adéquate, lutter contre le réchauffement climatique et la sauvegarde de la biodiversité, diminuer le morcellement et développer

les aspects économiques (production et tourisme) et sociaux (promenades, découverte, quiétude) (L'environnement en Wallonie, s.d.).

II.1.2.3. La loi sur la conservation de la nature

Le Roi promulgue, le 12 juillet 1973, la loi sur la conservation de la nature. Au sein de son Article 1, elle se donne pour but de « sauvegarder le caractère, la diversité et l'intégrité de l'environnement naturel par des mesures de protection de la flore et de la faune, de leurs communautés et de leurs habitats, ainsi que du sol, du sous-sol, des eaux et de l'air »¹. Comprenant différents arrêtés dédiés à la protection des espèces végétales et animales, des milieux naturels, de l'espace rural, etc., l'Article 36 traite particulièrement de la protection des forêts en encourageant des mesures de gestion qui favorisent la restauration des peuplements dégradés, le maintien des bois feuillus, la réintroduction de feuillus dans les bois de conifères et l'ouverture des forêts au public (Art.36).

La loi sur la conservation de la nature est modifiée en 2001 pour y introduire le concept de « sites Natura 2000 » et en 2010 pour la mise en œuvre du régime Natura 2000.

II.1.2.4. Le réseau Natura 2000

En 1979, la Directive 79/409/CEE "Oiseaux" est instaurée par l'Europe afin d'apporter des mesures adaptées pour la protection des oiseaux (La biodiversité en Wallonie, s.d.). Cette directive demande que « les États membres prennent toutes les mesures nécessaires pour maintenir ou adapter la population de toutes les espèces d'oiseaux visées à l'article 1^{er} à un niveau qui corresponde notamment aux exigences écologiques, scientifiques et culturelles, compte tenu des exigences économiques et récréationnelles » (Art.2). L'Article 3 énonce que les mesures assurant la préservation, le maintien et le rétablissement des biotopes et des habitats sont : « la création de Zones de Protection Spéciales (ZPS), l'entretien et l'aménagement conformes aux impératifs écologiques des habitats se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur des zones de protection, le rétablissement et la création de biotopes »².

Par la suite, en 1992, la Directive 92/43/CEE « Habitats-Faune-Flore » (DHFF) est instituée, ayant pour but de créer un réseau Natura 2000 formé par des sites, aussi appelés Zones Spéciales de Conservation (ZSC), renfermant différents types d'habitats naturels et d'espèces et « d'assurer le maintien ou, le cas échéant, le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des types d'habitats naturels et des habitats d'espèces concernés dans leur aire de répartition naturelle » (Art.3)³.

¹ Article 1 de la Loi sur la conservation de la nature (12 juillet 1973).

² Directive « Oiseaux ». (1979).

³ Directive « Habitats-Faune-Flore ». (1992).

L'union des Zones de Protection Spéciales (ZPS) et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC), en 2001, forme le réseau Natura 2000 (Fig. 1). Ce réseau est l'acte le plus concret de l'Union européenne au niveau de la préservation de l'environnement, et sert de cadre pour l'identification, l'entretien et la protection des sites à haute valeur pour la biodiversité (Cantarello et Newton, 2008). En Wallonie, les 240 sites Natura 2000 sont protégés par un arrêté de désignation⁴ et des mesures générales y sont appliquées. Des mesures plus spécifiques sont prises en fonction, cette fois-ci, des Unités de Gestion (UG) concernées (Bauffe et al., 2019).

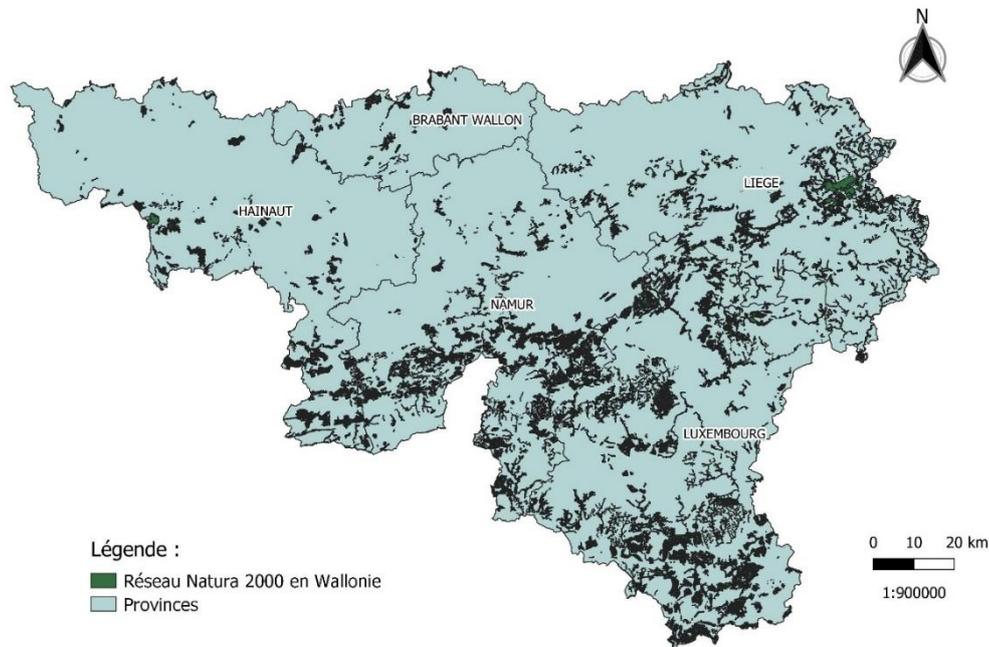


Figure 1 : Cartographie du réseau Natura 2000 en Wallonie ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : WalOnMap, Ecofirst scr1)

II.1.3. Habitats d'intérêt communautaire et état de conservation

II.1.3.1. Notion d'habitat

Le terme d'« habitat » est complexe, comme en témoigne l'absence de définition unanime. Par exemple, Boulet en 2003 (dans Sanz et Villaret, 2018) le définit comme « un espace géographique susceptible de changer au cours du temps et représenté par un ensemble de caractères écologiques » tandis que la DHFF l'estime comme une « zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle » (Art. 1). De plus, les Cahiers d'habitats⁵ (Bensettiti et al., 2001-2005), précisent la définition en indiquant qu'un habitat est un ensemble non dissociable constitué d'un compartiment stationnel et de ses propriétés physiques et chimiques et d'une communauté

⁴ L'arrêté de désignation fixe les objectifs de conservation, précise ce qui se trouve dans les sites, liste les parcelles cadastrales reprises dans le site et les moyens qui doivent être mis en œuvre pour protéger et restaurer le patrimoine naturel du site (NTF, 2015).

⁵ Ces différents cahiers ont pour objectif de faire l'état des connaissances scientifiques et techniques, sur chaque habitat (annexe I) et espèce (annexe II) de la Directive n° 92/43/CEE dite « Habitats », pour lesquels la France est concernée.

d'organismes vivants (végétation et faune associée). Un habitat peut donc être considéré comme un « lieu de vie » dans le sens d'habitat d'espèces ou au niveau des communautés végétales mais aussi comme une entité à part entière définie par ses composantes géographiques et écologiques (Sanz et Villaret, 2018).

Les typologies CORINE biotopes, EUNIS et le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (EUR28), ayant pour unité fondamentale l'association végétale, classifient les différents habitats. Ces derniers, décrits dans le Manuel d'interprétation sont dits « génériques »⁶ et sont déclinés, à l'aide des autres typologies mentionnées, en plusieurs sous-unités, les habitats « élémentaires »⁷, expression de la variabilité écologique (chronologique, climatique, édaphiques, etc.) et de l'influence anthropique (mode de gestion) de l'habitat générique (Bensettiti et al., 2012). Leur représentation facilite leur identification sur le terrain et permet d'affiner la connaissance sur le plan scientifique et au niveau de la gestion (Bensettiti et al., 2001-2005).

II.1.3.2. Habitats d'intérêt communautaire

Certains habitats présents en Europe sont considérés d'intérêt « communautaire » par la Directive Habitat-Faune-Flore (Annexe I de la DHFF) et sont définis comme des habitats naturels qui, sur le territoire, « sont en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle, ont une aire de répartition naturelle réduite à la suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ou qui constituent des exemples remarquables de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs des cinq régions biogéographiques suivantes : alpine, atlantique, continentale, macaronésienne et méditerranéenne » (Art. 1 de la DHFF). La directive précise aussi dans son article premier qu'au sein de ces habitats d'intérêt communautaire figurent des habitats prioritaires, c'est-à-dire, « des types d'habitats naturels en danger de disparition présents sur le territoire et pour la conservation desquels la Communauté porte une responsabilité particulière compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans le territoire ».

Chaque habitat fait partie d'une des quatre principales catégories d'habitats : (1) habitats côtiers et halophytes, (2) dunes de sable côtières et dunes intérieures, (3) habitats d'eau douce, (4) bruyères et broussailles tempérées, (5) broussailles sclérophylles, (6) formations de prairies naturelles et semi-naturelles, (7) tourbières surélevées, tourbières et tourbières minérotrophes, (8) habitats rocheux et grottes, et (9) forêts (Mücher et al., 2009).

II.1.3.3. Concept d'état de conservation

L'état de conservation d'un habitat naturel est décrit comme suit par l'article 1 de la DHFF : « Effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les populations des espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long

⁶ Exemple : Forêts alluviales (code EUR28 : 9180 et Corine : 44.1)

⁷ Exemple : Bois riverains de Saules à feuilles d'Olivier et de Saules cendrés (code Corine 44.142)

terme des populations de ses espèces typiques sur le territoire européen ». De plus, le même article mentionne que l'état de conservation d'un habitat sera considéré comme « favorable » lorsque « son aire de répartition naturelle et les superficies qu'il couvre sont stables ou en extension, la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible et l'état de conservation des espèces qui lui sont typiques est favorable ».

Cet état de conservation favorable constitue, conformément à la Directive, l'objectif global à atteindre et à maintenir pour l'ensemble des habitats (et des espèces) d'intérêt communautaire.

II.1.3.4. Principe de la méthode d'évaluation

L'état de conservation des habitats s'évalue à l'aide d'une méthode comparant l'entité observée (ici le type d'habitat à évaluer) à une (ou plusieurs) entité de référence pour ce type d'habitat (Carnino, 2009). Et ce, à l'aide de tableaux reprenant plusieurs critères, indicateurs et seuils/valeurs de référence jugés adéquats dans la littérature et à dire d'experts et qui témoignent d'un état de conservation favorable, moyen ou défavorable pour un habitat spécifique. Les critères et indicateurs sélectionnés se doivent d'être pertinents et de permettre à l'opérateur de choisir et de mettre en place des mesures de gestion adaptées afin de garantir le rétablissement ou le maintien du bon état (Fig. 2).

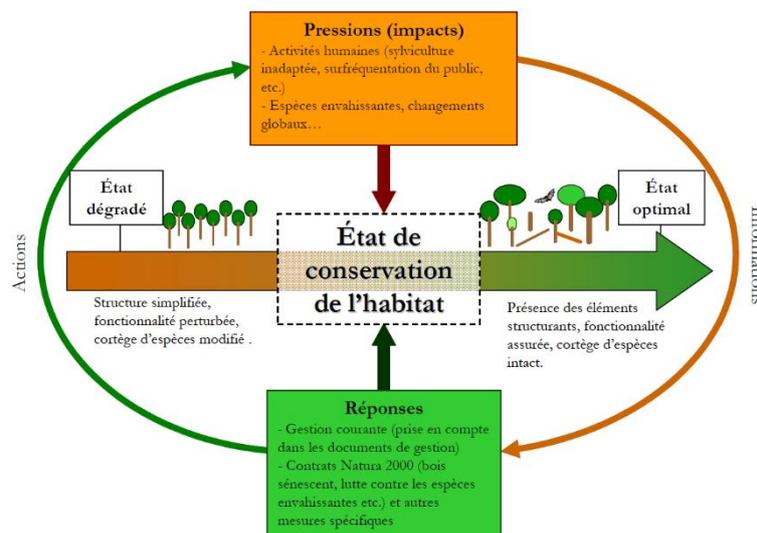


Figure 2 : Relations dynamiques entre l'état de conservation et les facteurs qui l'influencent (Carnino, 2009)

II.1.3.4.1. Etat de référence

La notion d'état de référence est relative et représente un état repéré à un moment déterminé (inventaire, bilan, etc.) à situer dans un cadre évolutif. Cet état sert de point de comparaison pour les suivis scientifiques. Dans le domaine de la conservation des communautés, il s'agit généralement d'un état désiré à atteindre ou à conserver (Bensettiti, s.d.).

Dans le cas d'un habitat, la Directive Habitat-Faune-Flore n'apporte pas d'informations sur l'état de référence, laissant son appréciation aux différents états membres (Carnino, 2009). Selon diverses sources, l'état de référence d'un habitat peut être défini soit comme un état dit « naturel », n'ayant subi aucune perturbations anthropiques, soit comme le « meilleur état existant ou atteignable dans un espace donné où l'homme est considéré à part entière dans l'écosystème » (Stoddard et al., 2006 ; Johnson et al., 2013 dans Maciejewski et al., 2016). En 2008, Pêcheur considère l'état de référence comme l'état dans lequel la totalité des besoins de l'habitat sont satisfaits (conditions écologiques, fonctionnement, etc.).

Il est aussi opportun de discerner l'état de référence et l'état objectif, défini par un plan de gestion. Effectivement, l'état cible d'un habitat est un état à atteindre à la suite de mesures prises dans ce sens tandis que l'état de référence peut, même à l'aide d'actions adaptées, ne jamais être retrouvé (Pêcheur, 2008).

II.1.3.5. Engagement à l'évaluation de l'état de conservation des habitats

Les États membres du réseau Natura 2000 sont, après évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire, dans l'obligation d'assurer la surveillance de cet état et ce, en apportant une attention particulière aux habitats et espèces prioritaires (Art.11 de la DHFF). De plus, au regard de l'article 17 (§1) de la même directive, les états membres s'engagent à fournir tous les six ans un rapport (rendu par la suite accessible au public) sur l'état de conservation des types d'habitats de l'annexe I et des espèces de l'annexe II (par domaines biogéographiques et à l'échelle nationale) et sur les mesures prises en vue de maintenir ou de rétablir un état de conservation favorable.

II.1.4. Habitats génériques et leurs sous-unités élémentaires étudiés et présents dans la zone d'étude

Tableau 1 : Habitats Natura 2000 étudiés et typologies WaEUNIS et CORINE biotopes correspondantes (source : Delescaille et al., 2021)

Typologie		
EUR28	WaEUNIS	CORINE biotopes
9180* - Forêts de pentes, éboulis ou ravins	G1.A41b - Erablaies-ormaies Ardennaises G1.A41c - Erablaies des coulées pierreuses	41.412 - Frênaies-éablières-tillaies de ravins acidiphiles
91E0* - Forêts alluviales	G1.211 - Frênaies-aulnaies des ruisselets et des sources G1.212 - Aulnaies-frênaies des cours d'eau rapides	44.31 - Aulnaies-frênaies rivulaires 44.3211 - Aulnaies-frênaies à stellaire

II.1.4.1. Habitats forestiers

II.1.4.1.1. Les forêts de pentes, éboulis ou ravins⁸

Les forêts de pentes, mixtes à essences caducifoliées (Erable sycomore (*Acer pseudolatanus*), Frêne (*Fraxinus excelsior*), Orme des montagnes (*Ulmus glabra*), Tilleul (*Tilia sp.*)), se développent majoritairement au niveau de zones ombragées, sur des pentes raides, sols colluviaux, cols de montagnes et environnements ravinés sur un substrat souvent calcaire ou siliceux.

Ces milieux possèdent un haut degré de naturalité et d'hétérogénéité, c'est-à-dire, une diversité structurelle importante et sont essentiels dans le maintien de niveaux élevés de biodiversité au sein des massifs forestiers. En Wallonie, la flore des forêts de pentes, souvent absente dans les autres milieux, est riche et originale : Scolopendre (*Phyllitis scolopendrium*), Lunaire vivace (*Lunaria rediviva*), Cardamine à bulbilles (*Cardamine Bulbifera*), Polystic à aiguillons (*Polystichum aculeatum*), etc. Aussi, la présence d'espèces saxicoles (Bryophytes notamment) participe à l'augmentation de la diversité floristique régionale.

L'exploitation forestière, notamment les mises à blanc, les coupes de taillis et le passage d'engins forestiers, entraîne une modification des conditions stationnelles nécessaires au développement et au maintien des espèces herbacées et muscinales caractéristiques de l'habitat. En effet, ce type de forêts est fragile en raison de l'instabilité du substrat et de la labilité de la matière organique. De plus, l'extraction des arbres dépérissant ou morts engendre une perte de la valeur naturelle de ces forêts.

II.1.4.1.2. Les forêts alluviales⁹

Les forêts alluviales, formations ligneuses le long des canaux, ruisseaux ou rivières, sont considérées comme étant des « corridors écologiques ». Cet habitat se déploie sur les sols fertiles, inondés par les eaux fluviales, avec un niveau élevé d'eau souterraine. Bien que les inondations périodiques soient une caractéristique typique de l'habitat 91E0, elles ne sont néanmoins pas nécessaires car des parcelles de forêts alluviales se développent également dans des zones non inondées sous l'influence des eaux souterraines en mouvement.

Se situant entre le milieu aquatique et le milieu terrestre, les forêts alluviales possèdent un niveau important de biodiversité et jouent un rôle déterminant dans le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques (production de matières organiques, régulation de la luminosité et de la qualité de l'eau, abris au niveau de berges, racines, bois morts, habitat d'espèces animales ou végétales peu fréquentes telles que la loutre

⁸ Cette partie a été rédigée à l'aide de différentes informations provenant des sources suivantes : Santi (2015), fiche Natagriwal pour l'habitat 9180* et Rameau (2000)

⁹ Cette partie a été rédigée à l'aide de différentes informations provenant des sources suivantes : Nicolin (2014), Pawlaczyk (2017) et fiche Natagriwal pour l'habitat 91E0*

ou le martin pêcheur). De plus, ces forêts participent à la filtration et à l'épuration des eaux et limitent les pics de crue et d'étiage.

L'habitat 91E0 comprend plusieurs sous-types de peuplements d'arbres tels que les frênaies-aulnaies au sein des zones de sources et les cours d'eau associés, les aulnaies dans les vallées des rivières aux débits rapides et plus lents, les aulnaies grises de montagnes et les saulaies-peupleraies riveraines des grandes rivières.

Identiquement aux forêts de pente, des activités sylvicoles mal adaptées, comme le drainage ou le tassement des sols, sont susceptibles de dégrader cet habitat.

II.1.4. Végétation Naturelle Potentielle (PNV)

Les différents habitats repris ci-dessus sont présents dans les limites de Nassonia sous forme de poches, de mosaïques ou de parties de cordons rivulaires de surface réduite, entourés par la hêtraie à luzule et les peuplements résineux. Les potentialités d'extension de ces habitats sont modélisables sous forme de cartographie PNV qui illustrent la végétation attendue dans une aire donnée sous influence de certaines contraintes environnementales (UICN, s.d.). En effet, comme cité au point « II.1.3.1. », les typologies permettant de classer les différents habitats ont pour unité fondamentale l'association végétale. Le type d'habitat et la flore qui le compose sont donc intrinsèquement liés.

Puisqu'elle ne prend pas en compte les actions anthropiques, l'interprétation de la PNV peut servir de comparaison avec l'utilisation des terres actuelles, grâce à l'imagerie satellite, mais aussi dans un but de prévoir des aires potentiellement adéquates pour des programmes de restauration. Les cartes obtenues doivent faire l'objet d'une vérification sur le terrain où une analyse de la végétation à grande échelle et la prise en compte des caractéristiques physiques particulières sont nécessaires (Mücher, 2009 ; UICN, s.d.).

La Belgique ne possède pas sa propre carte de la végétation potentielle contrairement à la France (CNRS) ou la Suisse, par exemple (Leguëdois et al., 2011). Des modélisations de la PNV à l'échelle mondiale existent aussi et sont disponibles en open-source mais l'échelle importante ne fournit pas de données assez précises quant à la zone du projet.

PARTIE III. Contexte de l'étude

III.1. Nassonia : site d'étude

La majorité des éléments référencés dans ce chapitre sont issus du Master Plan publié en 2020 et rédigé par l'équipe chargée de mission pour le projet¹⁰.

III.1.1. Localisation et limites

Les limites du projet Nassonia demeurent au sein de la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr (SMF), dans la province du Luxembourg (Belgique). La zone étudiée s'étend sur une partie des communes de Tenneville, Nassogne et Saint-Hubert (Fig. 3). Ce complexe forestier se trouve au cœur de la « Grande Forêt de Saint-Hubert », espace naturel préservé de 100 000 hectares.

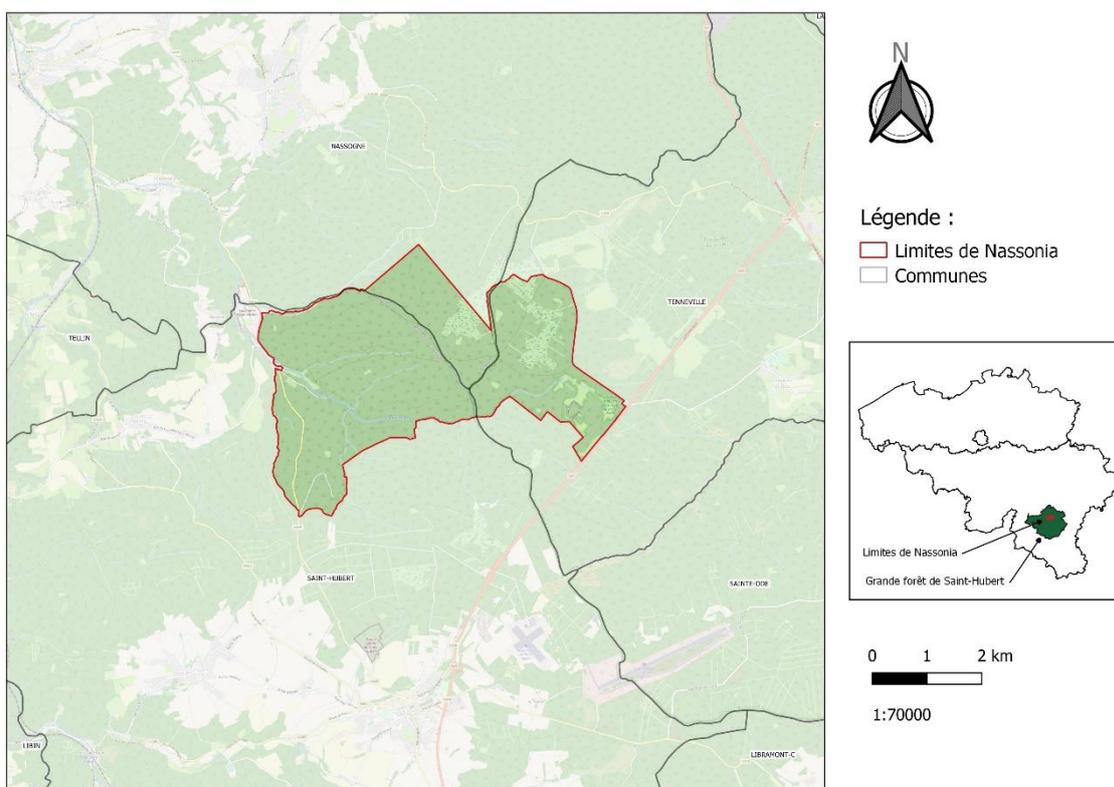


Figure 3 : Localisation des limites du projet Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl)

III.1.2. Gestion forestière

III.1.2.1. Contexte administratif

Comme mentionné précédemment, la forêt de Saint-Michel Freyr est une forêt domaniale appartenant donc à la Région Wallonne et est supervisée, dans le cadre du projet, par deux entités dont l'une est publique : le DNF et l'autre privée : Ecofirst, mandatée par la fondation Pairi Daiza. La zone du projet Nassonia est divisée en trois triages appartenant chacun à un agent forestier déterminé. Ces agents forestiers, en

¹⁰ Gérard JADOUL, Valentin CLAES et Maité LOUTE. (2020). *Nassonia : Master plan 2020 – 2040*.

plus du brigadier et du chef de cantonnement, font partie de la brigade Sud du Cantonnement de Nassogne, en charge avec Ecofirst de la gestion et de l'aménagement sur le terrain de la forêt de SMF.

Aussi, le projet Nassonia se situe dans la partie Nord des Chasses de la Couronne (Annexe 1) et la gestion cynégétique de ce territoire est assurée par une association de chasseurs dénommée « Unité de Gestion Cynégétique de Saint-Hubert » (UGCSH) et le DNF.

III.1.2.2. Nassonia

En 2017, la Fondation Pairi Daiza répond à un appel à projet lancé par la Région Wallonne, visant l'instauration d'une gestion expérimentale innovante des espèces et habitats naturels présents sur le site de Saint-Michel Freyr. « Nassonia » naît alors en 2018 à la suite de l'union de ces deux partenaires, qui ont le souhait commun de relever les divers enjeux de ce projet ambitieux. En effet, tout en valorisant la gestion forestière déjà appliquée par le DNF au cours de ces dernières années, l'équipe en charge du projet (Ecofirst et DNF) souhaite favoriser davantage la gestion multifonctionnelle de la forêt mais aussi conserver son aspect touristique et mettre en lumière son potentiel scientifique.

Trois objectifs stratégiques s'articulent alors autour du projet Nassonia :

1. Re-naturer le massif forestier pour développer la conservation de la nature et restaurer les bases biologiques du fonctionnement de l'écosystème ;
2. Ré-enchanter la forêt et ses usages pour développer un tourisme diffus ;
3. Maximiser la qualité, la valorisation locale et la durabilité des produits forestiers.

Les visions, ambitions et outils de mise en œuvre du projet sont formulés sous la forme d'un « Master Plan ». Ce dernier est le résultat d'une union entre un collectif citoyen et un collectif d'acteurs du territoire et sera, dans un délai de cinq ans, décliné en différents plans opérationnels :

- Le plan d'aménagement forestier ;
- Le plan de développement de la nature ;
- Le plan d'accueil du public.

Le contrat unissant la Région Wallonne et la Fondation Pairi Daiza couvre une période de 20 ans, et est renouvelable trois fois.

III.1.3. Caractéristiques écologiques du site¹¹

Les limites du projet se situent dans le domaine biogéographique médio-européen, au sud du Sillon Sambre-et-Meuse. La forêt de SMF occupe la région naturelle de

¹¹ Cette partie a été rédigée à l'aide de différentes informations provenant des sources suivantes : Halford (2005), Claes (2019), Eicher (2020) et Tossens (2020)

l'Ardenne, et est répartie sur trois régions bioclimatiques : la Basse et Moyenne Ardenne, la Haute Ardenne et l'Ardenne Centro-orientale définies par des propriétés climatiques (température, précipitations, rayonnement solaire) particulières (Tab. 2). L'altitude, variant de 320 m dans les fonds de vallées à 540 m sur les hauts plateaux confère à Nassonia des conditions écologiques variées.

Tableau 2 : 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 (xéricité) (mm. °C ⁻¹)	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

Deux rivières principales traversent et délimitent la zone d'étude : la Diglette et la Masblette ainsi que certains affluents de cette dernière tels que le ruisseau de Palogne et le ruisseau d'Abani. Aussi, Saint-Michel-Freyr fait partie du bassin versant de la Meuse et du sous-bassin versant de Lesse, géré par le Contrat Rivière Lesse¹² (Fig. 4).

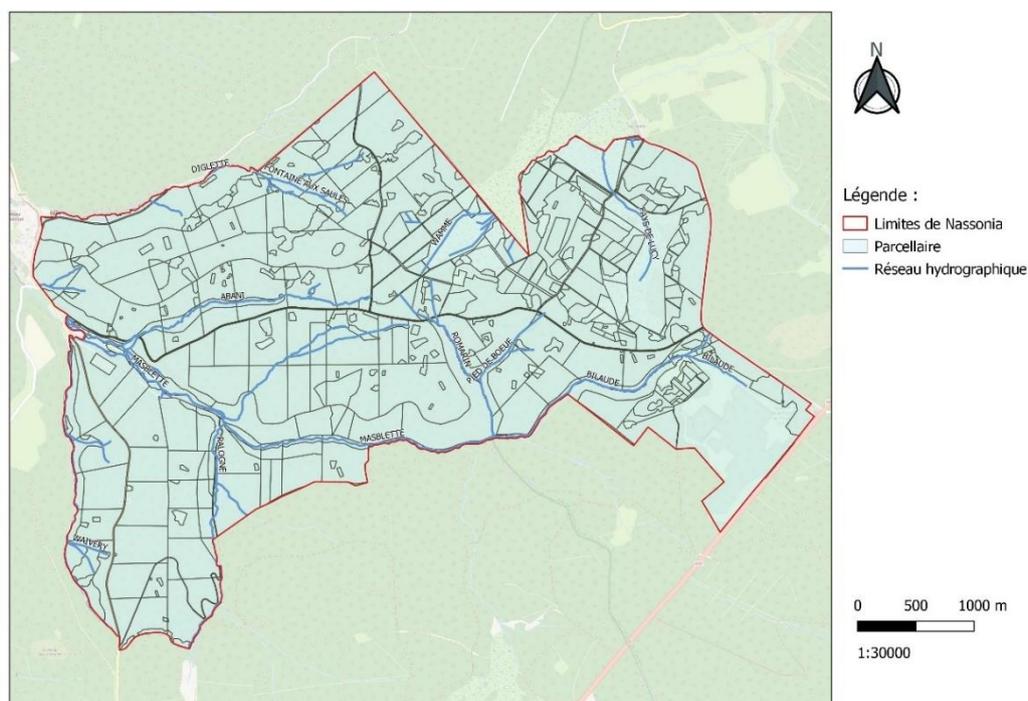


Figure 4 : Réseau hydrographique du site ; Auteur : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst sclr)

¹² Le Contrat Rivière a pour but d'assembler les différents acteurs des vallées afin de définir un programme d'action de restauration des cours d'eau, de leurs abords et des ressources en eau du bassin. (SPW, s.d.)

Au niveau du sol, 98 % de sa surface est limono-caillouteuse et varie en termes de drainage, texture, charge caillouteuse, etc. Le reste de la surface se partage entre sols tourbeux (1,8 %) et argileux limoneux à drainage pauvre (3 %).

Les variations importantes au niveau des différents paramètres précédemment cités : climat, relief et types de sol ainsi que les cours d'eau présents sur le site induisent un large panel de stations - surfaces homogènes sur le plan physique et biologique (CNPf, s.d.) - au sein du massif. Combinée à une carte des peuplements, la connaissance des stations forestières est utile au gestionnaire forestier car cela l'aide à orienter judicieusement ses choix de gestion.

III.1.4. Occupation des sols

III.1.4.1. Composition de la forêt de Saint-Michel Freyr

Les 1650 hectares couverts par le projet se partagent entre surfaces boisées et milieux ouverts. Les milieux ouverts, couvrant 10 % de la zone d'étude, sont composés de prairies, de mares et d'étangs ainsi que des tourbières, landes et milieux humides restaurés par le projet LIFE-Tourbières. Les peuplements forestiers, représentant la majorité du territoire étudié, se composent de peuplements feuillus où la hêtraie et la chênaie acidophiles à luzule prédominent (78% de la surface boisée) et de résineux répartis sur 12 % du site (Fig. 5).

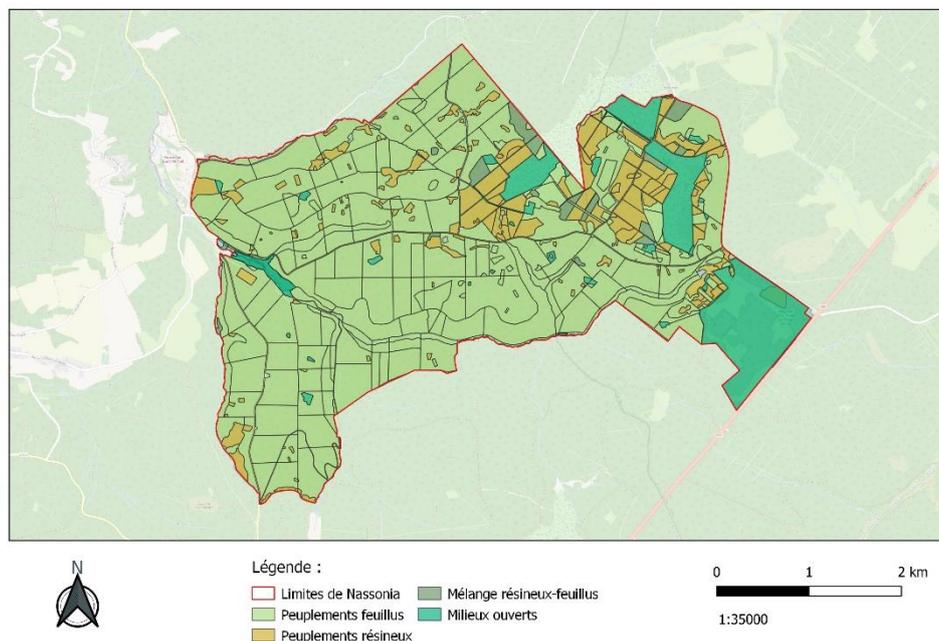


Figure 5 : Types de peuplements présents dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl)

III.1.4.2. Forêts anciennes

Les forêts anciennes subnaturelles constituent un patrimoine remarquable d'une haute valeur scientifique et écologique (Jacquemin et al., 2014 dans Kervyn et al., 2017). En effet, ces complexes forestiers, même exploités, ont la particularité d'avoir évolué de manière continue dans le temps avec une perturbation minimale des sols

forestiers. De ce fait, les propriétés structurales et chimiques de ces sols sont conservées depuis plusieurs centaines d'années (Cateau et al., 2015 dans Jacquemin et al., 2014) (Annexe 2).

La forêt de Saint-Michel Freyr est principalement constituée de ces forêts anciennes, mis à part deux types de zones résultant de la loi votée en 1847 sur la mise en valeur des terres jugées « incultes » :

1. Les zones de « Transformation résineuse » où les peuplements résineux ont remplacé et remplacent encore aujourd'hui les forêts anciennes ;
2. Les zones de « Transformation résineuse temporaire » où les peuplements résineux sont actuellement convertis en milieux ouverts ou forêts feuillues.

III.1.4.3. Hêtraies dépérissantes

Les hêtraies présentes dans le massif forestier de Saint-Michel sont soumises à un phénomène de dépérissement, c'est-à-dire de défoliation et de mort prématurée des arbres causant des espaces vides dans la canopée : les trouées.

Ce premier zonage a été effectué par Valentin Claes (2019) en identifiant comme « hêtraies dépérissantes » les parcelles possédant une proportion de trouées supérieure ou égale à une valeur seuil préalablement fixée. Plusieurs éléments (coup de gel de 1998, intrusion d'insectes xylophages, tassement des sols pour déplacer les grumes touchées, succession d'étés secs) tentent d'expliquer ce phénomène touchant environ 48 % de la surface forestière feuillue (Fig. 6).

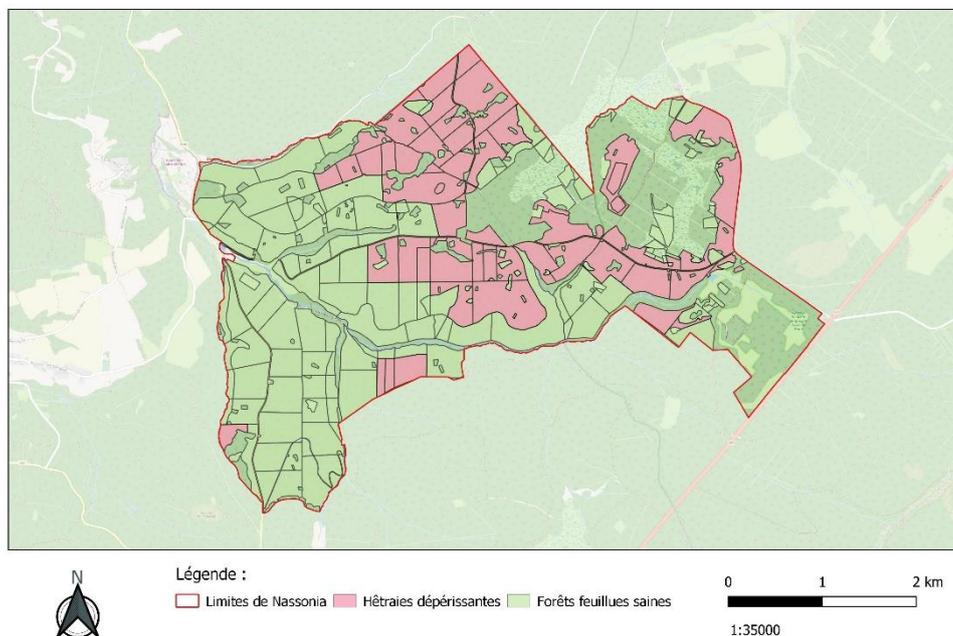


Figure 6 : Zones de hêtraies dépérissantes dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scl)

III.1.5. Conservation de la nature

III.1.5.1. Réserves naturelles forestières

Les réserves naturelles se situant dans les limites du projet couvrent 21% de la surface. Parmi elles se distinguent les réserves forestières dirigées et les réserves naturelles domaniales où une gestion particulière est appliquée dans le but de maintenir des milieux rares ou protégés (Born et al., 2014 dans Hans, 2019) ainsi que les réserves forestières intégrales, préservées de toute influence anthropique (pression ou gestion), évoluant de manière totalement libre (Fig. 7).

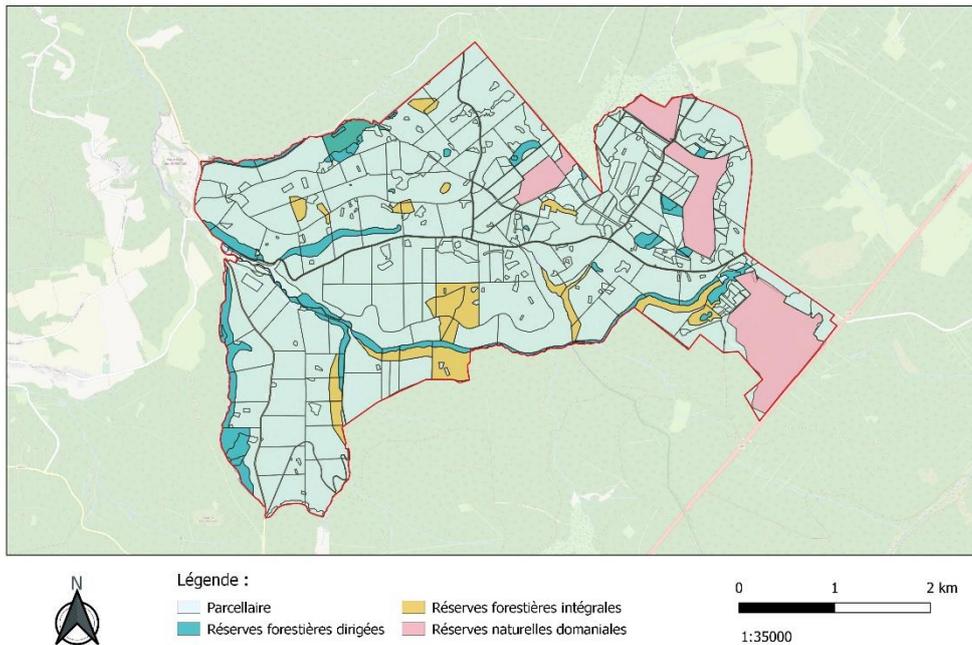


Figure 7 : Réserves présentes dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst scrl)

III.1.5.2. Site Natura 2000 de la Haute-Wamme Masblette et unités de gestion

L'entité Nassonia est entièrement comprise dans le site Natura 2000 « Haute-Wamme Masblette » (BE34029) (Annexe 3) couvrant, au total, une superficie de 7343 hectares et incluant en plus de la forêt de SMF, la forêt du Roi Albert, les Bois d'Awenne, de Grune, des Moines, etc. (La biodiversité en Wallonie, s.d.). La zone d'étude est fragmentée en différentes Unités de Gestion (UG) pour lesquelles des mesures de gestion particulières et homogènes sont appliquées (Fig. 8).

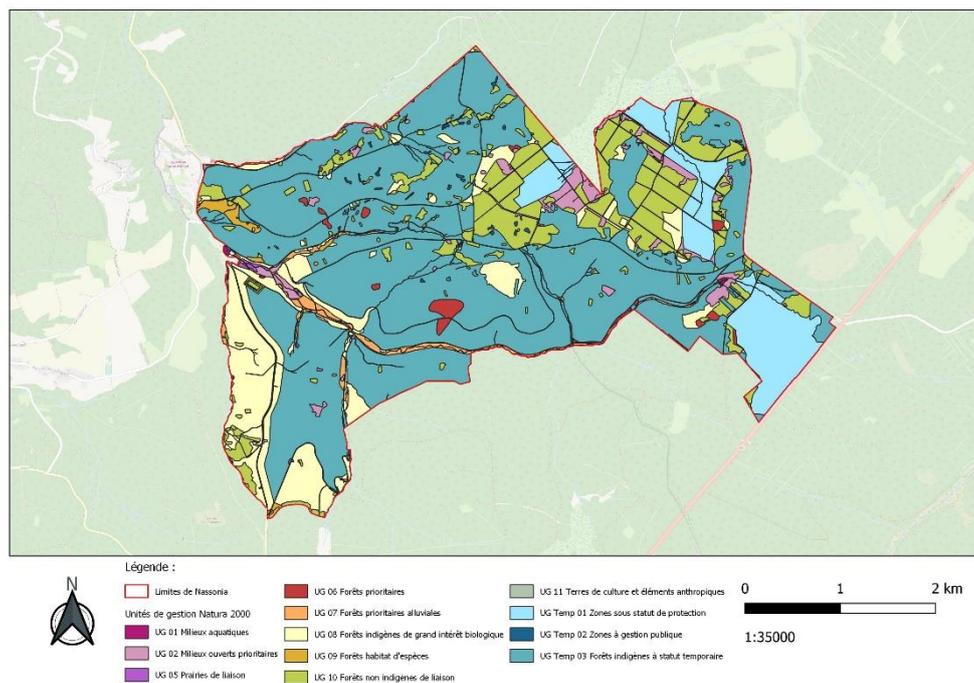


Figure 8 : Unités de gestion présentes dans Nassonia ; Auteur : Ophelia Noël, avril 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : OSM, Ecofirst sclr)

III.1.5.3. Les projets LIFE

Les projets LIFE¹³ sont des projets cofinancés par l'Europe dans un but de restauration de certaines infrastructures écologiques pour l'amélioration de l'état de conservation des biotopes et habitats d'espèces Natura 2000 (Dufrêne, 2011).

Le projet LIFE-Tourbières s'est déroulé de 2003 à 2007 et est le premier à voir le jour sur le massif de Saint-Hubert (suivi du projet LIFE-Elia hors site d'étude). L'objectif principal était la restauration des habitats tourbeux et humides situés sur le plateau ardennais et ce, à l'aide d'actions de déboisement des peuplements résineux, de rebouchage du réseau de drainage, de creusement de mares et de végétalisation et restauration d'habitats feuillus. Aujourd'hui, la gestion de plusieurs zones ouvertes du projet LIFE est réalisée par pâturage estival (ovin essentiellement) sur 100 hectares mais aussi par fauchage. En plus de la conservation de zones naturelles, ce projet a aussi pour objectif la sensibilisation du public via des animations et la mise en place de diverses infrastructures d'observation ou de promenades (La biodiversité en Wallonie, 2014).

¹³ LIFE : L'Instrument Financier pour l'Environnement

PARTIE IV. : Méthodologie

IV.1. État de conservation

IV.1.1. Méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats Natura 2000 : de l'échelle biogéographique à celle du site

Selon Wibail et associés en 2012, à l'échelle de l'Union européenne et en vertu de l'article 17 de la DHFF, l'état de conservation de l'ensemble des habitats et populations d'espèces d'intérêt communautaire au sein de chaque État membre s'évalue par région biogéographique. Cependant, le travail de réflexion effectué par Le Jean en 2008 sur l'appréciation de l'état de conservation des habitats à d'autres échelles (unité de régénération, parcelle, habitat, forêt), a conduit à repenser cette évaluation à une échelle plus fine, en utilisant des méthodes alternatives et adaptées à l'échelle des sites. Les objectifs, les milieux et les échelles de travail étant différents selon le but de l'évaluation, les nouvelles méthodes proposées comportent quelques différences mais suivent un même fil conducteur (Demaret, 2012).

La première méthodologie à plus petite échelle, celle des sites, a été mise en place par Nathalie Carnino en 2009 et s'applique aux habitats d'intérêt communautaire forestiers présents en France, en s'inspirant du cadre proposé pour l'évaluation à l'échelle biogéographique. Influencées par la méthode de Carnino, plusieurs autres méthodes ont ensuite vu le jour et ont permis d'étendre l'évaluation de l'état de conservation au-delà des habitats forestiers (Carasco, 2013). En effet, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) a publié, à la suite de ce document, un ensemble de méthodes couvrant chacune une grande catégorie de biotopes : les habitats agropastoraux (Maciejewski et al., 2015), les habitats des dunes non boisées du littoral atlantique (Goffé, 2011), les habitats humides et aquatiques (Viry, 2013), les habitats tourbeux (Epicoco et Viry, 2015), les mares temporaires méditerranéennes (Charles et al., 2015), les habitats des eaux dormantes (Mistrasz et al., 2019), les landes humides (Mistrasz et al., 2020), les bas-marais calcaires (Clément et al., 2021), les habitats littoraux (Lepareur et al., 2018) et les habitats marins (Lepareur, 2011). A cela s'ajoute la mise en place de démarches définissant l'état de conservation des habitats à d'autres échelles : les habitats eux-mêmes ou l'unité de gestion (CEN L-R, 2011).

Le panel de méthodes proposées n'est, néanmoins, pas figé et peut évoluer (Demaret, 2012). En effet, le MNHN propose, pour certains types d'habitats, des versions améliorées des années précédentes.

IV.1.2. Choix des différents paramètres permettant l'évaluation de l'état de conservation pour Nassonia

La méthodologie adoptée dans le cadre de ce travail est choisie afin d'établir un protocole cohérent, en utilisant des indicateurs et seuils appropriés aux différentes zones de l'étude et en définissant l'état de conservation des habitats grâce à une méthode de cotation simple. La méthode choisie servira de base et d'appui dans l'appréciation du bon état de conservation de l'ensemble du site pour les différents opérateurs et habitats étudiés et au fil des années précédant le temps 0 du projet Nassonia.

L'évaluation contribuera, dans la continuité de ce travail, au développement de mesures de gestion adaptées qui seront reprises dans le plan d'aménagement forestier rédigé par l'équipe chargée du projet.

IV.1.2.1. Habitats étudiés

Le choix des habitats à évaluer dans cette étude se porte sur deux des cinq habitats communautaires prioritaires présents sur le site (Annexe 4) : les forêts de pentes, éboulis ou ravins (9180) et les forêts alluviales (91E0), actuellement présents en faible proportion dans la zone d'étude et encadrés dans la hêtraie à luzule. L'évaluation de leur état de conservation semble primordiale afin de diriger prioritairement et préférentiellement les mesures de gestion vers ces habitats, de grande importance écologique (§ II.1.4.1.) et en danger de disparition sur le territoire européen (D'Europe, 2012). Quant aux autres habitats prioritaires existants sur le site (tourbières boisées (91D0), tourbières hautes actives (7110) et pelouses à nards (6230)) : les zones tourbeuses sont déjà gérées et surveillées activement par le projet LIFE-Tourbières et le site d'étude ne renferme qu'une seule entité de l'habitat 6230, d'une faible surface de 0,11 ha dont l'évaluation nécessite, en outre, d'importantes connaissances en termes de relevés phytosociologiques. De ce fait, l'évaluation de l'état de conservation de ces trois habitats n'a pas été réalisée dans ce travail.

IV.1.2.2. Méthode d'évaluation et de cotation

IV.1.2.2.1. Carnino, Maciejewski et SPN/MNHN (2009 et 2016)

La méthode d'évaluation utilisée s'inspire de celle mise en place par Carnino et le MNHN en 2009 et de sa version 2, révisée par Maciejewski en 2016 pour l'évaluation des habitats forestiers, à l'échelle du site. Les critères/indicateurs et seuils permettant d'évaluer l'état de conservation des habitats sélectionnés sont présentés sous forme de tableau.

IV.1.2.2.2. Méthodes de cotation « communautaire » et par « notation »

En ce qui concerne la méthode de cotation, la méthode appelée « communautaire », établie par la Commission européenne est utilisée pour évaluer les habitats à l'échelle d'une région biogéographique (Commission européenne, 2020). Dans le but d'une communication claire et cohérente, les différents résultats sont

présentés à l'aide d'un code à trois couleurs et ce, pour chacun des paramètres retenus dans la détermination de l'état de conservation d'un habitat naturel :

- Un état « favorable » est désigné par la couleur verte ;
- Un état « insuffisant » est désigné par la couleur orange ;
- Un état « défavorable » est désigné par la couleur rouge ;
- Et, lorsque que l'état est « inconnu » pour cause de manque d'informations, la couleur utilisée est le gris.

La règle de cotation se base sur un principe de précaution où le plus mauvais paramètre l'emporte (Bensettiti et al., 2012). De ce fait, au moins un indicateur orange témoigne d'un état de conservation insuffisant et au moins un indicateur rouge d'un état de conservation défavorable. Cette méthode rend le passage à l'état de conservation favorable difficile même en cas d'amélioration. Il est, en conséquence, nécessaire d'introduire une notion de « tendance » du paramètre dans l'interprétation des résultats, notamment au sein d'un état défavorable.

Néanmoins, Carnino (2009) mentionne que ce système d'analyse, bien que simple et facile à comprendre, ne permet pas une interprétation des résultats assez graduelle. C'est pourquoi, l'analyse du bon état de conservation des habitats forestiers (9180 et 91E0) est quantifiée au moyen de l'évaluation par « notation » mise en en place par l'auteure citée précédemment. Une note sur 100 est donc allouée à chaque type d'habitat en additionnant les valeurs attribuées (en comparaison à des valeurs seuils) à chaque critère relevé sur le terrain. Cette méthode, plus progressive et donc davantage précise que l'approche « communautaire », permet d'orienter de manière plus efficace les mesures de gestion à apporter pour valoriser le bon état de conservation.

Dans le but de distinguer l'évaluation à l'échelle du site de celle à l'échelle du territoire biogéographique, un code couleur différent est choisi pour l'évaluation, plus parlant pour le gestionnaire. Aussi, le bon état de conservation est différencié de l'état « bon-optimal », méritant une attention d'autant plus importante de la part des gestionnaires forestiers (Fig. 9).

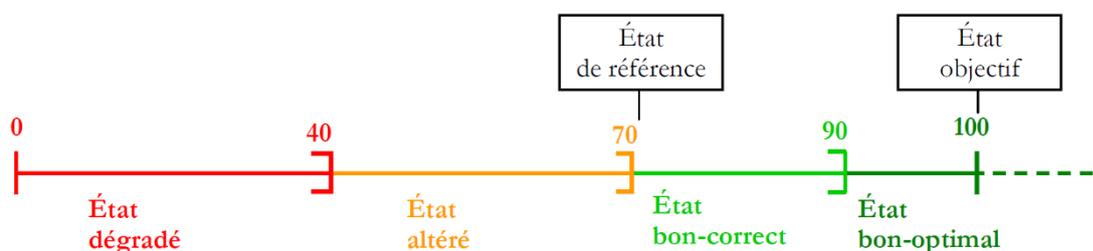


Figure 9 : Axe de correspondance note/état de conservation (Carnino, 2009)

IV.1.2.3. Critères et indicateurs retenus

Les critères, indicateurs, et leurs seuils respectifs, choisis dans le présent travail (Annexe 5) sont principalement issus de la littérature abordant l'évaluation de l'état de conservation des habitats (Carnino (2009), Maciejewski (2016) et Wibail et al. (2012)). De plus, des réunions et discussions avec divers experts de terrain (Département de l'Étude du milieu naturel et agricole (DEMNA), Ecofirst) et la recherche de documents sur la même thématique ont permis de confirmer et de réfuter l'utilité, pour Nassonia, des différents paramètres mentionnés dans la littérature.

Habituellement, à l'échelle biogéographique, l'évaluation est établie suivant quatre évaluations spécifiques portant sur l'aire de répartition de l'habitat, la surface recouverte par l'habitat, l'état des structures et fonctions de l'habitat et le maintien futur de l'habitat (Dufrêne et Delescaille, 2007b). Le paramètre utilisé à l'échelle de Nassonia, et conformément aux méthodologies sources, rendant compte de l'état de conservation des habitats à un temps t , est l'état des structures et des fonctions propres à l'habitat étudié. En plus de ce paramètre, les atteintes portées à l'habitat sont aussi prises en compte lors de la détermination de l'état de conservation. Les notions de répartition et de surfaces recouvertes par l'habitat, bien qu'intégrées dans l'étude de Maciejewski en 2016, pourront être ajoutées dans les évaluations qui précéderont ce travail afin d'apprécier leur évolution au cours du projet.

IV.1.2.3.1. Structure et fonctionnalité de l'habitat

Etat de la flore typique de l'habitat

Relativement à l'article 1 de la DHFF, l'état de conservation d'un habitat naturel dépend du statut des espèces qui lui sont typiques. Ces espèces, selon Carnino (2009), doivent être caractéristiques de l'habitat, spécifiques au milieu forestier (e.g. témoignant des forêts anciennes), dominantes et fréquentes, ni trop communes, ni trop rares.

Cependant, cet indicateur est à prendre avec précaution. En effet, il n'existe aujourd'hui pas de définition partagée de la notion d'espèces typiques. De plus, la composition de la strate herbacée est souvent le reflet des conditions stationnelles du milieu, et elle réagit principalement à l'éclaircissement du sol (Gilg, 2004 dans Maciejewski, 2016). C'est d'ailleurs pour ces raisons que cet indicateur ne figure pas dans la version 2 du guide d'évaluation de l'état de conservation des habitats. Cependant, après discussion avec certains acteurs de terrain, le relevé d'espèces témoignant du « bon état de conservation » des habitats présents au sein de Nassonia s'avère pertinent dans le cadre du projet.

La liste des espèces « typiques » des habitats (Annexe 6) se base sur les listes d'espèces caractéristiques des forêts peu perturbées (forêts anciennes) et des essences typiques du cortège ligneux par type d'habitat de Wibail et al., en 2012.

Obtention de la donnée sur le terrain :

Relever dans chaque placette inventoriée la présence ou l'absence des espèces figurant sur ces listes.

Intégrité dendrologique

Carnino (2009) mentionne qu'une composition dendrologique mise à mal entraîne des conséquences importantes sur l'état de l'habitat et sur les espèces qui lui sont associées. En effet, les essences exotiques, hors de leur pays d'origine, supportent généralement un cortège floristique plus pauvre, composé d'espèces généralistes, par rapport aux essences indigènes. De ce fait, l'intérêt biologique des essences allochtones au sein du peuplement est inférieur à celui des essences autochtones (Branquart et Liégeois 2005 ; Gosselin F. 2004b dans Wibail et al., 2012).

L'évaluation de l'intégrité dendrologique a donc pour but de mettre en évidence la présence des essences allochtones à l'habitat, c'est-à-dire, les essences allochtones sur le territoire étudié (ici, la Belgique et plus particulièrement la Wallonie), et les essences situées hors de leur aire de répartition naturelle, biogéographique ou bioclimatique. Cette définition vise à ce que la présence d'essences nomades ou post-pionnières au sein des différents habitats ne soit pas pénalisée (Maciejewski, 2016).

Le fichier écologique des essences¹⁴ ainsi que les résultats du programme EUFORGEN¹⁵, mettant à disposition des cartes d'aire de répartition naturelle pour différentes essences forestières sont utilisés afin de déterminer les essences allochtones à la zone d'étude.

Obtention de la donnée sur le terrain

Indiquer dans chaque placette le pourcentage de recouvrement occupé par les essences allochtones et, noter un pourcentage de recouvrement pour chaque essence.

Espèces exotiques envahissantes

Selon l'UICN, les espèces exotiques envahissantes (Annexe 7) sont le deuxième facteur mondial de perte de Biodiversité (Graffin, 2006) et sont susceptibles d'altérer le fonctionnement de l'écosystème en concurrençant les espèces autochtones (Caño et al., 2007). Cet indicateur est, de fait, déterminant quant au bon état d'un habitat étudié.

Obtention de la donnée sur le terrain :

Indiquer dans chaque placette le pourcentage de recouvrement occupé par les espèces exotiques envahissantes et, noter un pourcentage de recouvrement pour chaque essence.

¹⁴ Fichier écologique des essences. (<https://www.fichierecologique.be/>)

¹⁵ European forest genetic resources programme. (<http://www.euforgen.org/species/>)

Bois mort

Le bois mort est un facteur clé pour la biodiversité forestière (Deuffic, 2010). En effet, c'est un habitat propice pour la faune saproxylophage ayant elle-même un rôle dans la fertilisation et le maintien des sols forestiers étant donné qu'elle décompose activement les débris ligneux. De plus, les troncs d'arbres sénescents contribuent à la régénération de la forêt car ils jouent un rôle de « nursery » en accueillant les graines et en protégeant les jeunes plants durant leur développement (Eicher, 2020).

Obtention de la donnée sur le terrain :

Relever le nombre d'arbres morts debout et au sol (essences autochtones uniquement) au sein de chaque placette (> 120 cm de circonférence et 1 m de long pour les bois morts au sol).

Très gros arbres vivants

Les gros arbres, en particulier pour les espèces menacées des forêts tempérées, sont aussi considérés comme des substrats importants (Larrieu et al., 2008). En effet, la multitude de microhabitats qu'ils comportent permettent à de nombreuses espèces spécialistes de les occuper en même temps (Kolström et Lumatjärvi, 2000 dans Larrieu et al., 2008). Étant donné son rôle dans l'augmentation de la biodiversité au sein des habitats et dans le maintien de la structure des phases matures de la forêt (Maciejewski, 2016), l'indicateur « très gros arbres vivants » indigènes s'avère être pertinent, lui aussi, dans l'évaluation des habitats de Nassonia.

Selon les experts du DEMNA, les seuils de dimension sont les suivants (circonférence à hauteur de poitrine) :

- Chênes indigènes, hêtre, érables sycomore et plane, frêne, ormes, merisier, saules marsault, des vanniers, saule blanc, tilleul : 250 cm de circonférence ;
- Bouleau, aulne glutineux, charme, érable champêtre, sorbier, peuplier blanc, peuplier grisard, peuplier tremble, autres saules : 160 cm de circonférence.

Obtention de la donnée sur le terrain :

Relever le nombre de très gros arbres vivants (essences autochtones uniquement) au sein de chaque placette.

Dynamique de renouvellement

Le renouvellement d'un habitat forestier par régénération (Fig. 10) est tout aussi important que la phase de sénescence (évaluée dans les critères « bois morts » et « bois d'intérêt biologique »). En effet, ce stade a son rôle à jouer dans la pérennité du fonctionnement de l'habitat (Maciejewski, 2016), et le mélange des différentes structures d'un peuplement forestier maximise la capacité d'accueil pour la faune et la flore (Gosselin et Paillet, 2010 dans Wibail et al., 2012) et donc augmente la biodiversité en forêt.

D'après Carnino (2009), la dynamique de renouvellement au sein d'un habitat est évaluée en observant :

- La proportion de jeunes peuplements d'essences autochtones de l'habitat pour les forêts en futaie régulières et en taillis : stades semis, fourrés, gaulis et perchis ;
- Les problèmes de régénération pour les autres cas en vérifiant si le couvert forestier pourra se renouveler après la sénescence des arbres constituant l'habitat.



Figure 10 : Régénération importante du charme (*Carpinus betulus*) (Noël Ophelia, avril 2021)

Les différentes entités des habitats étudiés, se situant majoritairement au sein de réserves naturelles (dirigées ou intégrales), sont laissées en libre évolution et sont donc considérées comme peuplements à allure irrégulière. L'évaluation de ce critère est, de ce fait, traitée ici à « dire d'expert » et se base sur la diversité, la proportion et la surface recouverte des essences dans leurs différents stades de régénération (semis, fourrés, gaulis et perchis). Aussi, la surface occupée par la strate arborée ($h > 12$ m) a été prise en compte, afin d'estimer les possibilités de régénération des strates inférieures.

En conséquence, une régénération est considérée comme étant « moyenne » lorsque la régénération d'une essence prédomine par rapport aux autres essences présentes. Des problèmes de régénération sont estimés comme « importants » lorsqu'une seule essence est représentée en proportion trop importante, ne laissant pas les autres essences se régénérer elles aussi ou bien en proportion trop faible par rapport à la surface totale de l'habitat, dû en partie à la densité du couvert arboré.

Cependant, sur le terrain afin de quantifier ce critère, le pourcentage de recouvrement des différents stades de régénération des essences est estimé au jugé.

Aussi, les seuils de hauteurs propres aux stades de régénération utilisés pour ce travail (semis (< 30 cm de haut), fourrées (30 cm < h < 1,5 m), gaulis (1,50 m < h < 10 m) et perchis (10 m < h < 12 m)) ne correspondent pas totalement aux seuils mentionnés dans la littérature mais plutôt aux différentes formes observées sur le terrain.

Obtention de la donnée sur le terrain :

Évaluer la surface occupée par les jeunes peuplements et déterminer les potentiels problèmes de régénération au sein des placettes.

Bois d'intérêt biologique vivants porteurs de microhabitats

Comme explicité précédemment, les arbres morts et les arbres de grande dimension sont porteurs d'une multitude de microhabitats nécessaires au maintien de la biodiversité en forêt. Cependant, les microhabitats, même s'ils y sont plus fréquents, ne se limitent pas aux gros arbres (Larrieu et al., 2008). Aussi, tous les arbres de grande dimension ne sont pas porteurs de microhabitats. C'est pourquoi cet indicateur est utilisé dans le cadre de ce travail, pour tous les arbres vivants porteurs de microhabitats.

Les microhabitats considérés lors de cette étude sont les mêmes que ceux sélectionnés cet hiver pour l'inventaire de bois d'intérêt pour le projet Nassonia (gui, cavité, fente, champignon, lierre, nid, trou de pic, charpentièrre morte, bois nu carié, chandelle et écorce décollée (Fig. 11)).



Figure 11 : Arbre d'intérêt biologique (chandelle, champignons, bois nu carié, cavités, etc.) (Noël Ophelia, avril 2021)

Obtention de la donnée sur le terrain :

Relever le nombre d'arbres vivants d'intérêt biologique (essences autochtones uniquement) porteurs de microhabitats au sein de chaque placette.

IV.1.2.3.2. Altérations

Atteintes localisées (lourdes)

Carnino (2009) définit les atteintes lourdes comme étant celles ayant un impact direct sur la nature de l'habitat. Les espèces exotiques envahissantes étant un indicateur à part entière, les autres atteintes défavorisant l'état de conservation des habitats sont, par exemple, les dégâts au sol engendré par le mode de gestion de l'habitat, les dégâts sanitaires au niveau des espèces ligneuses (maladies, ravageurs, etc.) et les perturbations hydrologiques comme le drainage des milieux humides. D'autres types d'impacts sont également pris en compte comme les décharges sauvages (Maciejewski, 2016).

Obtention de la donnée sur le terrain :

Indiquer dans chaque placette le pourcentage de recouvrement de l'atteinte.

Atteintes diffuses

Certaines atteintes sont difficilement quantifiables à l'échelle d'une placette, telles que l'impact des incendies, la surpopulation de la faune sauvage ou les dégâts engendrés par la sur-fréquentation humaine (Maciejewski, 2016). Cet indicateur reprend donc l'ensemble de ces pressions, évaluées à plus grande échelle.

IV.1.3. Méthodologie applicable pour les habitats prioritaires tourbeux et les nardaies

Dans une optique d'évaluation future de l'état de conservation des autres habitats prioritaires présents au sein du site, des recherches ont été effectuées quant à la méthode à adopter pour ces différents milieux.

Le guide méthodologique du MNHN concernant les tourbières (Epicoco et Viry, 2015) ne fixant pas de seuils et les nardaies n'étant pas comprises dans le guide des habitats agropastoraux, il s'est avéré nécessaire de trouver une méthode alternative pour l'évaluation de l'état de conservation de ces deux types d'habitats à l'échelle désirée. Le choix s'est porté sur le guide établi par le CEN L-R en 2011, à l'échelle des unités de gestion comprenant, lui aussi, des indicateurs jugés pertinents vis-à-vis des habitats Natura 2000 étudiés pour le projet Nassonia et utilisant une méthodologie semblable à celle de Carnino en 2009 pour l'interprétation des données récoltées sur le terrain. Cependant, dans ce dit guide, l'auteur renseigne que la méthode n'est pas applicable à l'échelle du site mais la bibliographie étant restreinte au niveau des grilles d'évaluation des tourbières, et surtout des nardaies, il a tout de même été décidé de référencer ce document car il permet, tout autant que celui de Carnino, d'orienter de futures mesures de gestion pour les habitats prioritaires de Nassonia.

Pour la suite du projet et au cours des années qui suivront ce travail, il serait judicieux, en attendant la publication des nouvelles versions des guides du MNHN, de mettre au point une méthode d'évaluation homogène et propre à Nassonia pour tous les habitats Natura 2000 d'intérêt communautaire présents sur le site.

IV.1.4. Protocole

IV.1.4.1. Plan d'échantillonnage

IV.1.4.1.1. Type d'échantillonnage

Dans un site de taille réduite ou pour un habitat localisé ou faiblement représenté, il est possible de relever la totalité des surfaces couvertes par l'habitat considéré par une succession de virées régulières. Il s'agit de l'inventaire en plein. Cette méthode est la plus simple, ne nécessite que peu de matériel et ne fait pas l'objet de calculs complexes (Gonin et Larrieu, 2013). L'inventaire en plein ne sera pas appliqué lors des relevés étant donné la quantité d'informations à récolter, les surfaces concernées et les problèmes de visibilité en forêt (Dufrêne et Delescaille, 2007b).

S'il n'est pas possible d'inventorier les données sur la surface totale d'un habitat, il sera nécessaire d'appliquer un protocole d'échantillonnage. Les habitats étudiés : l'érablière de ravin et la forêt alluviale, mesurant respectivement 19 et 16 hectares, sont donc prospectés grâce à un plan d'échantillonnage systématique. Ce type d'échantillonnage consiste à répartir les échantillons de manière régulière, aux sommets d'une grille à mailles rectangulaires ou carrées dont les dimensions sont réfléchies et fixées selon le nombre de placettes souhaité et la surface à inventorier (Lejeune et Verrue, 2002). Cette méthode d'échantillonnage est courante en foresterie (Mc Roberts, 1992) et a l'avantage d'être facile à mettre en œuvre et à planifier. C'est une stratégie efficace car elle permet de répondre à une multitude de questions avec le même échantillon et ne nécessite pas de connaissances préalables sur les variables échantillonnées. Néanmoins, certains points d'échantillonnage sont susceptibles de tomber dans des zones hors contexte de l'objet d'étude et l'effort d'échantillonnage étant proportionnel à la surface de chaque milieu, il fournit moins d'informations sur les milieux de surface réduite (Lenoir, Université de Picardie Jules Verne). Les valeurs relevées au sein des placettes durant l'inventaire sont, par la suite, déduites pour toute la zone d'étude.

IV.1.4.1.2. Unités d'échantillonnage

Dans son guide, Carnino fixe un minimum de 20 placettes par type d'habitat pour avoir un résultat statistique satisfaisant. De plus, elle conseille d'établir des placettes circulaires de surface fixe de 1250 m² (20 m de rayon plus ou moins). Le seuil minimal de placettes est respecté dans l'élaboration de l'échantillonnage. En revanche, étant donné la fragmentation en plus petites unités ou la forme très étroite de certains habitats, la surface des placettes a dû être repensée. Il a donc été décidé, à l'aide d'un travail de cartographie préalable et de la littérature (Dufour et Pont, 2006 ; Carasco, 2013), de mettre en place des placettes de tailles différentes aux sommets de mailles

de tailles différentes, elles aussi, par type d'habitat afin d'adapter l'inventaire aux contraintes du terrain (Tab. 3).

Tableau 3 : Caractéristiques de la maille et des placettes d'échantillonnage

Habitat	Dimension de la maille (m)	Rayon des placettes (m)	Surface des placettes (m ²)
9180	50 x 50	15	706,86
91E0	50 x 50	10	314,2

Les habitats 9180 et 91E0, fractionnés et présentant pour quelques entités une forme linéaire, le maillage est réduit à 50 m². Cette dimension de la maille est indiquée pour les habitats alluviaux par Dufour et Pont (2006) avec des placettes de surface variant entre 100 et 1200 m². Des placettes 15 et 10 m² semblent, de ce fait, être un bon compromis entre les recommandations et les réalités du terrain. Aussi, des placettes d'échantillonnage sont placées dans les entités non-touchées par le maillage car Dufrêne et Delescaille (2007a) mentionnent qu'en principe, au moins une placette d'évaluation doit être établie dans chaque unité d'habitat Natura 2000 (Annexe 8).

IV.1.4.1.3. Taux de sondage

Pour l'habitat 9180 (Tab. 4), les 39 placettes échantillonnées ont un rayon de 15 m, ce qui correspond à une surface de 0,07 ha. La surface sondée est alors de 2,73 ha, soit 14,37 % de la surface estimée de l'habitat, sur la totalité de la zone.

En ce qui concerne l'habitat 91E0 (Tab. 4), 29 des 30 placettes échantillonnées ont un rayon de 10 m, ce qui correspond à une surface de 0,03 ha. Et une placette, redimensionnée compte tenu de l'homogénéité de la zone, a une surface de 0,01 ha (100 m²). La surface totale sondée pour les 30 placettes est alors de 0,88 ha, soit 5,5 % de la surface estimée de l'habitat, sur la totalité de la zone.

Tableau 4 : Taux de sondage pour les différentes placettes échantillonnées

Habitat	Dimension de la maille (m)	Rayon des placettes (m)	Surface des placettes (ha)	Nombre d'UE	Surface sondée (ha)	Surface estimée (ha)	Taux de sondage
9180	50 x 50	15	0,07	39	2,73	19	14,37 %
91E0	50 x 50	10	0,03	29	0,87	16	5,5 %
		Carré de 10 x 10 m	0,01	1	0,01		
			Total	30	0,88		

IV.1.4.1.4. Intervalle de confiance

De manière à jauger la précision de l'inventaire et donc la fiabilité des résultats obtenus, l'intervalle de confiance des moyennes des critères reposant sur une variable numérique est calculée (équation 1). Cet intervalle représente la gamme de valeurs contenant la valeur à estimer, avec un certain degré de confiance (probabilité) fixé, dans ce cas-ci à 95 %. Plus l'intervalle de confiance est petit, et plus l'incertitude sur la valeur estimée est faible (Maciejewski, 2016). Dans le cas où l'intervalle de confiance dépasse les limites entre deux seuils fixés, il est conseillé d'augmenter le nombre de placettes d'inventaire.

Équation 1 : calcul de l'intervalle de confiance d'une moyenne, à 95% (Maciejewski, 2016).

$$\left] \bar{x} - 1,96 \frac{\sigma(X)}{\sqrt{n}}; \bar{x} + 1,96 \frac{\sigma(X)}{\sqrt{n}} \right[$$

Où :

\bar{x} est la moyenne ;

$\sigma(X)$ est l'écart type de la moyenne obtenue ;

et n est la taille de l'échantillon (le nombre de placettes.)

IV.1.4.2. Période d'inventaire

La période optimale d'inventaire varie en fonction des types de végétation. Elle s'étend, par exemple, d'avril à mai-juin pour les milieux forestiers (Géhu, 2006 dans Delassus, 2015). Sachant que la période de végétation commence plus tardivement dans la région ardennaise que dans le reste de pays, les structures et perturbations sont inventoriées en premier lieu, la dernière quinzaine d'avril et la flore, elle, est identifiée la dernière quinzaine de mai.

IV.1.4.3. Matériel utilisé

Les instruments utilisés lors de cet inventaire de terrain sont les suivants :

- Un appareil mobile muni de l'application Qfield et du projet associé (localiser et inventorier les placettes) ;
- Un vertex (distance entre opérateur et centre de la placette) ;
- Une flore (identification des espèces) ;
- Un ruban forestier (mesure de la circonférence des très gros bois) ;
- Des craies (marquage des arbres inventoriés) ;
- Des bombes de couleur (délimiter la surface des placettes).

IV.1.5. Collecte des données

En comptant les phases de déplacement entre les placettes, la délimitation de celles-ci et en additionnant les deux phases de relevés (§ IV.1.4.2.), le temps moyen d'inventaire était d'environ 40 minutes par placettes, à deux personnes. L'identification de la flore typique est le critère ayant demandé le plus de temps lors de ces relevés.

La collecte des données a représenté, en tout, 20 journées de terrain. Les données récoltées ont été, dans un même temps, géoréférencées dans un Système d'Information Géographique (SIG) (Qgis version 3.4.13). En effet, chaque placette ayant fait l'objet de relevés a été localisée sur une couche vectorielle spécifique (points), en format shapefile (shp.), et sur chacune de ces placettes, 15 champs ont été renseignés à partir d'une fiche d'observation (Annexe 9), transposée sur l'application téléphonique Qfield.

IV.1.6. Traitement des données

Le jeu de données brut, issu de l'application Qfield a été transformé afin de rendre possible l'évaluation de l'état de conservation à partir du tableau d'analyse. L'état de conservation des habitats et les intervalles de confiance sont calculés avec le logiciel Excel compris dans le package Microsoft 365.

Aussi, les figures illustrant la surface de recouvrement des essences en fonction de leur stade de régénération, pour le critère « dynamique de renouvellement » sont modélisées sur Excel et leur pourcentage de recouvrement, selon les habitats, est calculé à l'aide du logiciel R (version 4.0.2) et de son interface RStudio (version 1.3.1093).

De plus, afin de compléter le diagnostic de l'état de conservation et d'aiguiller les propositions de gestion des habitats, une représentation par graphique « radar » permet d'apercevoir rapidement les facteurs faisant baisser l'évaluation et de suivre leur évolution au cours du temps (Cahier RNF – annexe 4, 2013). De ce fait, en plus de la qualification de l'état de conservation, une note allant de 1 à 5 est attribuée respectivement pour chaque critère et rend possible la modélisation des graphiques, sur Excel également.

IV.2. Habitats potentiels

Comme expliqué dans le paragraphe IV.1.2.3., l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle biogéographique se fait selon quatre évaluations spécifiques : l'aire globale de répartition de l'habitat, sa distribution, l'état de ses structures et fonctions et son maintien futur (Dufrêne et Delescaille, 2007b). De plus, la directive Habitat-Faune-Flore mentionne qu'un habitat naturel est dans un bon état de conservation lorsque son aire est stable ou en extension, les structures et les fonctions spécifiques nécessaires au maintien de l'habitat existent et l'état de conservation de ses espèces typiques est favorable. Dans la littérature traitant l'évaluation à l'échelle du site, seuls les paramètres qui étudient la flore ainsi que les structures et fonctions sont pris en compte. Afin de rester cohérent et exhaustif, l'évaluation du bon état des habitats Natura 2000 dans Nassonia est complétée par un travail de cartographie et de réflexion concernant la répartition spatiale de l'habitat, les surfaces supplémentaires réellement ou potentiellement recouvertes par ce dernier et la flore qui le compose. Cela contribuera à l'étude du maintien futur des forêts de pentes et alluviales au sein du massif de Saint-Michel-Freyr.

IV.2.1. Sélection des sources de données

Différentes sources de données (cartographiques et de terrain) appropriées, décrites dans le Tableau 5, permettent de modéliser et de sélectionner les aires d'habitats potentiels.

Tableau 5 : Données sélectionnées pour évaluer la répartition spatiale des habitats de *Nassonia*

Thème	Source des données	Description	Variables	
Couverture terrestre	Carte des habitats Natura 2000	Reprend, différencie et répartit sur le territoire les habitats mentionnés dans l'annexe I de la DHH	Habitats Natura 2000	
Sol, topographie, altitude	Carte des sols marginaux	Combinaison de la Carte Numérique des Sols de Wallonie et d'un modèle numérique de terrain. Cette carte découpe le territoire wallon en différentes zones caractérisées par des conditions écologiques particulières d'humidité, de pentes fortes et de sols superficiels	Sols remaniés, secs et très secs, modérément secs et humides, humides, très humides, paratourbeux, tourbeux, fonds alluviaux, fortes pentes et sols superficiels	
Sol, climat	Cartes des conditions stationnelles forestières ¹⁶	Carte des classes d'apports d'eau	Met en évidence les stations forestières plus ou moins bien approvisionnées en eau, selon trois niveaux d'apport d'eau	Stations sans apport d'eau, apport variable et apport permanent
		Carte de l'exposition	Localise trois zones d'apport thermique et radiatifs définies par le relief	Sous-secteurs chauds (versants chauds), sous-secteurs froids (versants froids) et sous-secteurs neutres (plateaux)
		Carte des niveaux hydriques	Caractérise la disponibilité en eau du sol assurant les fonctions métaboliques des essences forestières	Sol marécageux, humide, frais, mésique, plutôt sec, sec et xérique
		Carte des niveaux trophiques	Caractérise la disponibilité du sol en éléments minéraux nécessaires à la nutrition des essences forestières	Sol oligotrophe, méso-oligotrophe, mésotrophe, eutrophe, carbonaté
Flore, structure et microhabitats	Placettes d'échantillonnage in situ	Donne une dimension réelle aux données cartographiques, permet de les valider sur le terrain	/	

¹⁶ Fichier écologique des essences. (s.d.) Aide. Consulté sur https://www.fichierecologique.be/#/?showHelp=true§ionId=help_20

IV.2.2. Modélisation de la distribution spatiale

La méthode de modélisation de la distribution spatiale des habitats s'inspire de celle utilisée par Mùcher et al., (2009) pour les habitats Natura 2000 à travers l'Europe, et du guide méthodologique publié par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) concernant la Cartographie des habitats au sein des Zones Importantes pour les Plantes (ZIPs) et plus particulièrement, de la deuxième partie de cet ouvrage : Cartographie de la végétation naturelle potentielle.

Ces deux méthodes se basent sur la manipulation de polygones provenant de cartes différentes et permettent, à terme, d'obtenir une cartographie des zones d'habitats potentiels (Fig. 12). La carte des habitats Natura 2000 et celle des sols marginaux ont servi de support pour l'élaboration de cette modélisation.

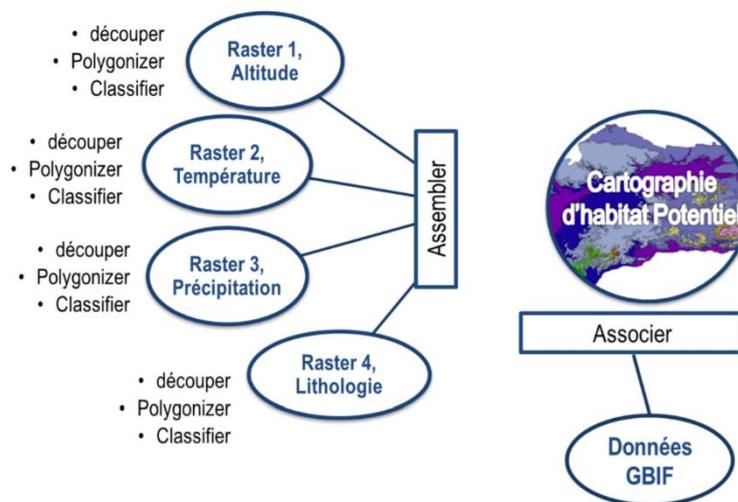


Figure 12 : Schéma conceptuel de la méthode PNV et comment associer des données (source : UICN)

Dans une optique similaire mais au niveau des espèces animales, le logiciel open-source « Maxent » (maximum d'entropie) donne la possibilité de modéliser les niches et les distributions d'espèces probables à partir de grilles environnementales et de localités d'occurrence géoréférencées (Steven et al., s.d.).

IV.2.2.1. Traitement des données

Les analyses et les figures sont exécutées sur le logiciel R (version 4.0.2), son interface RStudio (version 1.3.1093) et sur Qgis (version 3.4.13).

La distribution potentielle des deux habitats est étudiée en comparant leur distribution actuelle et les types de sols marginaux dans l'aire d'étude. Pour cela, une régression logistique entre une variable binaire décrivant la présence / absence des habitats aux variables catégorielles (sols secs, sols humides, etc.) est réalisée.

Pour chaque donnée de présence (resp. absence), le type de sol est extrait en utilisant la fonction « extract » du package Raster proposé par R studio à partir de sa localisation dans l'aire d'étude (longitude / latitude).

La probabilité relative de présence des habitats en fonction du type de sol est ensuite obtenue en utilisant la fonction « predict » du package Stats. Une probabilité relative de présence proche de 1 (resp. 0) rend compte de conditions pédologiques favorables (resp. défavorables) à la présence de l'espèce. Cette classification donne la possibilité d'apprécier l'étendue des habitats prioritaires selon un gradient de présence potentielle.

Les données cartographiques obtenues (Annexe 10) sont à posteriori retranscrites sur Qgis afin d'en faciliter la lecture et la manipulation.

IV.2.3. Étude écologique du milieu

Afin d'effectuer un tri en ce qui concerne les zones précédemment cartographiées, une étude des critères de présence des habitats Natura 2000, suivant plusieurs axes (cartographie, bibliographie et in situ) est réalisée.

IV.2.3.1. Analyse cartographique

Sur Qgis, la carte des habitats Natura 2000 est superposée aux différentes cartes d'analyses stationnelles issues du fichier écologique des essences (apports d'eau, exposition, niveaux hydriques et trophiques) afin de déterminer les conditions stationnelles optimales à l'établissement des forêts de pentes, éboulis et ravins et des forêts alluviales dans le site d'étude.

IV.2.3.2. Analyse bibliographique

Dans le but de conforter et de compléter les données stationnelles, les cahiers d'habitats forestiers wallons (Delescaille et al., 2021) et l'ouvrage « Gestion forestière et diversité biologique » (Rameau et al., 2000) sont utilisés en vue de mettre en évidence les caractéristiques structurales et floristiques propres aux deux habitats étudiés et à leurs sous-unités (habitats élémentaires) présents dans l'aire de Nassonia (Annexe 11).

IV.2.4. Vérification sur le terrain

Selon Bonhême (2021), un habitat naturel se détermine selon les conditions environnementales (facteurs stationnels), les facteurs dynamiques et biotiques (cycle sylvigénétique et perturbations naturelles ou anthropiques) et le développement du cortège floristique induit par toutes ces conditions écologiques.

Les surfaces dont la probabilité de présence de l'habitat est supérieure ou égale à 50% font, de ce fait, l'objet d'une phase de validation sur le terrain où plusieurs paramètres structuraux et floristiques sont relevés afin de confirmer ou non leur présence ou leur capacité à être présents au sein de ces surfaces.

IV.2.4.1. Paramètres relevés

Les paramètres habituellement relevés lors d'un inventaire floristique – et par conséquent retenus pour ce travail – sont les suivant (Dufrière et Delescaille, 2007) :

- La strate (herbacée (< 1,5 m) – arbustive (entre 1,5 et 12 m) – arborée (> 12 m)) ;
- Le taxon ;
- La côte Braun-Blanquet d'abondance-dominance ;
- La fréquence d'apparition ;
- Les microhabitats présents ou commentaires.

Les informations collectées sont, comme pour l'évaluation de l'état de conservation, géoréférencées dans un Système d'Information Géographique (Qgis) à partir d'une fiche d'observation (Annexe 12) transposée sur l'application téléphonique Qfield.

IV.2.4.2. Plan d'échantillonnage

Les surfaces à inventorier s'étalant sur la totalité du site d'étude, un plan d'échantillonnage systématique est réalisé pour cette partie, suivant une maille de 400 m sur 400 m (déjà utilisée plusieurs fois auparavant dans cette zone) et des placettes de 15 m de rayon (706,86 m²), préconisées dans ce type d'inventaire (Tab. 6).

Tableau 6 : Surface des relevés en fonction du type de formation végétale (Clair et al., 2005)

Type de communauté végétale	Surface du relevé (ordre de grandeur)
Pelouses, prairies, mégaphorbaies, roselières	10 à 50 m ²
Landes	100 à 200 m ²
Forêt	300 à 800 m ²

Dans cette maille, seules les placettes ayant une place judicieuse dans le massif et faisant des liens entre les différentes entités d'habitats Natura 2000 déjà cartographiées sont retenues (6 pour les forêts de pentes et 9 pour les forêts alluviales). En plus de cela, d'autres placettes ont été ajoutées (respectivement 5 et 7) dans des entités non touchées par le maillage mais à potentiel important ou faisant le lien entre des portions d'habitats Natura 2000. Finalement, quatre placettes supplémentaires ont été prospectées pour les forêts de pentes dans des zones ayant été identifiées comme « de pierrier » lors de l'inventaire « bois d'intérêt » de l'hiver 2021 et lors du passage pour l'inventaire de l'état de conservation des habitats prioritaires (Annexe 13). Les environs de chaque placette sont aussi prospectés afin d'avoir une vision plus précise et complète de chaque zone.

IV.2.5. Confrontation des données

Les données récoltées lors des différentes phases de la présente partie (modélisation, analyses cartographiques, bibliographiques et de terrain), confrontées entre elles, permettent de proposer une graduation réelle de la potentialité de présence des habitats étudiés sur le site d'étude.

PARTIE V. Résultats

V.1. Etat de conservation

V.1.1. Note d'état de conservation de l'habitat au niveau de la zone d'étude

Sur les 69 placettes échantillonnées (39 pour les forêts de pentes, éboulis ou ravin et 30 pour les forêts alluviales), tous les indicateurs ont pu être relevés dans chacune des placettes.

Pour chaque habitat, l'état de conservation général a été évalué et la fiabilité des données estimée à travers le calcul de l'intervalle de confiance.

V.1.1.1 Forêt d'éboulis, pentes ou ravins (habitat 9180)

V.1.1.1.1 Structure et fonctionnalité

Critère « flore typique de l'habitat »

Sur la totalité des placettes, en moyenne 10,1% de la flore dite « typique » de l'habitat 9180 a été relevée. Une note de « -20 » a donc été attribuée pour ce critère.

Le nombre d'espèces maximum répertoriées au sein d'une placette était de 8 espèces sur les 26 de la liste (30,8 %) et le nombre minimum d'espèces inventoriées était de 1 (3,8 %). L'espèce identifiée dans le plus de placettes (32 des 39 placettes) était l'érable sycomore, le plus souvent au stade de semis. Suivie de l'oxalis des bois (*Oxalis acetosella*), identifiée dans 22 des 39 placettes et la luzule blanche (*Luzula luzuloides*), relevée dans 20 des 39 placettes. Aussi, 12 des 26 espèces de la flore typique à l'habitat n'ont été identifiées dans aucune des placettes (46,15 %) : l'ail des ours (*Allium ursinum*), la mélique uniflore (*Melica uniflora*), l'érable plane (*Acer platanoides*), la parisette à quatre feuilles (*Paris quadrifolia*), la raiponce en épis (*Phyteuma spicatum*), le sceau de Salomon multiflore (*Polygonatum multiflorum*), le polystic à aiguillons, la primevère des bois (*Primula eliator*), la violette de Reichenbach (*Viola reichenbachiana*), l'actée en épis (*Actaea spicata*), la fétuque des bois (*Festuca altissima*) et la luzule velue (*Luzula pilosa*).

Critère « intégrité dendrologique »

La présence d'essences allochtones à l'habitat représentait 1,5 % du recouvrement des placettes en moyenne. En effet, des individus d'épicéa, de sapin pectiné (*Abies alba*) et de sapin de Vancouver (*Abies grandis*) ont été inventoriés, en proportion allant de 1 à 20 % de surface recouverte par placette et au moins une fois dans chaque strate (herbacée, arbustive, arborée) dans 11 des 39 placettes. Une note de « - 5 » a, de ce fait, été allouée pour ce critère.

Critère « espèces exotiques envahissantes »

Aucune espèce exotique envahissante n'a été relevée lors de l'inventaire. Aucun point n'est donc perdu pour l'évaluation.

Critère « bois mort »

Une moyenne de 11 bois morts/ hectares a été relevée sur l'ensemble des placettes échantillonnées. Une note bonus de « + 5 » a pu être octroyée pour ce critère (Fig. 13).



Figure 13 : Bois mort dans une érablière de ravin (Noël Ophelia, avril 2021)

Critère « très gros bois »

Une note bonus de « + 5 » a également pu être attribuée pour ce critère. En effet, une moyenne de 14,8 très gros bois vivants/ hectares a été relevée sur l'ensemble des placettes.

Critère « dynamique de renouvellement »

Des problèmes de régénération ont été estimés visuellement au sein de la totalité des placettes. Sur 9 des 39 placettes, la régénération a été jugée comme étant « moyenne » et pour les autres, « importante ». En effet, dans la majorité des placettes d'inventaire le hêtre était la seule essence à se régénérer, souvent de manière conséquente, recouvrant plus de la moitié de la placette mais parfois, assez faible due aux conditions du milieu (pierriers et sol instable). Les autres, dans une proportion insignifiante, ne dépassaient que très rarement le stade de « semis » même s'ils étaient bien représentés dans la strate arborée des placettes (notamment l'érable sycomore et le chêne sessile (*Quercus petrae*)).

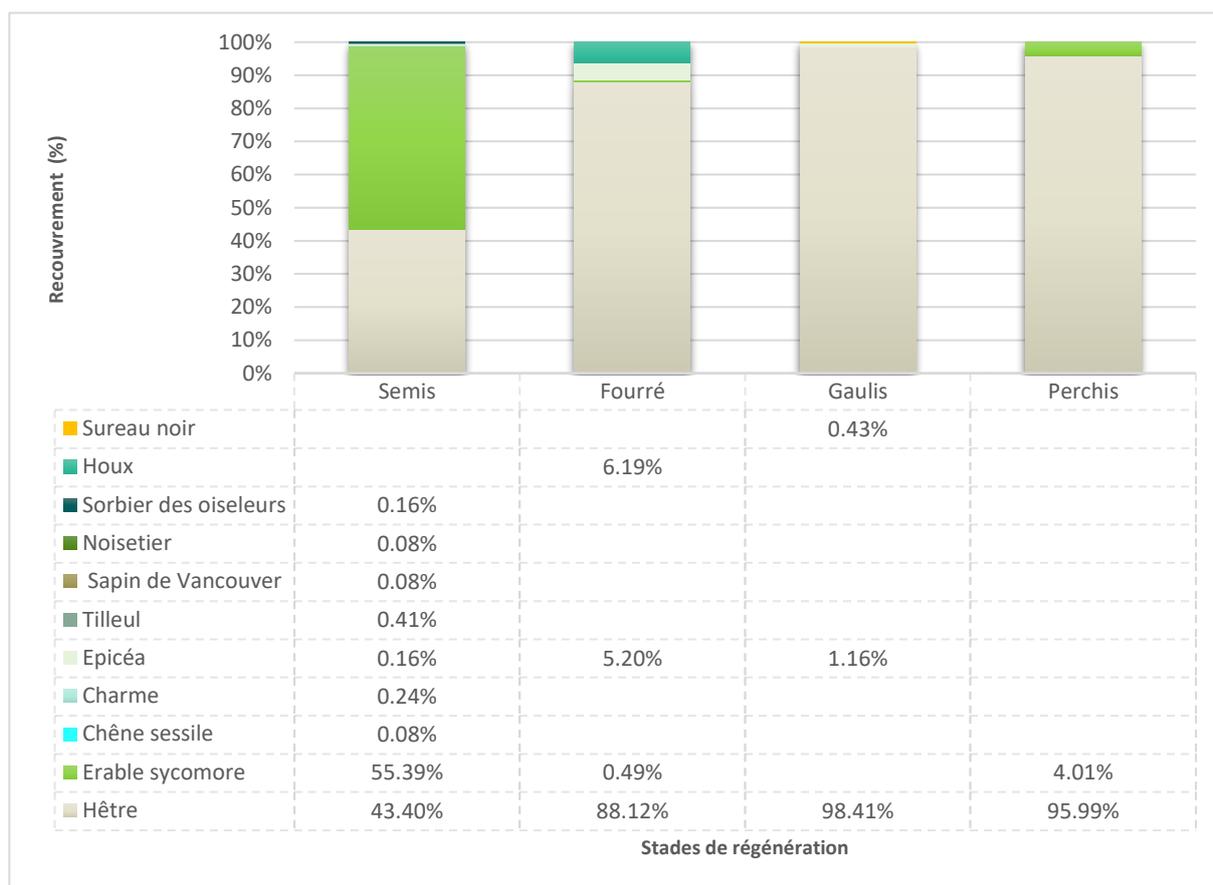


Figure 14 : Pourcentage de recouvrement par stade de régénération et par essences pour l'habitat 9180

D'après la Figure 14, au stade semis sont représentés le hêtre, l'érable sycomore, le chêne sessile, le charme (*Carpinus betulus*), l'épicéa, le tilleul, le sapin de Vancouver, le noisetier (*Corylus avellana*) et le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*). À l'exception du hêtre et de l'érable sycomore, les autres essences ont été recensées en proportion très faible dans les placettes (respectivement 0,08 %, 0,24 %, 0,16 %, 0,41 %, 0,08 %, 0,08 % et 0,16 %). Ces différents ligneux, pour la majorité d'entre eux, n'ont pas été inventoriés sous les autres stades de régénération ou en proportion insignifiante par rapport au hêtre, présent aux stades fourré, gaulis et perchis et en proportion très majoritaire (88,12 %, 98,41 % et 95,99 %). Le hêtre est, de ce fait, l'essence qui prime largement sur la régénération du couvert forestier de cet habitat.

La note de « -10 » a donc été octroyée pour ce critère, témoignant de problèmes de régénération considérables pour l'habitat 9180.

Critère « bois d'intérêt biologique »

Ce critère ajoute, lui aussi, 5 points à l'évaluation. De fait, une moyenne de 16 bois d'intérêt biologique vivants/ hectares a été rapportée pour l'habitat 9180.

V.1.1.1.2. Altérations

Critère « atteintes localisées »

Dans trois placettes, deux atteintes ont été identifiées : le tassement du sol par des véhicules forestiers (sentier de débardage) et la présence de débris (déchets, feu, grillage cassé). Une faible moyenne de 0,4% d'atteinte à l'habitat a été calculée, ne faisant pas perdre de points pour l'évaluation.

Critère « atteintes diffuses »

Une note de « -20 » a été attribuée pour ce critère. En effet, selon les gestionnaires forestiers, la cause des problèmes de régénération au sein de la forêt de Saint-Michel est la pression du gibier sur les jeunes plants, la flore herbacée et le sol (abroustissement et compaction du sol). Cette pression remet en cause la dynamique de l'habitat, en trois points. Premièrement, les essences plus appétentes (érable, frêne, charme, tilleul, etc.) ne passent pas le stade du semis. Deuxièmement, le hêtre (stades semis et fourrés) ne se développe pas et ne croît pas correctement. Enfin, cela engendre un piétinement important du sol, modifiant la composition de la flore en faveur des espèces tolérantes aux sols compactés aux dépens de la flore originelle.

Dans la totalité des placettes inventoriées, la majorité des jeunes plants étaient abroustis et une placette était partiellement piétinée par le gibier.

V.1.1.1.3. Evaluation

En sommant et en soustrayant la totalité des valeurs attribuées à chaque critère, une note de 60 est obtenue (Tab. 7), ce qui correspond à un état de conservation « altéré » (Fig. 15) pour les forêts de pentes, d'éboulis ou de ravin. Les critères faisant perdre des points à l'état de conservation sont : « flore typique de l'habitat », « intégrité dendrologique », « dynamique de renouvellement » et « atteintes diffuses ».

Tableau 7 : Tableau d'évaluation de l'habitat 9180

Paramètres	Critères		Note SPN/MNHN (/100)	Note RNF
Structure et fonctionnalité	Intégrité de la composition	Flore typique de l'habitat	-20	1
		Intégrité dendrologique	-5	4
		Espèces exotiques envahissantes	0	5
	Cycle de la matière	Bois mort	5	5
		Cycle sylvigénétique	Très gros bois	5
	Dynamique de renouvellement		-10	1
	Biodiversité	Bois d'intérêt biologique	5	5
Altérations	Atteintes localisées		0	5
	Atteintes diffuses		-20	1
			60	

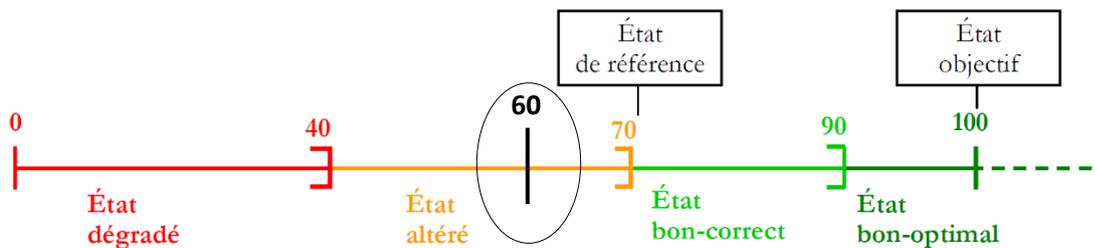


Figure 16 : État de conservation l'habitat 9180

La modélisation de ces valeurs sous forme de « graphique radar » (Fig. 16) permet de visualiser rapidement les quatre critères ayant un effet négatif sur l'état de conservation de l'habitat 9180. Sur ces quatre critères, trois ont des impacts particulièrement importants et se détachent clairement : « flore typique », « dynamique de renouvellement » et « atteintes lourdes ».

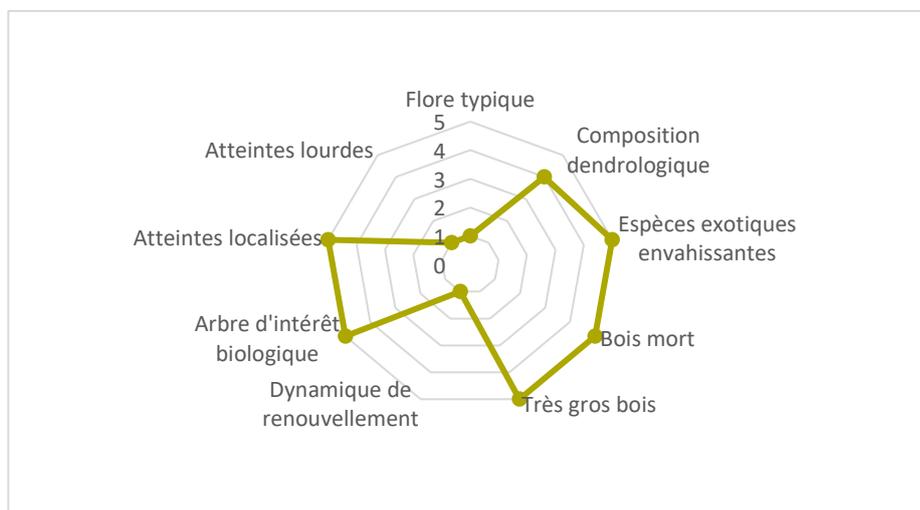


Figure 15 : graphique radar pour l'habitat 9180

V.1.1.1.4. Fiabilité de l'évaluation

Le calcul de l'intervalle de confiance n'a pas permis d'avoir un résultat statistiquement fiable pour le critère « bois mort » en ce qui concerne la note d'état de conservation. En effet, l'intervalle de confiance étant trop important ($\pm 4,77$), pour une valeur estimée à 11 bois mort/ hectares, la valeur réelle pourrait autant être égale à 6,23 qu'à 15,77 (Fig. 17). Le bonus de « + 5 » points octroyé lorsque le nombre de bois morts/hectares est supérieur à 8 peut ne pas être attribué si la valeur réelle se situe alors entre 5 et 8 bois morts/ hectares. La note finale serait donc de 55/100, ce qui ne change pas l'état de conservation, qui reste « altéré ». La valeur de l'intervalle de confiance des autres critères n'a pas d'influence sur la note finale.

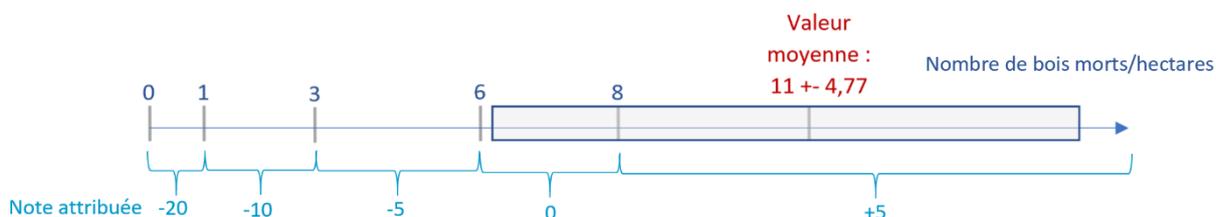


Figure 17 : Illustration de l'effet intervalle de confiance sur la précision de l'évaluation sur l'indicateur « bois mort »

V.1.1.2. Forêts alluviales (habitat 91E0)

V.1.1.2.1. Structure et fonctionnalité

Critère « flore typique de l'habitat »

Sur la totalité des placettes, en moyenne 13,8% de la flore dite « typique » de l'habitat 9180 a été relevée. Une note de « -20 » a donc été attribuée pour ce critère.

Le nombre maximum d'espèces répertoriées au sein d'une placette était de 11 espèces sur les 34 de la liste (32,4%) et le nombre minimum d'espèces inventoriées était de 0. L'espèce présente dans le plus de placettes (23 des 30 placettes) était, comme pour l'habitat précédent, l'érable sycomore, le plus souvent au stade de semis. Suivie, également, de l'oxalis des bois, identifiée dans 21 des 30 placettes et de l'anémone sylvie, relevée dans 16 des 30 placettes. Aussi, 17 des 34 espèces de la liste de la flore typique à l'habitat n'ont été identifiées dans aucune des placettes (50 %) : la luzule velue, l'ail des ours, l'anémone fausse renoncule (*Anemone ranunculoides*), le carex maigre (*Carex strigosa*), la dorine à feuilles alternes (*Chrysosplenium alternifolium*), la fétuque des bois, la gagée des bois (*Gagea lutea*), la benoîte des ruisseaux (*Geum rivale*), l'hellébore vert (*Helleborus viridis*), la lathrée écailleuse (*Lathraea squammaria*), la mélrique uniflore (*Melica uniflora*), la parisette à quatre feuilles, le sceau de Salomon multiflore, la renoncule à tête d'or (*Ranunculus auricomus*), la violette de Reichenbach, le saule pourpre (*Salix purpurea*) et l'orme lisse (*Ulmus laevis*) (Fig. 18).



Figure 18 : Espèces caractéristiques de forêts anciennes (de gauche à droite et de haut en bas : oxalis des bois, laiche des bois et laiche à épis espacés (*Carex sylvatica* et *Carex remota*), lamier jaune (*Lamium galeobdolon*), aspérule odorante (*Galium odoratum*) (Noël Ophelia, mai 2021)

Critère « intégrité dendrologique »

La présence d'essences allochtones à l'habitat représentait 1,7% du recouvrement des placettes en moyenne. En ce qui concerne cet habitat, des individus d'épicéa uniquement ont été inventoriés, en proportion allant de 5 à 20% de surface recouverte par placettes et au moins une fois dans chaque strate (herbacée, arbustive, arborée) dans 4 des 30 placettes. Une note de « - 5 » a, de ce fait, été allouée pour ce critère.

Critère « espèces exotiques envahissantes »

Aucune espèce exotique envahissante n'a été relevée lors de l'inventaire. Aucun point n'est donc perdu pour l'évaluation.

Critère « bois mort »

Une moyenne de 13,3 bois morts/ hectares a été relevée sur l'ensemble des placettes échantillonnées. Une note bonus de « + 5 » a pu être octroyée pour ce critère.

Critère « très gros bois »

Une note bonus de « + 5 » a également pu être attribuée pour ce critère. En effet, une moyenne de 15,6 très gros bois vivants/ hectares a été relevée sur l'ensemble des placettes.

Critère « dynamique de renouvellement »

Des problèmes de régénération ont été estimés visuellement dans 21 des 30 placettes. Dans 11 placettes, la régénération a été jugée comme étant « moyenne » et pour les 10 autres, « importante ». Effectivement, même si moins remarquable que pour les forêts de pentes, le hêtre était, dans une partie des placettes, la seule essence à se régénérer. Les autres essences (érable sycomore, charme, frêne, érable plane, aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) et noisetier), étaient présentes dans les placettes restantes mais toujours en proportion inférieure dans les stades les plus avancés (gaulis et perchis).

Dans 9 des 30 placettes, il n'y avait pas de problème de régénération, c'est-à-dire une diversité notable et une proportion plus ou moins homogène d'essences dans les stades de régénération.

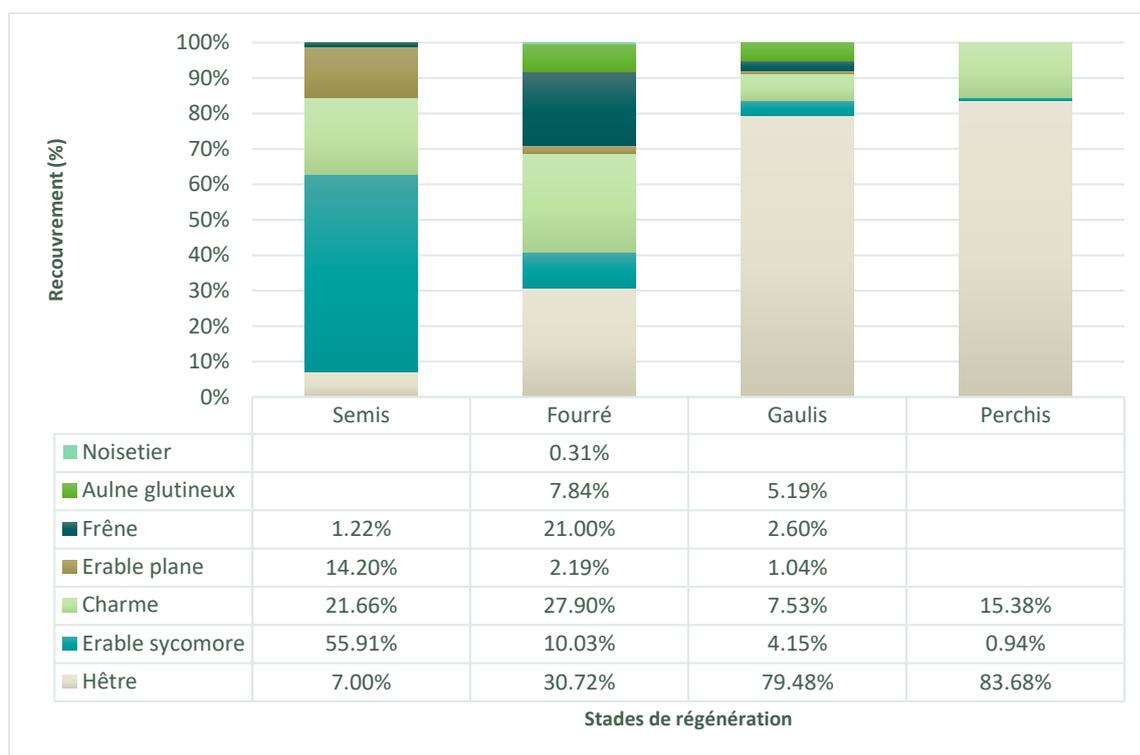


Figure 19 : Pourcentage de recouvrement par stade de régénération et par essences pour l'habitat 91E0

Au regard de la Figure 19, le hêtre est l'essence majoritaire en ce qui concerne la régénération des forêts alluviales et ce, aux stades fourré, gaulis et perchis (respectivement 30,72 %, 79,48 % et 83,68 %). L'érable sycomore et le charme sont présents sous tous les stades de régénération mais sont peu (voir très peu) représentés dans les stades plus avancés. Aux stades semis et fourrés, les écarts de proportions entre les essences sont moins flagrants. En ce qui concerne le frêne au stade fourré, ce chiffre provient en grande partie d'une placette, qu'il occupait à 65 % et non de sa répartition homogène sur l'ensemble de l'habitat.

La note de « -5 » a été octroyée pour ce critère, attestant de problèmes de régénération moins marqués et moins répandus que pour les forêts des pentes mais néanmoins bien présents dans plus de la moitié des placettes échantillonnées.

Critère « bois d'intérêt biologique »

Ce critère ajoute, lui aussi, 5 points à l'évaluation. De fait, une moyenne de 18,9 bois d'intérêt biologique vivants/ hectares a été rapportée pour l'habitat 9180.

V.1.1.2.2. Altérations

Critère « atteintes localisées »

Dans cinq placettes, trois atteintes ont été identifiées : le tassement du sol, dû à une mise à blanc dans une zone où se trouvait une des placettes et aux véhicules forestiers (sentier de débardage), des perturbations anthropiques (pont, sentier, piétinement humain) et des dégâts sanitaires sur le frêne (chalarose du frêne) (Fig. 20).



Figure 20 : Chalarose du frêne (*Chalara fraxinea*) (Noël Ophelia, avril 2021)

La zone de mise à blanc couvrant 90% d'une placette et les perturbations anthropiques s'étalant sur la moitié d'une autre placette, la surface moyenne de l'habitat 91E0 dégradée par ces différentes atteintes s'élève à 5,4%, ce qui implique une note de « -10 » pour ce critère.

Critère « atteintes diffuses »

Comme pour l'habitat précédent, une note de « -20 » a été attribuée pour ce critère et ce, pour les mêmes raisons. En effet, dans la totalité des placettes inventoriées, la majorité des jeunes plants étaient abrutis et six placettes étaient partiellement piétinées par le gibier.

V.1.1.2.3. Evaluation

En sommant et en soustrayant la totalité des valeurs attribuées à chaque critère, une note de 55 est obtenue (Tab. 8), ce qui correspond à un état de conservation « altéré » (Fig. 21) pour les forêts alluviales. Les critères faisant perdre des points à l'état de conservation sont : « flore typique de l'habitat », « intégrité dendrologique », « dynamique de renouvellement », « atteintes localisées » et « atteintes diffuses ».

Tableau 8 : Tableau d'évaluation de l'habitat 91E0

Paramètres	Critères	Note SPN/MNHN (/100)	Note RNF	
Structure et fonctionnalité	Intégrité de la composition	Flore typique de l'habitat	-20	1
		Intégrité dendrologique	-5	4
		Espèces exotiques envahissantes	0	5
	Cycle de la matière	Bois mort	5	5
	Cycle sylvigénétique	Très gros bois	5	5
		Dynamique de renouvellement	-5	3
	Biodiversité	Bois d'intérêt biologique	5	5
Altérations	Atteintes localisées	-10	4	
	Atteintes diffuses	-20	1	
		55		

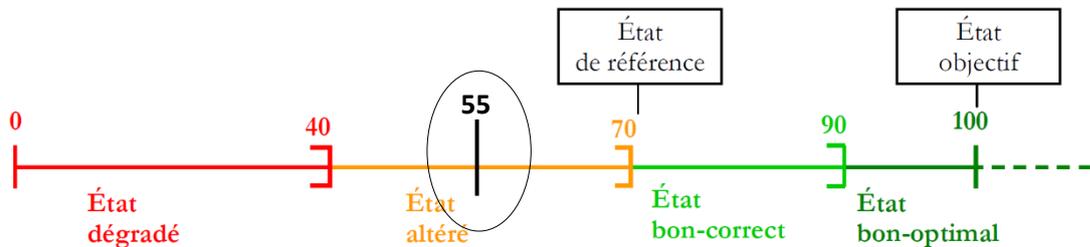


Figure 22 : État de conservation l'habitat 91E0

La modélisation de ces valeurs sous forme de « graphique radar » (Fig. 22), met en avant les cinq critères ayant un effet négatif sur l'état de conservation de l'habitat 91E0. Comme pour l'habitat 91E0, sur ces quatre critères trois se détachent des autres, avec un impact particulièrement important : « flore typique », « dynamique de renouvellement » et « atteintes lourdes ».

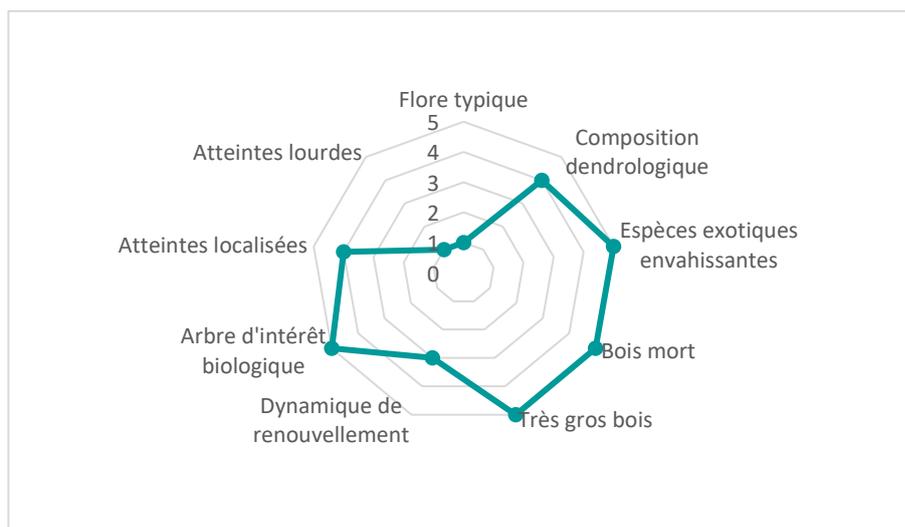


Figure 21 : Graphique radar pour l'habitat 91E0

V.1.1.2.4. Fiabilité de l'évaluation

En ce qui concerne les forêts alluviales, pour les critères « intégrité dendrologique », « bois mort », « très gros bois » et « atteintes localisées », de la même manière qu'explicité au paragraphe V.1.1.1.4., les intervalles de confiance, trop conséquents par rapport à la valeur moyenne, ne permettent pas d'avoir de résultats statistiquement fiables. Effectivement, pour l'intégrité dendrologique, la note d'évaluation oscille entre 0 et - 5, pour le nombre de bois morts/ hectare et le nombre de très gros bois/hectare, entre 0 et + 5 et pour les atteintes localisées, entre 0 et -15. La valeur de l'intervalle de confiance des autres critères n'a pas d'influence sur la note finale.

La variabilité de notation pour ces quatre critères amène à envisager différents niveaux de lecture des résultats afin de nuancer la note de 55/100 affectée à l'habitat 91E0 : une lecture pessimiste, où la note la plus basse est donnée pour chaque critère, et une lecture optimiste, où la note la plus haute est attribuée (Tab. 9).

Tableau 9 : Scénarios pessimistes et optimistes en fonction des valeurs obtenues pour l'intervalle de confiance de chaque critère

Critères	Moyenne sur l'ensemble de l'échantillon	Intervalle de confiance à 95%	Note attribuée (/100)	Note pessimiste (/100)	Note optimiste (/100)
Flore typique de l'habitat	13,8	] 11,04 ; 16,56 [	-20	-20	-20
Intégrité dendrologique	1,7	] 0 ; 3,53 [	-5	-5	0
Espèces exotiques envahissantes	0	0	0	0	0
Bois mort	13,3	] 6,01 ; 20,59 [	5	0	5
Très gros bois	15,6	] 7,47 ; 23,73 [	5	0	5
Dynamique de renouvellement	/	/	-5	-5	-5
Bois d'intérêt biologique	18,8	] 9,73 ; 27,87 [	5	5	5
Atteintes localisées	5,4	] 0 ; 11,92 [	-10	-15	0
Atteintes diffuses	/	/	-20	-20	-20
Total de la note			55	40	70

Dans le cas du scénario pessimiste, la note d'évaluation sera de 40/100, correspondant à un état de conservation dégradé. La note d'évaluation du scénario optimiste se situe à 70/100, illustrant un état altéré. Quel que soit le niveau de lecture, la note d'état de conservation se situe en deçà de l'état de référence, correspondant au point limite vers le bon état de conservation.

V.1.1.3. Qualité des données

Au cours de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de pente, éboulis ou ravins et des forêts alluviales, plusieurs paramètres nécessitent de mettre en perspective la qualité des données.

Premièrement, la reconnaissance floristique pour le critère « flore typique » demande une certaine expertise, notamment en ce qui concerne la reconnaissance des graminées. Le manque d'expérience, la période d'échantillonnage et le retard particulier de floraison de cette année, n'ont pas permis d'identifier toutes les graminées de manière précise, induisant une certaine inexactitude quant à la présence ou l'absence de certaines espèces de la flore typique.

Deuxièmement, les intervalles de confiance de certains critères et la variabilité des notations associées induisent une impertinence statistique pour l'évaluation finale de l'état de conservation. Ce point peut néanmoins être amélioré en augmentant le nombre de placettes d'échantillonnage. Ce qui, dans le cas présent, n'était pas possible à cause des faibles surfaces occupées par les habitats, et par manque de temps.

La qualité des données est, en conséquent, considérée comme modérée car le recueil des données n'est pas précis (identification approximative des graminées) et la précision statistique est insuffisante.

V.2. Habitats potentiels

L'analyse de l'état de conservation des habitats Natura 2000 met en évidence certains problèmes fonctionnels et structurels que rencontrent les forêts de pentes, éboulis ou ravins et les forêts alluviales dans Saint-Michel Freyr. Les notions de répartition et de surface réellement ou potentiellement occupées par ces deux milieux sont abordées dans cette partie.

V.2.1. Modélisation cartographique

Les Figures 23 et 24 illustrent la répartition potentielle des habitats 9180 et 91E0 au sein du site d'étude selon un gradient de probabilité. Les zones où la probabilité est la plus importante sont modélisées en vert et celles où la probabilité est la plus faible, en orange/jaune.

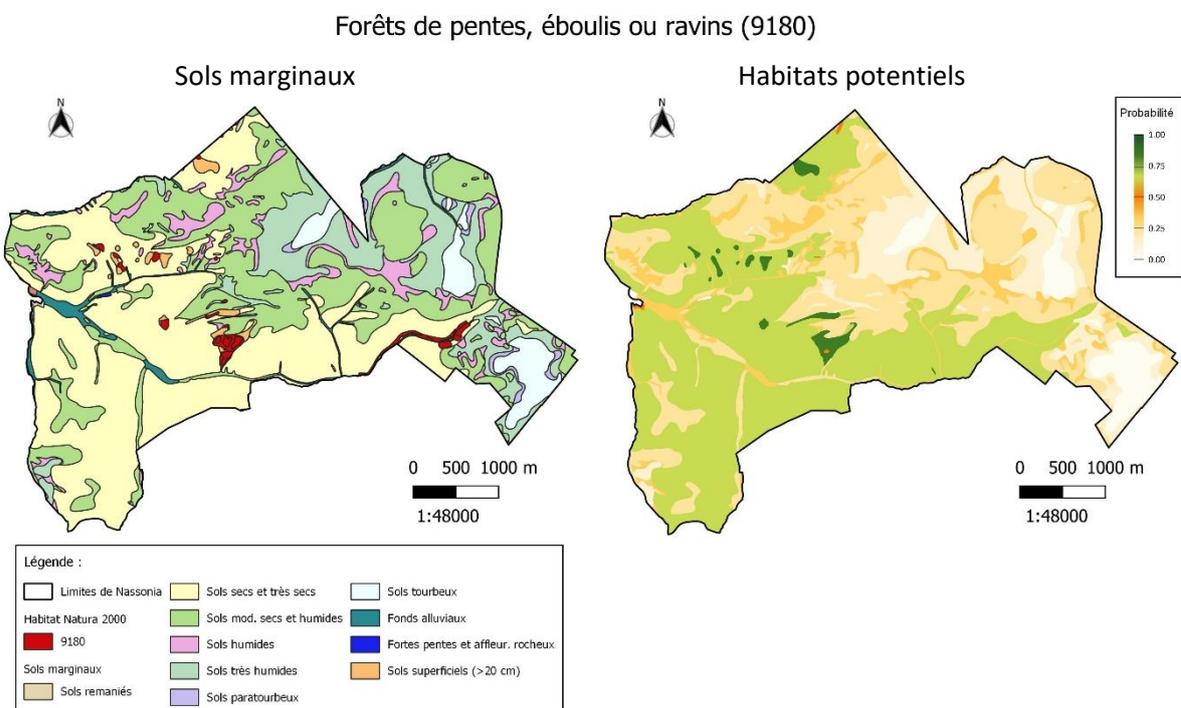


Figure 23 : Répartition potentielle de l'habitat 9180 en fonction des types de sols marginaux de la zone d'étude ; Auteure : Ophelia Noë, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)

En ce qui concerne les forêts de pentes, éboulis ou ravins, la probabilité de présence de cet habitat est au maximum dans des petites poches, dispersées et isolées au centre et au nord-ouest du site ainsi que dans le prolongement de certaines entités d'habitat. Ces zones correspondent, selon la carte des sols marginaux, aux sols superficiels, d'épaisseur inférieure à 20 cm. Sa présence est moins probable, mais néanmoins assez importante sur les sols secs à très secs, sur la majorité de la partie ouest et sud de Nassonia. Par contre, l'habitat 9180 a une faible probabilité d'exister sur les autres types de sol marginaux, qui correspondent aux sols plus humides.

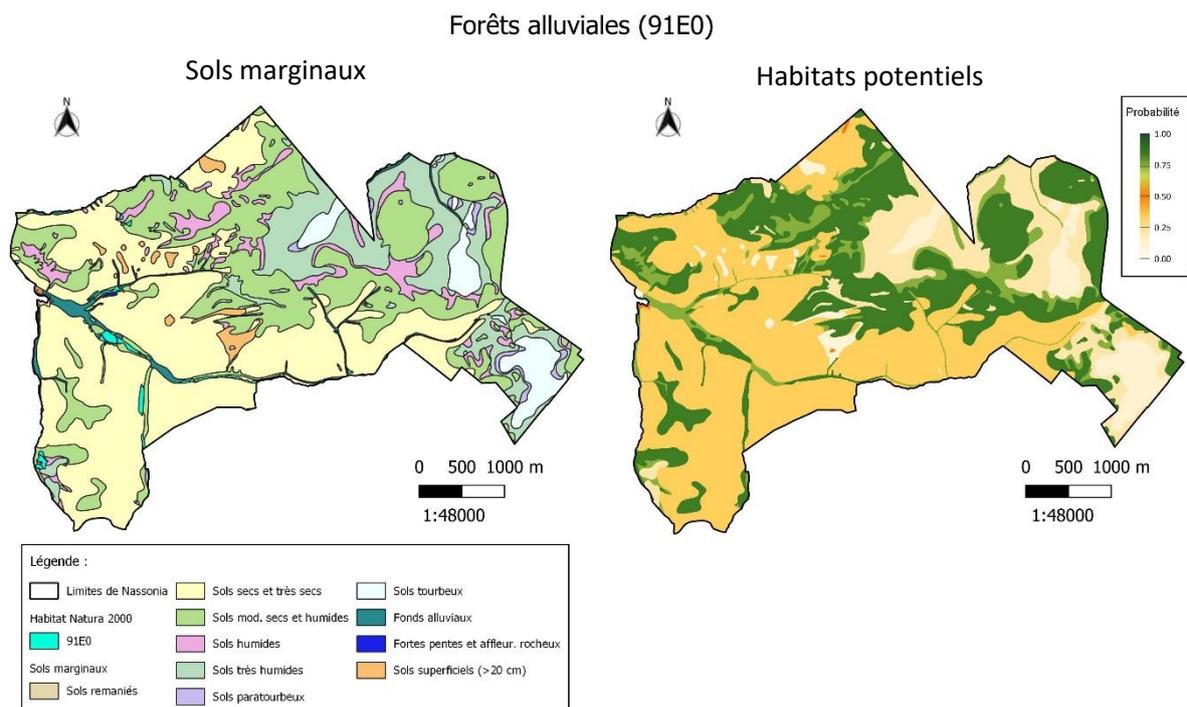


Figure 24 : Répartition potentielle de l'habitat 91E0 en fonction des types de sols marginaux de la zone d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scr1)

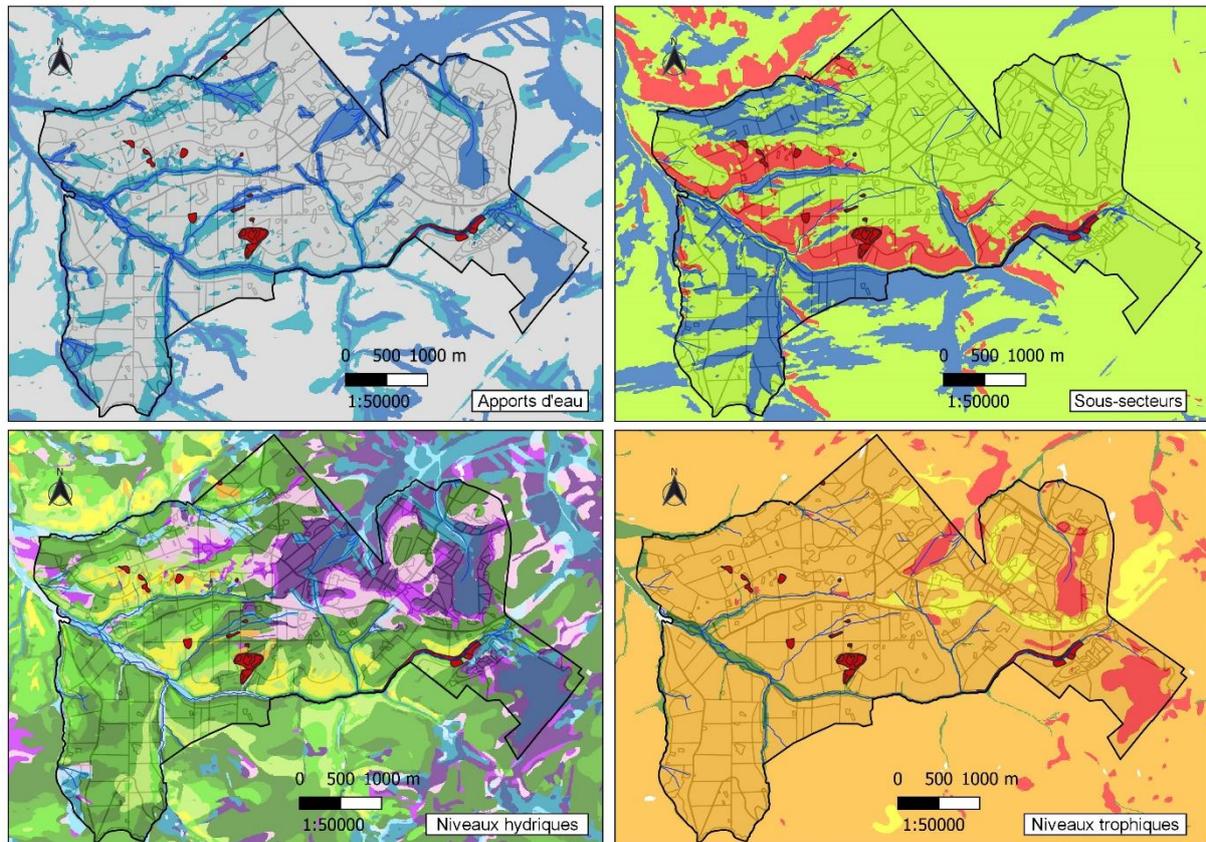
Les forêts alluviales, quant à elles, ont une probabilité de présence élevée dans les zones où les sols sont modérément secs et humides, humides et sur les fonds alluviaux. Ces différentes zones sont réparties sous la forme de cordons rivulaires le long des cours d'eau, de poches à l'ouest du site et sont assez concentrées dans le nord et nord-est de Nassonia, contournant les zones tourbeuses/paratourbeuses et les sols très humides.

V.2.2. Zonage des entités d'habitats potentiels

Les résultats présentés dans cette partie ont pour but de préciser, sur base de différentes analyses, le zonage de la potentialité de présence des forêts de pentes, éboulis ou ravins et des forêts alluviales au sein de la forêt de Saint-Michel.

V.2.2.1. Forêts de pentes, éboulis ou ravins (habitat 9180)

V.2.2.1.1. Conditions environnementales de l'habitat Natura 2000 en fonction des cartes du fichier écologique des essences



Légende :

<ul style="list-style-type: none"> □ Limites de Nassonia □ Parcellaire — Réseau hydrographique Habitat Natura 2000 ■ 9180 	<p>Conditions stationnelles</p> <p>Apports d'eau</p> <p>■ APPORTS D'EAU</p> <ul style="list-style-type: none"> □ sans apport d'eau ■ apport variable ■ apport permanent 	<p>Sous-secteurs</p> <p>SOUS SECTEURS</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ sous-secteur froid ■ sous-secteur neutre ■ sous-secteur chaud 	<p>Niveaux hydriques</p> <p>NIVEAUX</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14 ■ 15 ■ 16 ■ 17 ■ 18 ■ 19 ■ 20 ■ 21 ■ 22 ■ 23 ■ 24 ■ 25 ■ 26 ■ 27 ■ 28 ■ 29 ■ 30 ■ 31 ■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 	<p>Niveaux trophiques</p> <p>NIVEAUX</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ -3 ■ -2 ■ -1 ■ 0 ■ 1 ■ 2
--	--	---	---	--

Figure 25 : Conditions stationnelles de l'habitat 9180 dans la forêt de Saint-Michel-Freyr ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : Walonmap, Ecofirst scrl)

Apport d'eau

L'apport d'eau diffère entre les entités d'habitat. En effet, la quasi-totalité de la surface de l'entité le long du ruisseau de Bilaude a un apport d'eau variable. L'entité centrale, elle, a un apport d'eau variable sur la moitié de sa surface et le reste n'est pas approvisionné en eau. Ensuite, les trois entités au niveau de l'affluent de la Masblette sous le ruisseau d'Abani ont un apport d'eau variable (pour la moitié de la plus grande d'entres elles), permanent (pour une petite proportion des deux dernières) et inexistant pour le reste de leurs surfaces. Enfin, les cinq entités au-dessus du ruisseau d'Abani, ne sont pas ou très peu alimentées en eau.

En conséquence, dans la forêt de Saint-Michel, les forêts de pentes, éboulis ou ravins s'établissent majoritairement sur des zones non approvisionnées en eau ou

approvisionnées de façon variable. De ce fait, les aires au plus haut potentiel de présence de l'habitat 9180 devraient se trouver sur des territoires avec ces mêmes caractéristiques d'approvisionnement en eau.

Sous-secteur radiatif

La grande majorité des entités se trouve dans des versants chauds. Néanmoins quatre petites entités et la moitié de l'entité du ruisseau de Bilaude sont des zones neutres. L'autre moitié de l'entité d'habitat de Bilaude est dans un versant froid.

L'établissement des forêts de pentes semble favorisé dans les versants chauds mais selon leurs typologies (érablières à Ormes et à Polystics à aiguillons), elles peuvent aussi s'établir dans les versants froids.

Niveau hydrique

Le sol est mésique, moyennement humide, de part et d'autre du ruisseau de Bilaude et donc, caractéristique de l'entité associée. La plupart des autres entités sont sur des sols xériques, très secs. La petite proportion d'entités restantes (moins de 1ha) se partage entre sols humides et plutôt secs.

L'habitat 9180 se retrouve principalement sur des sols très secs avec une tolérance pour les sols moyennement humides, une fois encore en fonction de la typologie de l'habitat.

Niveau trophique

Toutes les entités de l'habitat 9180 se développent sur des sols méso-oligotrophes, acides et pauvres en éléments nutritifs, caractéristiques de l'Ardenne.

Les zones d'habitats potentiels devraient donc se concentrer uniquement sur ce type de sol.

V.2.2.1.2. Confrontation des données récoltées (cartographie – bibliographie – in situ)

Les données et caractéristiques recueillies et mises en évidence dans le paragraphe précédent permettent d'effectuer un tri quant aux aires d'habitats potentiels les plus probables, en écartant celles qui ne réunissent pas toutes ces conditions écologiques. De même, une seconde sélection des zones potentielles est réalisée, grâce aux placettes d'échantillonnage et aux relevés floristiques et structurels comparés aux caractéristiques propres à l'habitat, et rend possible leur classement entre zones à potentiel faible, moyen ou bon.

En effet, les zones sans blocs rocheux et/ou sans érables ou autres essences typiques des forêts de pentes, toutes strates confondues, sont classées « à potentiel faible ». Les situations sans pierrier et avec présence de l'érable (régénération et stade mature) ainsi que celles avec pierrier mais avec présence insignifiante ou inexistante de l'érable, se situant néanmoins dans les zones à potentiel estimé important au début de chapitre, sont finalement catégorisées « à potentiel moyen ». Pour finir, les aires contenant des érables à des stades matures, présentant une forte régénération de

l'érable, en pente et/ou formées de coulées pierreuses sont déterminées comme des zones à « bon potentiel ».

V.2.2.1.3. Validation des habitats

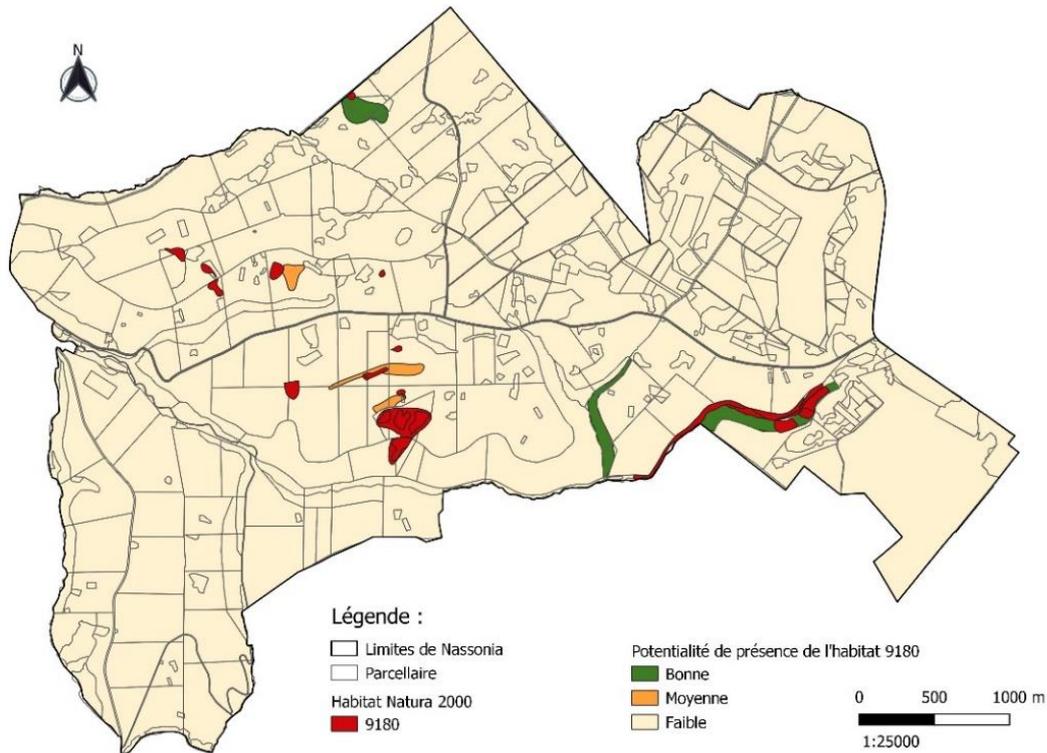


Figure 26 : Habitats potentiels des forêts de pentes, éboulis et ravins ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)

Enfin, trois zones se distinguent des autres (Fig. 26). La première se trouve dans le prolongement de l'entité de Bilaude, en situation de pente, comprenant une régénération de l'érable très importante au stade semis, des érables matures et bien conformés malgré la faible ouverture du couvert forestier, dominé par le hêtre (Fig. 27a). Il en est de même pour la deuxième, située à proximité du Ri du Pied de Boeuf, au sud du site. La troisième zone se situe à la pointe nord de Nassonia, à droite de la fontaine aux saules. Cette dernière prolonge la petite poche d'érablière déjà cartographiée et est caractérisée par un profil « typique » des érablières de ravin : gros blocs rocheux serrés et instables, pente, trouées, régénération importante de l'érable et présence de celui-ci dans la strate arborée (Fig. 27b et c).



Figure 27 : A gauche : régénération importante de l'érable sycomore. A droite : profils « typiques » d'érablières de ravins (amas de blocs instables, trouée dans le peuplement) (Noël Ophelia, mai 2021)

En ce qui concerne les poches ou les zones où l'entité centrale se prolonge (en orange sur la carte) définies au début de cette partie comme des aires à haut potentiel, la vérification sur le terrain met en évidence le fait que même si les sols sont superficiels et donc idéaux pour l'établissement des forêts de pentes, la dominance du hêtre dans toutes les strates empêche la régénération d'essences plus caractéristiques de l'habitat 9180.

Au total, 23,5 hectares de forêts de pentes, éboulis ou ravins seraient additionnés aux 18 hectares déjà existants (18 ha à bon potentiel et 5,5 ha à potentiel moyen). Ce qui élèverait la superficie de l'habitat 9180 dans Nassonia à 41,5 hectares.

V.2.2.2. Forêts alluviales (Habitat 91E0)

V.2.2.2.1. Conditions environnementales de l'habitat Natura 2000 en fonction des cartes du fichier écologique des essences

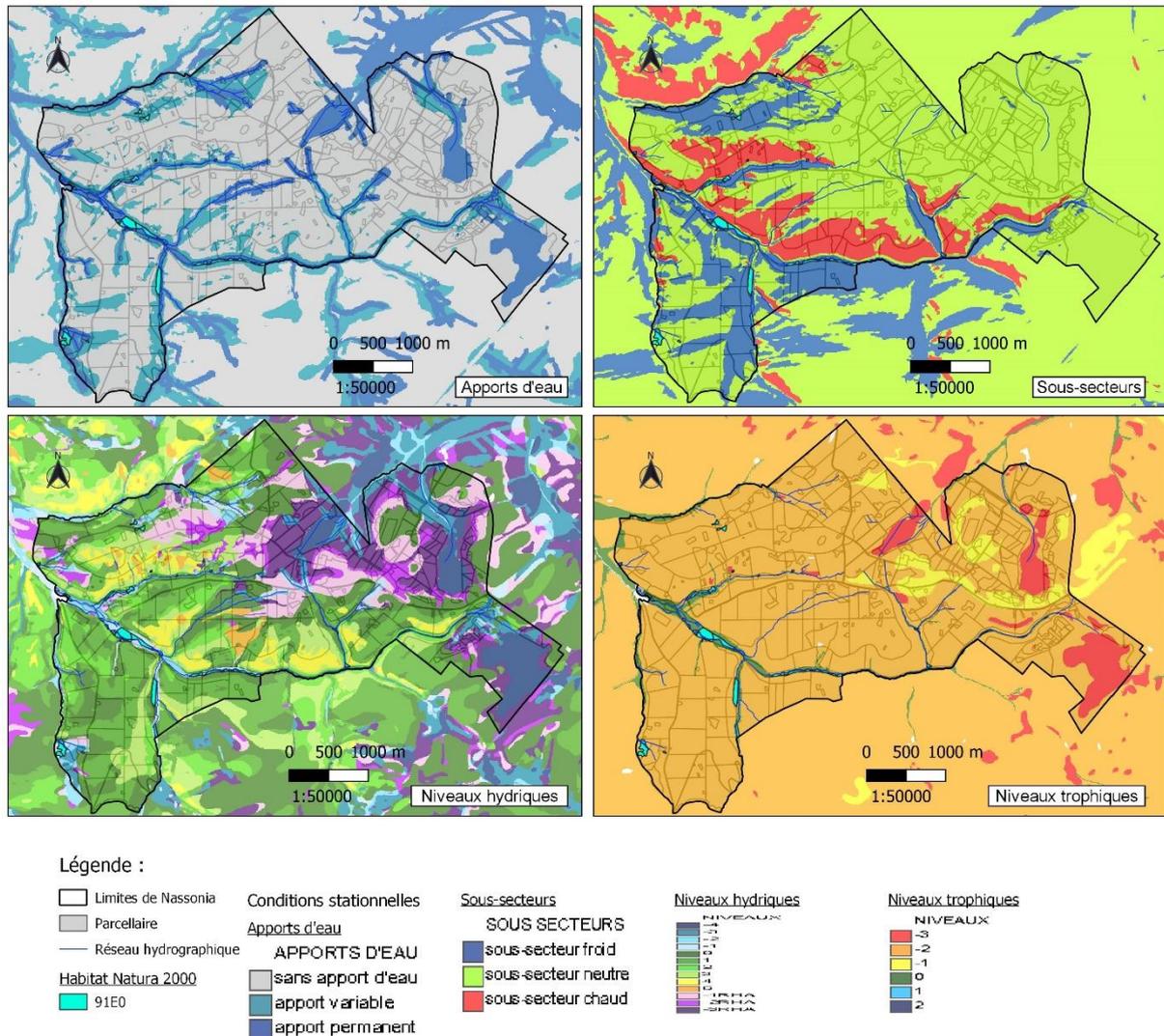


Figure 28 : Conditions stationnelles de l'habitat 91E0 dans la forêt de Saint-Michel-Freyr ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : Walonmap, Ecofirst scr1)

Apport d'eau

La totalité des entités de la forêt alluviale sont alimentées en eau de manière variable ou permanente, le long ou à proximité des points d'eau.

De ce fait, les zones d'habitats potentiels devraient être approvisionnées en eau.

Sous-secteur radiatif (zones de chaleur)

La très grande majorité des entités se situe sur les versants froids, mise à part l'entité à proximité du ruisseau de Waivery qui se trouve sur un plateau et quelques petites entités (moins de 1 ha) près du ruisseau d'Abani, sur un versant chaud.

L'établissement des forêts alluviales semble donc favorisé dans les versants froids au regard de leur faible taux de présence dans les versants chauds et sur les plateaux.

Niveau hydrique

Concernant les entités à proximité des points d'eau, le sol y est frais à humide mais il est aussi mésique à frais pour les deux entités au nord du site, à proximité d'un des affluents de la Diglette.

Le développement de l'habitat 91E0 est, de ce fait, optimum sur des sols un minimum humides.

Niveau trophique

La plupart des entités s'établissent le long des cours d'eau, où le sol est mésotrophe, naturellement fertile et l'entité de Waivery ainsi que celles au nord du site sur un sol méso-oligotrophe, plus pauvre.

Conséquemment, les zones d'habitats potentielles se situeront préférentiellement sur des sols fertiles, assurant la nutrition équilibrée de ses essences diagnostiques.

V.2.2.2.2. Confrontation des données récoltées (cartographie – bibliographie – in situ)

Comme pour les forêts de pentes, éboulis ou ravins, les données et caractéristiques stationnelles détaillées ainsi que les données relevées au sein des placettes d'échantillonnage, comparées aux caractéristiques intrinsèques de l'habitat ont permis d'effectuer un classement des aires d'habitats éventuels, entre zones à faible ou à bon potentiel.

De fait, les zones sans apports d'eau, en sous-secteur chaud et sur sols pauvres ont été classées comme étant « à potentiel faible » et celles réunissant toutes les conditions optimales à l'établissement des forêts alluviales et présentant des espèces communes aux espèces diagnostiques de cet habitat ont été catégorisées « à bon potentiel ».

V.2.2.2.3. Validation des habitats

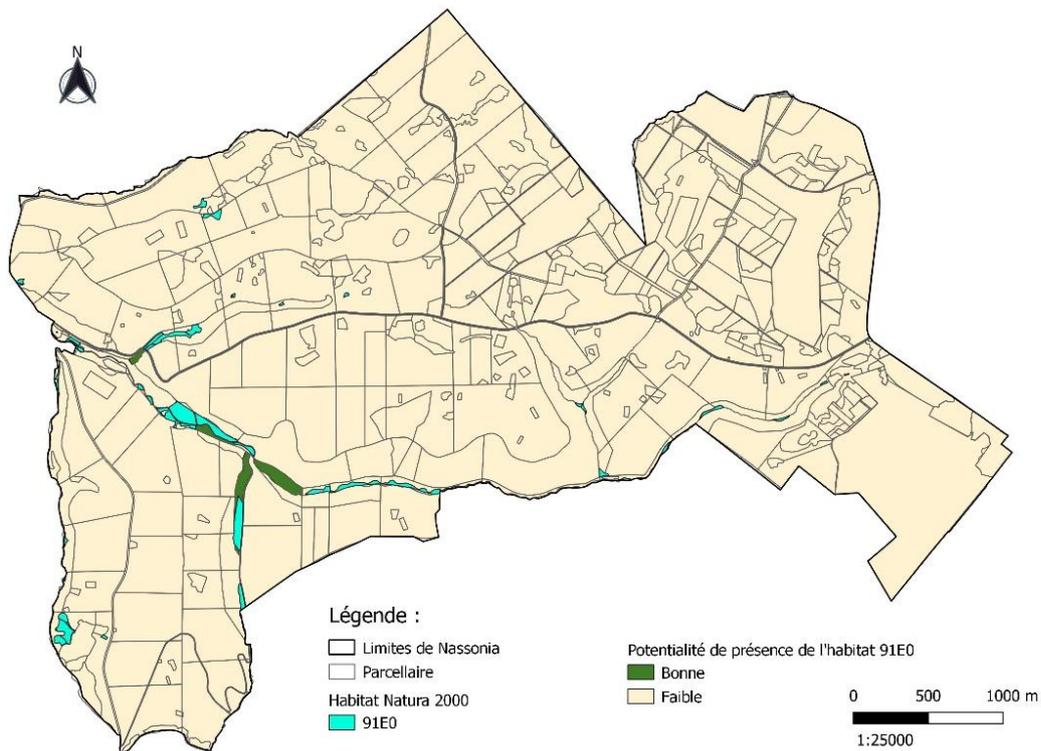


Figure 29 : Habitats potentiels des forêts alluviales ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scl)

En définitive, quatre zones se différencient (Fig. 29). Elles se situent toutes dans l'extension des entités déjà cartographiées, le long de la Masblette, du ruisseau d'Abani et du ruisseau de Pologne. Même si elles rassemblent toutes les caractéristiques et une proportion certaine des espèces typiques des forêts alluviales (Fig. 30a), le hêtre et le charme recouvrent la majorité de ces zones et empêchent, par endroits, les espèces diagnostiques de croître, par manque de lumière (Fig. 30b).



Figure 30 : A gauche : zone d'habitat 91E0 à potentiel élevé à l'intersection entre le ruisseau d'Abani et la Masblette, profil assez « typique » d'une forêt alluviale. A droite : zone d'habitat 91E0 à potentiel élevé le long de la Masblette, dominée par la régénération du hêtre (Ophelia Noël, mai 2021)

Au total, 5,8 hectares de forêts alluviales seraient additionnés aux 16 hectares déjà existants. Ce qui élèverait la superficie de l'habitat 91E0 dans Nassonia à 21,8 hectares.

PARTIE VI. Discussion et réflexions

VI.1. Retour d'expérience sur les méthodologies appliquées

VI.1.1. Évaluation de l'état de conservation

La méthode d'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site Natura 2000, dont Nathalie Carnino est la précurseure française (2009), a fait l'objet de recherches et de mises à jour afin d'en obtenir une version 2 en 2016, menées par Maciejewski. Ce sont principalement ces deux méthodologies qui ont inspiré celle utilisée dans ce travail (en plus d'autres articles et discussions avec des experts sur ce thème). La note et l'appréciation de l'état de conservation qu'avance cette méthode ne restent cependant que théoriques et ne prennent pas en compte les réalités de terrain. En effet, certains critères, la faible surface des habitats et le nombre réduit de placettes influencent négativement l'évaluation du bon état de conservation.

Par exemple, les forêts alluviales perdent 10 points pour le critère « atteintes localisées » or, seulement cinq des trente placettes inventoriées étaient la cible de diverses perturbations. Il en est de même pour le critère « intégrité dendrologique », faisant baisser la note de 5 points et pourtant, moins du tiers des placettes était occupée par des résineux dans les deux habitats. De plus, l'absence d'une grande partie de la flore dite « diagnostique » a abaissé la note de 20 points pour les habitats 9180 et 91E0. Néanmoins, même si l'identification d'un habitat se fait notamment grâce à un cortège floristique qui participe à sa détermination (Chytrý et al., 2002a) et est essentiel à son évaluation, la présence d'espèces floristiques est surtout propre aux conditions stationnelles de la forêt. La liste d'espèces typiques utilisée témoigne de la flore des forêts non-perturbées pour un certain type d'habitat en Wallonie mais ne prend pas en compte les variations stationnelles des régions naturelles belges. Certaines espèces (l'ail des ours, par exemple) ont donc de faibles chances de se développer dans la forêt de Saint-Michel, même avec un habitat en excellent état de conservation.

Aussi, comme mentionné dans la partie « Résultats », le faible nombre de placettes diminue la qualité des données récoltées et biaise l'évaluation. Seulement, la surface réduite des deux habitats et leur disposition dans le site d'étude, en cordons rivulaires ou en petites poches isolées, rend difficile l'augmentation de surface échantillonnée sans utiliser une maille ou un rayon de placette de moindres dimensions. De ce fait, cette méthode ne peut uniquement donner des résultats fiables sur des surfaces plus importantes.

Enfin, la méthodologie utilisée donne une idée générale de l'état de conservation dans toute la zone d'étude et ne permet pas d'évaluer l'état des entités seules et donc, d'appliquer les mesures de gestion de manière localisée sur les entités nécessitant une plus grande attention de la part du gestionnaire.

Les erreurs et imprécisions induites par la méthode nécessitent de remettre en question et de nuancer la note d'état de conservation des forêts de pentes, éboulis et

ravins et des forêts alluviales et de repenser les critères et surtout les seuils utilisés en les adaptant davantage au site d'étude et aux contraintes de terrain.

VI.1.1.1. Point de vue des gestionnaires forestiers

Dans la même optique, l'avis des gestionnaires forestiers, exerçant depuis plusieurs années dans la forêt de SMF est important à prendre en compte afin d'avoir une vision réaliste et de « terrain » de l'état de conservation et des mesures sylvicoles en cours.

Selon eux, l'état de conservation, bien que non optimal actuellement, a de beaux jours devant lui. En effet, les critères bois morts, très gros bois et bois d'intérêt biologique (faisant gonfler la note d'évaluation dans Saint-Michel) sont les plus importants car ces bois sont sources de nourriture et d'habitat concernant de nombreuses espèces, ils augmentent, de ce fait, la biodiversité en forêt et apportent de la matière organique aux sols.

Aussi, les nouvelles opportunités amenées par le projet Nassonia donnent l'occasion d'agir dès à présent sur l'envahissement du hêtre et sur la pression du gibier puisqu'un projet visant à éliminer, sur 50 hectares de fonds de vallée, la régénération du hêtre (individus de moins de 40 cm de circonférence) au profit des autres essences qui s'y développent difficilement, a été déposé afin d'obtenir des financements auprès du Programme Wallon de Développement Rural (PWDR). Les baliveaux coupés et laissés sur place reconstitueront le sol forestier, protégeront les semis et serviront de nourriture au gibier, diminuant ainsi leur pression sur la régénération. De plus, lors des futures opérations de martelage, les tiges de plus de 40 cm de circonférence seront systématiquement marquées dans les lieux où elles concurrencent les autres essences. Sur le long terme, le problème de la grande faune pourra également être réglé moyennant des mesures politiques adéquates, ainsi que la création d'un parc national avec des restrictions et implications particulières.

Enfin, en ce qui concerne la présence de jeunes plants de résineux au sein des habitats Natura 2000, ils sont laissés sur place car de toutes façons concurrencés par le hêtre et l'érable dans la strate arborée et ils ne peuvent pas se développer davantage au sein de ces milieux.

VI.1.2. Zonage des habitats potentiels

La phase de modélisation spatiale des habitats potentiels s'est basée sur l'intersection de la carte des habitats Natura 2000 et celle des sols marginaux, toutes deux modifiables, téléchargeables et disponibles en format shapefile. En ce qui concerne les quatre cartes stationnelles, bien que disponibles en open source sur Walonmap¹⁷, leur accès reste limité à leur visualisation gratuite sur un logiciel SIG. La phase d'analyse cartographique précédant la modélisation s'est, de ce fait, effectuée en superposant la carte des habitats Natura 2000 et celles du fichier écologique des

¹⁷ Carte interactive du Géoportail de la Wallonie, permet de visualiser des données géographiques sur l'ensemble du territoire wallon. (<https://geoportail.wallonie.be/walonmap>)

essences et en émettant une analyse « visuelle ». Pour plus de précision et d'homogénéité concernant la méthode, un accès libre à l'ensemble des cartes aurait permis une modélisation sur base de cet ensemble et donc, un gain de temps et de justesse vis-à-vis des zones d'habitats potentiels.

De plus, les cartes des conditions stationnelles et des sols marginaux sont habituellement traitées à l'échelle de la Wallonie. Or, dans cette étude, seule une petite portion du territoire wallon (1650 ha) est prise en compte. Cela induit un décalage, dans les analyses, quant à la situation réelle des différentes entités de ces cartes.

Le zonage s'est, finalement, réalisé sur base d'une placette d'échantillonnage par entité/zone ainsi qu'une brève prospection des alentours. Une analyse de terrain a posteriori s'avère alors essentielle afin de délimiter précisément les zones d'habitats potentiels et de déterminer leurs caractéristiques écologiques actuelles et ainsi, leur potentialité réelle d'abriter ces types d'habitats à l'aide d'inventaires en plein (floristiques, structures, sondage pédologique, etc.).

VI.2. Pistes de réflexion pour la gestion des milieux étudiés

L'objectif de gestion propre au projet Nassonia, en vue des résultats obtenus concernant les deux milieux étudiés lors de ce travail, est d'assurer le maintien, la réhabilitation et le développement des habitats sur le long terme en :

- Contrôlant l'envahissement du hêtre à l'égard des essences « diagnostiques » des habitats ;
- Priorisant la régénération et la pérennité de ces essences ;
- Minimisant les atteintes aux habitats ;
- Assurant la continuité de l'habitat ;
- Mettant les entités en réserve au besoin ;
- Garantissant, si possible, la continuité de la productivité des essences de l'habitat.

VI.2.1. Forêts de pentes, éboulis ou ravins (habitat 9180)

VI.2.1.1. Gestion actuelle

La majorité des entités de l'habitat 9180 se situe en réserve forestière, soit intégrale, soit dirigée pour la partie au nord du ruisseau de Bilaude. Ce qui signifie que ces zones évoluent de manière totalement libre ou sont gérées à des fins de conservation de la nature. Concernant les zones d'habitats potentiels, les trois zones à « bon potentiel » et une partie d'entité à « potentiel moyen », au milieu du site se trouvent en réserve intégrale (Annexe 14). Pour le reste, des fragments isolés d'habitats Natura 2000 ou potentiels sont exploités classiquement.

VI.2.1.2. Propositions de gestion

VI.2.1.2.1. Sylviculture adaptée à l'habitat

Les forêts de pentes, éboulis ou ravins sont des milieux fragiles : entre les blocs de pierres, le sol est limité à de petits amas de matière organique gardant l'eau et les éléments nutritifs. Toute coupe excessive, mettant à nu le substrat, risque d'entraîner la disparition quasiment définitive de la végétation forestière par l'érosion et la minéralisation de la matière organique (Rameau et al., 2000). Ces habitats doivent, de ce fait, faire l'objet de méthodes sylvicoles adaptées prenant en compte leur vulnérabilité, leurs potentialités et leur importance écologique.

Les potentialités forestières de ce type de forêts sont médiocres. En effet, l'hétérogénéité du sol et la mobilité des blocs infèrent une forme défectueuse aux arbres (sauf quelques exceptions) et des différences de croissance. En plus de cela, la faible surface occupée par l'habitat 9180 et son exploitation difficile lui confèrent un intérêt économique assez faible.

Conséquemment, le paramètre principal à prendre en compte vis-à-vis de la sylviculture à appliquer sur ce milieu est l'importance de la reconstitution de la matière organique (à l'origine de la fertilité de ces stations) et donc, le rôle de la couverture forestière. Aussi, l'objectif prioritaire n'est pas la production mais l'accroissement de la naturalité des forêts de pentes.

Au sein du site d'étude, les entités hors réserve sont gérées avec une optique de production, non adaptée alors à ce type d'habitat. Pour ces zones, les propositions de gestion en faveur du maintien de ces forêts sont les suivantes :

- Eviter les coupes de grande dimension au risque de dégrader les sols et de mettre en péril la protection physique du milieu ;
- Privilégier les traitements irréguliers et le fonctionnement naturel de l'habitat (dynamique naturelle) en prélevant certains des individus intéressants économiquement ;
- Arrêter potentiellement toute intervention sylvicole et protéger l'habitat de l'exploitation des zones voisines ;
- S'il y a exploitation : par câble afin de protéger les sols ;
- Préservation des microhabitats associés : arbres morts/très gros bois/arbres biologiques.

VI.2.1.2.2. Gestion de la concurrence du hêtre

Un des principaux problèmes rencontrés, que ce soit dans l'évaluation de l'état de conservation ou dans le zonage des habitats potentiels est la concurrence des stades de régénération du hêtre et de son couvert arboré vis-à-vis des autres essences.

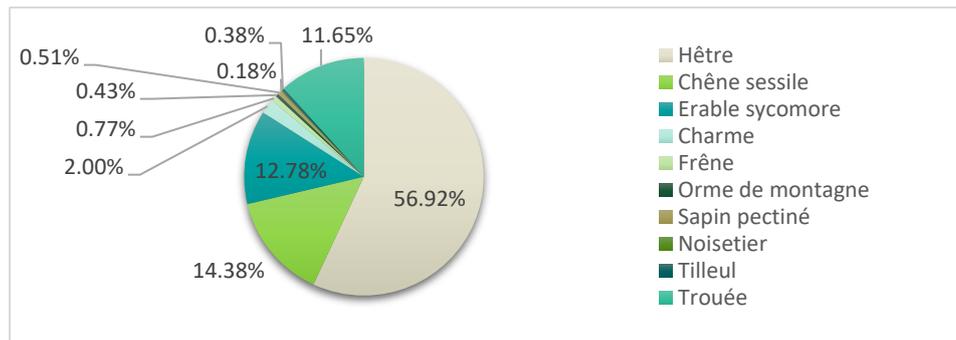


Figure 31 : Pourcentage de recouvrement de la strate arborée de l'habitat 9180 en fonction des essences

Au regard de la Figure 31, la strate arborée était, lors de l'inventaire d'état de conservation, occupée en majorité par le hêtre. Du fait de son couvert dense, le hêtre favorise sa régénération et empêche celle des autres essences. En effet, le hêtre est une espèce sciaphile, appréciant davantage les zones ombragées et les essences plus typiques des forêts des pentes (érable sycomore, chêne sessile, orme des montagnes, frêne et sorbier des oiseleurs) ont une tolérance faible à moyenne quant à l'ombrage lors de leurs stades juvéniles. Cela en fait donc de mauvais compétiteurs pour la croissance face aux hêtres¹⁸.

Afin de pallier le manque de place et de lumière induit par le hêtre, des petites zones d'éclaircie peuvent être créées en :

- Effectuant un dépressage progressif et périodique du hêtre dans les jeunes peuplements (de 3 à 10 m). Cette mesure réduira la densité du hêtre au profit d'autres essences (ONF, s.d.) ;
- Utilisant la méthode de l'annélation (Claes, 2019) sur les jeunes tiges de hêtre. Ce qui donne la possibilité de contrôler et de rééquilibrer la concurrence sans la supprimer de manière trop abrupte.

L'ouverture du couvert arboré donnera aussi la possibilité au cortège floristique des forêts de pentes de se développer davantage dans la mesure où les conditions stationnelles l'accordent.

VI.2.1.2.3. Régénération des essences diagnostiques

La diminution de pression du hêtre sur la régénération des autres essences rendra possible leur développement du stade de semis au stade adulte et participera à la diversification des essences forestières.

Cependant lors des relevés, l'érable sycomore était la seule essence habituellement fréquente dans les forêts de pentes à montrer des capacités de développement en régénération naturelle. Or, le tilleul, le bouleau verruqueux, le sorbier des oiseleurs, le chêne sessile, pour les entités sur sols secs et l'érable plane,

¹⁸ Fichier écologique des essences. (<https://www.fichierecologique.be/#/>)

l'orme des montagnes, le noisetier pour les entités sur sols plus riches et humides ont de bonnes chances de pousser dans cet habitat.

Des tests de régénération sous « clôture suspendues » pourraient donc être réalisés en :

- Plantant ces diverses essences dans les stations adéquates afin d'évaluer leur capacité de développement dans l'habitat 9180 et de produire des semenciers, d'abord à proximité des clôtures mais ensuite dans les autres entités des forêts de pentes par dispersion naturelle ;
- Installant des clôtures autour des zones à forte régénération d'érable sycomore ;
- Effectuant les opérations sylvicoles adéquates : détourage régulier de ces essences afin de limiter la concurrence et de favoriser leur pousse.

Il est à noter que le sorbier des oiseleurs est une essence extrêmement appétente vis-à-vis du gibier et qu'en conséquence, les clôtures devront être en place assez longtemps afin de la laisser se développer dans les meilleures conditions.

VI.2.1.2.4. Gestion des résineux

Lors de l'inventaire d'état de conservation, des individus résineux (épicéa, sapin pectiné et sapin de Vancouver) ont été relevés dans 11 des 39 placettes, toutes strates confondues. Aussi, la zone à haut potentiel d'érablière à droite de la fontaine aux saules était occupée par des jeunes plants résineux. Ces essences, en dehors de leur aire de répartition naturelle, ne sont pas adaptées aux forêts de pentes ardennaises et participent à la dépréciation de l'état de conservation. L'élimination des résineux au sein des zones d'habitats/habitats potentiels est nécessaire afin de maintenir leur intégrité dendrologique.

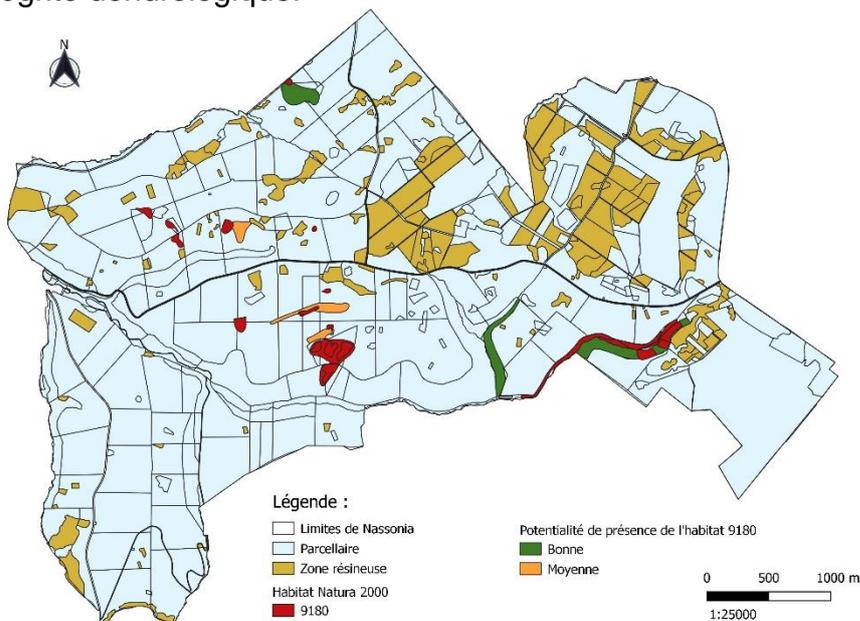


Figure 32 : Situation de l'habitat/habitat potentiel 9180 par rapport aux zones résineuses du site d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (sources : Ecofirst scrl, Claes (2019))

La présence de résineux dans les entités est en partie due à leur proximité avec plusieurs plantations résineuses et ce, au nord du site sur sols secs et près du ruisseau de Bilaude sur sols humides (Fig. 32). Leur remplacement après exploitation par des essences feuillues plus adaptées diminuera fortement leur dissémination dans les forêts de pentes et permettra aussi d'augmenter la diversité du massif en essences forestières :

- Aulne et bouleau pubescent (*Betula pubescens*) sur les sols humides à argile blanche à l'est de Bilaude ;
- Chêne sessile sur les sols secs.

VI.2.1.2.5. Potentialités vis-à-vis de la hêtraie déperissante

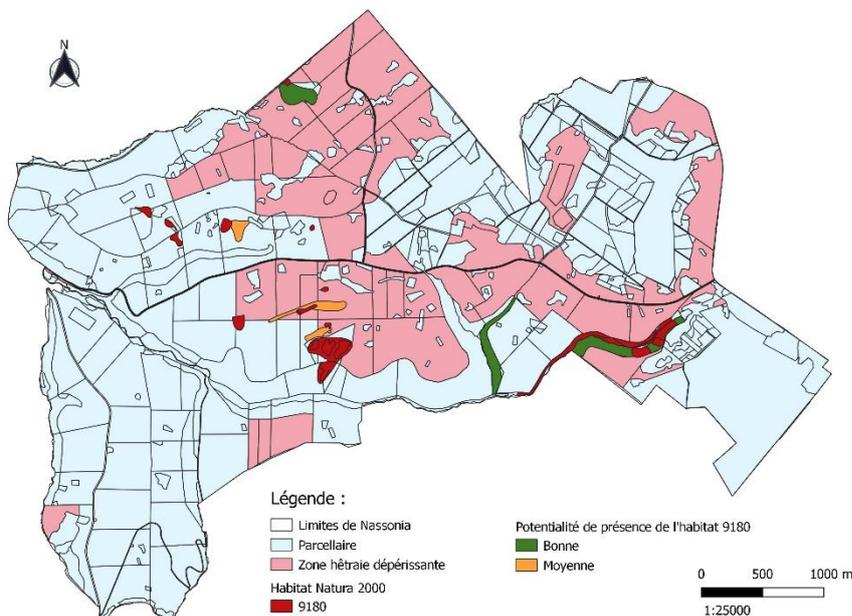


Figure 33 : Situation de l'habitat/habitat potentiel 9180 par rapport aux zones de hêtraies déperissantes du site d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl, Claes (2019))

Certaines entités d'habitats/habitats potentiels se situent dans ou aux alentours des zones de hêtraies déperissantes (Fig. 33). Ces zones pourraient peut-être, si les conditions stationnelles s'y prêtent, faire l'objet d'une conversion en forêts de pentes. Cette éventualité serait évidemment à étudier et à creuser plus rigoureusement dans un prochain travail.

La durée importante du projet laisse plusieurs opportunités quant aux mesures à appliquer :

- La mise en réserve intégrale des zones potentielles afin d'observer l'évolution naturelle des compartiments face au dépérissement du hêtre et ainsi, d'évaluer la capacité des érablières à s'y installer spontanément ;
- Instaurer une sylviculture favorisant les essences plus typiques de ce type de forêt tout en priorisant la conservation de la nature : clôtures, plantations, détournement.

VI.2.1.2.6. Gestion du gibier

La forêt de Saint-Michel, appartenant aux Chasses de la Couronne, fait déjà l'objet d'une gestion cynégétique très réglementée ayant pour but principal de diminuer la pression de la faune sauvage afin de retrouver un équilibre stable forêt-gibier. Les solutions, dans ce cas de figure, sont :

- D'intensifier les efforts de chasse dans le massif ;
- De multiplier les clôtures et de les laisser suffisamment longtemps afin de diminuer les impacts sur les essences appétentes et sur le sol ou bien de protéger les plants de manière individuelle (demande beaucoup de temps et d'investissement dans des parcelles de surface importante) ;
- De sensibiliser et de s'accorder avec les propriétaires privés hors Chasses de la Couronne.

VI.2.1.2.7. Changement de statut

L'affectation en réserves, dirigées dans un premier temps, de la totalité des habitat/habitats potentiels, des zones proches de hêtraies déperissantes et de peuplements résineux fait en sorte de pouvoir réhabiliter les habitats dans un mauvais état de conservation et de faire se développer de nouvelles parcelles d'habitat dans les zones adaptées en conduisant les traitements sylvicoles dans une optique de conservation des milieux. Aussi, la mise en place d'une zone de protection d'environ 20 m autour de ces réserves protégera ces dernières des perturbations induites par l'exploitation des plantations alentour.

VI.2.2. Forêts alluviales (habitat 91E0)

VI.2.2.1. Gestion actuelle

Mises à part quelques petites entités hors réserve (au Nord du site, fourneau Saint-Michel, partie le long du ruisseau d'Abani et du ruisseau de Palogne) et en réserve intégrale (Ri du pied de bœuf, petite partie de Bilaude) les autres zones d'habitats/habitats potentiels sont en réserve dirigée (Annexe 15).

VI.2.2.2. Propositions de gestion

VI.2.2.2.1. Sylviculture adaptée à l'habitat

Les forêts alluviales ont une grande valeur biologique mais peuvent aussi être très productives (Rameau et al., 2000) grâce aux essences qui se développent en leur sein : frêne, chêne pédonculé, aulne glutineux, érable sycomore. Contrairement aux forêts de pentes, éboulis ou ravins, les mesures sylvicoles apportées à l'habitat 91E0 peuvent inclure la notion de productivité en plus de celle de préservation du milieu.

Sensibles elles-aussi et assumant de nombreux rôles écologiques, les forêts alluviales doivent faire l'objet d'une gestion dynamique visant à :

- Maintenir le fonctionnement naturel de l'hydrosystème (ne pas drainer le sol) ;

- Maintenir ou restaurer les structurations verticales et horizontales naturellement très développées dans ce type de forêt (diversité biologique, contrôle de l'éclairage du sol et du développement de la végétation herbacée ou arbustive, limitation de l'évapotranspiration) ;
- Maintenir ou favoriser la richesse du cortège des essences spontanées (éviter les coupes de grandes dimensions qui favorisent les semis monospécifiques) ;
- Adapter la gestion à la prise en compte des milieux associés (aquatiques, herbacés des rives, mégaphorbiaies, prairies inondables, etc.) de grande diversité biologique ;
- Conduire de façon opportuniste les opérations de régénération ;
- Protéger les essences appétentes contre le gibier ;
- Maintenir une certaine quantité de bois morts ou d'arbres biologiques ;
- Protéger les sols de la compaction (débusquage à l'aide de câbles).

VI.2.2.2.2. Gestion de la concurrence du hêtre et du charme

La pression induite par le recouvrement des stades de régénération du hêtre et de son couvert arboré limite le développement des autres essences mieux adaptées au milieu. Le charme, lui aussi et surtout dans la partie Ouest de la Masblette occupe une surface importante de la strate arborée des forêts alluviales (Fig. 34).

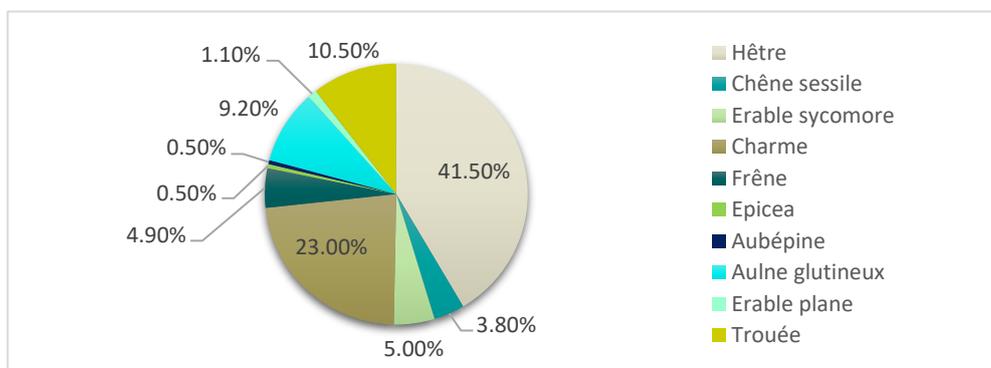


Figure 34 : Pourcentage de recouvrement de la strate arborée de l'habitat 91E0 en fonction des essences

Identiquement aux forêts de pentes, un dépressage progressif et périodique et éventuellement l'annélation des jeunes tiges de hêtres et de charme favorisera la croissance du frêne, de l'aulne et des érables (planes et sycomores) déjà présents dans les premiers stades de développement et contribuera à l'installation de la flore caractéristique. L'éclaircissement encouragera aussi la pousse de la ronce qui attirera l'attention du gibier (chevreuil en particulier) et limitera leur pression sur les semis en hiver.

VI.2.2.2.3. Les cas Waivery et entités au nord du site

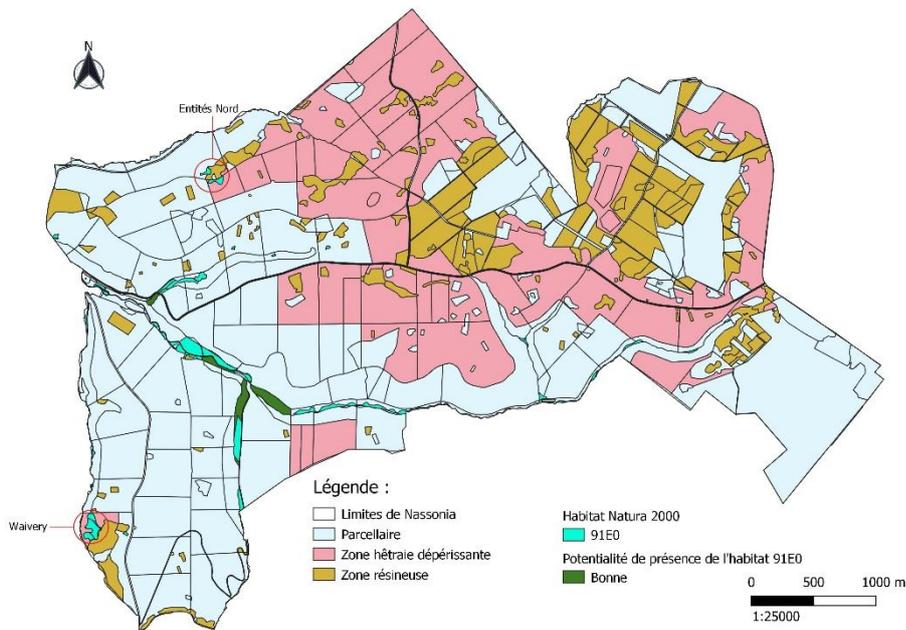


Figure 35 : Situation de l'habitat/habitat potentiel 91E0 par rapport aux zones de hêtraies dépréssantes et aux zones résineuses du site d'étude ; Auteure : Ophelia Noël, juillet 2021 ; SCR du projet : Lambert 72 Belge [EPSG : 31370] (source : Ecofirst scrl)

Ces deux entités cartographiées (Fig. 35) et identifiées comme des forêts alluviales n'en avaient pourtant pas le profil (floristiquement et structurellement parlant) et ont, d'ailleurs, été désignées par Claes (2019) comme « hêtraies dépréssantes ». Aussi, des épicéas ont été relevés dans ces entités à cause de leur proximité avec les zones résineuses. Plusieurs axes de gestion sont possibles afin de les (re)convertir, à terme, en forêts alluviales et d'empêcher la colonisation d'essences allochtones :

- Prélever directement les résineux présents dans l'habitat 91E0 ;
- Remplacer les peuplements résineux dès leur exploitation par des essences plus caractéristiques pour éviter la concurrence et surtout, boucher les drains pour rendre possible le développement de l'habitat (nécessitant des sols frais et humides) ;
- Remplacer les peuplements de hêtres dès leur exploitation par des essences plus caractéristiques et réadapter les méthodes sylvicoles à celles favorisant les forêts alluviales ;
- Installer des clôtures suspendues afin de permettre aux essences nouvellement plantées, et normalement plus adaptées à ce type de milieu (frêne, aulne, érables, chêne pédonculé (*Quercus robur*)), de se développer et ainsi, d'évaluer leur capacité à croître dans ces entités.
- Suivre et accompagner la régénération (détourage).

Une parcelle mise à blanc se situe dans l'entité de Waivery. Celle-ci pourrait servir, dans un premier temps et si elle est assez loin des impacts induits par les drains des

peuplements résineux, de zone de test pour la plantation d'essences diagnostiques sous clôture.

VI.2.2.2.4. Gestion du gibier

Les mesures à prendre pour la gestion du gibier sont identiques à celles énoncées pour les forêts de pentes et sont d'autant plus importantes pour les forêts alluviales car elles sont constituées d'essences très appétentes et le sol, généralement humide, est plus sensible et davantage sujet au piétinement.

VI.2.2.2.5. Gestion de la chalarose du frêne

Selon, Huylenbroeck et al. (2019), il n'est pas nécessaire d'intervenir en cas d'arbres malades. En effet, cela fera apparaître, après la mort des arbres les plus atteints, une génération de frênes résistants. Aussi, l'enlèvement systématique des arbres malades pourrait affaiblir et sensibiliser les arbres restants par la déstabilisation, le tassement de sol ou les blessures éventuellement engendrées.

VI.2.2.2.6. Changement de statut

Une mise en réserve dirigée de la totalité des entités de forêts alluviales faisant encore l'objet d'une gestion classique permet de diriger les mesures sylvicoles dans un but de conservation ou de réhabilitation de l'habitat. Comme pour les forêts de pentes, l'instauration d'une zone de protection d'environ 20 m autour des réserves protégera ces dernières des perturbations induites par l'exploitation des plantations aux alentours.

VI.2.3. Clôtures et naturalité

La plupart des mesures énoncées mentionnent la nécessité de planter les essences et/ou d'accompagner leur régénération sous clôtures. La pose de ces clôtures est aujourd'hui essentielle à cause de la forte densité de gibier qui perdure dans la forêt de SMF. En effet, elles assurent la pérennité et la diversité en essences de la forêt et ainsi, permettent de la rendre plus résiliente vis-à-vis des futures perturbations. Cependant, les clôtures ont pour effet une diminution notable du sentiment de naturalité, notion importante pour les gestionnaires et le projet Nassonia. À terme, les clôtures pourront être enlevées et l'augmentation de biomasse induite par la régénération sous clôtures augmentera les ressources pour le gibier et donc, diminuera la pression individuelle de ces derniers sur les jeunes plants. Ce qui assurera le maintien des peuplements diversifiés.

VI.3. Synthèse des mesures

Tableau 10 : Synthèse des mesures sylvicoles à appliquer aux habitats 9180 et 91E0

Habitat	Objectifs	Actions	Zones concernées	Période	Outils financiers
9180	1. Gérer la concurrence du hêtre	Dépressage progressif et/ou annélation	Toutes les entités d'habitats/habitats potentiels	Toute l'année pour le dépressage et juillet/ août pour l'annélation	
	2. Augmenter la diversité floristique				
	3. Assurer la régénération et la pérennisation des essences diagnostiques	Mise en place de clôtures tests et plantation de tilleul, bouleau verruqueux, sorbier des oiseleurs, chêne sessile	Entités d'habitats/habitats potentiels sur sols secs	Automne	Subventions Natura 2000 (PwDR)
		Mise en place de clôtures test et plantation d'érable plane, orme des montagnes, noisetier	Entités d'habitats/habitats potentiels sur sols humides (ruisseau de Bilaude)	Automne	Subventions Natura 2000 (PwDR)
		Installation de clôtures pour érable sycomore	Toutes les entités d'habitats/habitats potentiels avec une régénération importante de l'érable : 3 zones d'habitats potentiels, quelques zones dans l'entité centrale	Toute l'année	Subventions Natura 2000 (PwDR)
		Détourage	Dans toutes les clôtures installées	Toute l'année	
	4. Gérer les résineux	Prélever les résineux	Dans les entités où des individus sont présents	Automne/hiver	Subventions Natura 2000 (PwDR)
			Zones résineuses de Bilaude et au Nord du ruisseau d'Abani		
		Remplacement des peuplements résineux par aulne et bouleau pubescent	Zones à argile blanche (sud du ruisseau de Bilaude)	Automne après exploitation des peuplements	Subventions Natura 2000 (PwDR)
		Remplacement des peuplements résineux par chêne sessile	Zones sur sols secs (Nord du ruisseau d'Abani)		
	5. Gérer le gibier	Intensifier les efforts de chasse, multiplier les clôtures, sensibiliser et s'accorder avec les propriétaires privés	Tout le massif	Toute l'année	
	6. Changer le statut	Mise en réserve dirigée + zone de protection (20m)	Toutes les entités d'habitats/habitats état encore géré de façon classique		
	(Convertir la hêtraie déperissante)	(Mise en réserve intégrale, clôtures, plantations, détourage)	(Etude approfondie nécessaire)		

Habitat	Objectifs	Actions	Zones concernées	Période	Outils financiers
91EO	1. Gérer la concurrence du hêtre	Dépressage progressif et/ou annélation	Toutes les entités d'habitats/habitats potentiels	Toute l'année pour le dépressage et juillet/août pour l'annélation	
	2. Augmenter la diversité floristique				
	3. Assurer la régénération et la pérennisation des essences diagnostiques	Remplacer des peuplements de hêtres après exploitation par essences caractéristiques (frêne, aulne, érables, chêne pédonculé) sous clôtures	Zones résineuses de Waivery et entités Nord (zone de mise à blanc dans Waivery)	Automne	Subventions Natura 2000 (PwDR)
		Détourage	Dans toutes les clôtures installées	Toute l'année	
	4. Gérer les résineux	Prélever les résineux	Dans les entités où des individus sont présents	Automne/hiver	Subventions Natura 2000 (PwDR)
			Zones résineuses de Waivery et entités Nord		
		Remplacement des peuplements résineux par frêne, aulne, érables, chêne pédonculé	Zones résineuses de Waivery et entités Nord	Automne après exploitation des peuplements	Subventions Natura 2000 (PwDR)
		Boucher les drains	Zones résineuses de Waivery et entités Nord	N'importe quand après exploitation des peuplements	Subventions Natura 2000 (PwDR)
	5. Gérer le gibier	Intensifier les efforts de chasse, multiplier les clôtures, sensibiliser et s'accorder avec les propriétaires privés	Tout le massif	Toute l'année	
	6. Changer le statut	Mise en réserve dirigée + zone de protection (20m)	Toutes les entités d'habitats/habitats état encore géré de façon classique		

VI.4. Perspectives

Les pistes énoncées précédemment et résumées dans le Tableau 10 doivent faire l'objet d'une étude de terrain ultérieure et approfondie afin de déterminer précisément les surfaces d'entités au sein desquelles devront être effectuées toutes ces mesures (et le nombre d'hectares ou de m² concernés) ainsi que les différents coûts que cela occasionnera. Et ce, à l'aide des jeux de données des différents relevés (état de conservation et habitats potentiels) et des placettes d'échantillonnages apparentées.

Aussi, une des visions de Nassonia est « la création d'un futur parc national ». L'appel à projet « Parc national de Wallonie » pourrait matérialiser cette vision et les subventions octroyées par ce projet serviraient, entre autres, au maintien, à la réhabilitation et au développement des deux types de forêts étudiées.

PARTIE VII. Conclusion et perspectives

L'objectif de ce travail était de proposer des pistes de gestion dans le but d'assurer le maintien, la réhabilitation et le développement de deux habitats naturels de la forêt de Saint-Michel Freyr (les forêts de pentes éboulis ou ravins et les forêts alluviales). Pour ce faire, l'état de conservation de ces deux milieux a été évalué et les zones d'habitats potentiels mises en évidence.

Plusieurs problématiques ont été observées lors de l'inventaire d'état de conservation : présence limitée de la flore diagnostique, régénération difficile des essences, développement de résineux dans les habitats et atteintes diverses (problèmes sanitaires, tassement du sol, gibier, etc.). En conséquence, l'état de conservation s'est avéré être « altéré » pour les deux habitats même si les taux de bois morts, de bois d'intérêt biologique et de très gros bois étaient très bons. La méthodologie utilisée pour l'évaluation n'était finalement pas adaptée aux zones de surface faible mais la démarche a cependant mis en lumière les aspects sur lesquels agir dès à présent ; le principal étant la difficulté de régénération des essences diagnostiques du fait de l'envahissement du hêtre et de la pression constante de la grande faune sur les jeunes plants. Une révision de la méthode d'évaluation pourrait être envisagée afin de l'adapter aux sites et aux habitats de plus petites surfaces ou aux entités pour que les gestionnaires puissent agir plus localement.

La détermination des zones d'habitats potentiels a ajouté une dimension de surface à l'état de conservation. En effet, l'évolution de l'aire de répartition des habitats n'a pas pu être évaluée au temps 0 du projet. L'augmentation de leurs superficies (environ 23,5 hectares pour les forêts de pentes et 5,8 hectares pour les forêts alluviales) contribuera à leur maintien sur le long terme au sein du site d'étude.

Diverses pistes sont envisageables afin d'améliorer l'état de conservation que ce soit par la réhabilitation des structures et des fonctions propres aux habitats ou par leur extension. Notamment, la mise en réserve dirigée des habitats/habitats potentiels où des clôtures de régénération et des clôtures à plantations-test seraient installées ainsi qu'une gestion systématique du hêtre (dépressage, annélation, détournage) dans ces clôtures, contrôlerait la concurrence du hêtre et les dégâts du gibier. Le tout en menant une sylviculture totalement adaptée aux habitats et à leur fragilité. Cependant, en l'absence de mesures politiques adéquates concernant la pression de la faune, les coûts des travaux de gestion seront sans cesse plus élevés et les impacts sur la biodiversité, irréversibles.

Aussi, il convient de mentionner que le présent travail n'est pas un plan d'aménagement à proprement parler mais un outil pour les gestionnaires afin de cibler les difficultés que subissent ces habitats, de grande importance écologique, et les mesures sylvicoles à prendre pour pallier ces problèmes. De plus, aucun jugement n'est émis concernant la gestion actuelle de la forêt et se veut complémentaire aux actions déjà réalisées.

Pour conclure, les démarches effectuées posent un cadre quant à l'appréciation de l'état de conservation et les potentialités d'extension des autres habitats Natura 2000 présents dans le site mais elles permettent aussi de faire l'état des lieux, au commencement du projet, afin d'estimer dans les années à venir les bénéfices de la gestion apportée. Et ce, toujours dans le but d'augmenter la résilience de la forêt de Saint-Michel-Freyr face aux bouleversements présents et futurs.

PARTIE VIII. Bibliographie

- Alderweireld, M., Ligot, G., Latte, N. et Claessens, H. (2010). Le chêne en forêt ardennaise, un atout à préserver. *Forêt. Nature*, 109(6), p. 10-24.
- Bauffe, C., Fourbisseur, A. et Manderlier, M. (2019). *Situer ma forêt dans le contexte national*, 19 p. https://www.srfb.be/wp-content/uploads/2019/07/1_Situer_ma_for%C3%AAt_dans_le_contexte_national.pdf
- Bensettiti, F. et al. (2001-2005). *Cahiers d'habitats Natura 2000*. La Documentation française, Paris.
- Bensettiti, F., Puissauve, R., Lepareur, F., Touroult, J. et Maciejewski, L. (2012). *Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2007-2012. Version 1*. Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 76 p. + annexes.
- Bensettiti, F. (s.d). *Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire. Notions de base sur l'état de conservation*. SPN/MNHN, 23 p.
- Bonhême, I. (2021). *La détermination des habitats naturels par l'inventaire forestier, les objectifs et les concepts utilisés*, IGN, Saint-Mandé, 60 p.
- Boullet, V. (2003). *Réflexions sur la notion d'habitat d'espèce végétale*. Fédération des Conservatoires botaniques nationaux. Rapport d'étude, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 71 p.
- Branquart, E. et Liégeois, S. (2005). *Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier (complément à la circulaire n° 2619)*. Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Jambes, 66 p. + annexes.
- Brundtland, G.H. (1987). Rapport Brundtland.
- Caño, L., Escarré, J., Sans, F.X. (2007). Factors affecting the invasion success of *Senecio inaequidens* and *S. pterophorus* in Mediterranean plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 18, p. 281–288.
- Cantarello, E., et Newton, A. C. (2008). Identifying cost-effective indicators to assess the conservation status of forested habitats in Natura 2000 sites. *Forest Ecology and Management*, 256(4), p. 815-826.
- Carasco, Y. (2013). *Évaluation et amélioration de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers dans les sites Natura 2000* (Mémoire), 78 p.
- Carnino, N. (2009). *État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site – Méthode d'évaluation des habitats forestiers*. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts, 49 p. + annexes.
- Cateau, E., Larrieu, L., Vallauri, D., Savoie, J. M., Touroult, J., et Brustel, H. (2015). Ancienneté et maturité : deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. *Comptes rendus biologiques*, 338(1), p. 58-73.

- CEN L-R (2011). *Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire contractualisés en Lozère (échelles de l'habitat et de l'unité de gestion). Guide méthodologique à l'usage des opérateurs*. Rapport CEN L-R, DREAL L-R, DDT48, PNC. 28 p. + annexes.
- Charles, M., Viry, D. (2015). *État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1*. Rapport SPN 2015-56, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris, 64 p.
- Chytrý, M., Exner, A., Hrivnak, R., Ujhazy, K., Valachovic, M. et Willner, W. (2002a). Context-dependence of diagnostic species: A case study of the Central European spruce forests. *Folia Geobotanica*, 37, p. 403-417.
- Claes, V. (2019). *La forêt de Saint-Michel-Freyr. Analyses et propositions de gestion* (Mémoire), Gembloux, 94 p. + annexes.
- Clair, M., Gaudillat, V., et Hérard, K. (2005). *Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du Réseau Natura 2000-Guide méthodologique*. Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Muséum national d'histoire naturelle/Ministère de l'Ecologie et du Développement durable, 66 p.
- Clément, H., Reich, M., Botcazou, F., Mistarz, M. et Garcin, J. (2021). *Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 2*. UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN. 185 p.
- CNPF. (s.d.). *Les stations forestières*. <https://www.cnpf.fr/n/les-stations-forestieres/n:1030>
- COMMISSION EUROPÉENNE (2020). *Rapport relatif à l'état de conservation des espèces et des habitats protégés au titre des directives « Oiseaux » et « Habitats » et aux tendances observées au cours de la période 2013 – 2018*, 28 p.
- d'Europe, C., et Thibault, M. (2012). *Document d'objectifs sites Natura 2000 « Camargue »*, 16 p. + annexes.
- Delassus, L. (2015). *Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques*. Conservatoire botanique national de Brest, 15 p. + annexes.
- Delescaille, L.-M., Wibail, L., Claessens, H., Dufrene, M., Mahy, G., Peeters, A. et Sérusiaux, E. (2021). *Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW ARNE), Série « Faune – Flore – Habitat » n° 10*, Gembloux, 1011 p.
- Demaret, L. (2012). *Évaluation de la mise en œuvre du plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais* (Mémoire). Nancy, 64 p.
- Deuffic, P. (2010). Du bois mort pour la biodiversité. Des forestiers entre doute et engagement. *Revue forestière française*, 62(1), p 71.

- Dufour, S. et Pont, B. (2006). Protocole de suivi des forêts alluviales : L'expérience du réseau des Réserves naturelles de France. *Revue Forestière Française*, 1. doi : 0.4267/2042/5721.
- Dufrêne, M. (2015). *Avis sur le projet de Code du Développement Territorial (CoDT) demandé par le Parlement de Wallonie*, 29 p. + annexes.
- Dufrêne, M., et Delescaille, L. M. (2007a). *Guide méthodologique pour l'inventaire et la cartographie des habitats et des habitats d'espèces dans le cadre de la réalisation des arrêtés de désignation en Région wallonne*, 57 p. + annexes.
- Dufrêne, M., et Delescaille, L. M. (2007b). *Synthèse du rapportage sur les critères d'état de conservation (régions biogéographiques) des habitats Natura 2000 pour la période 2001-2007*. SPW/DGRNE/CRNFB, 37 p. + annexes.
- Dufrêne, M. (2011). *Les projets LIFE en Wallonie*. <http://biodiversite.wallonie.be/fr/projets-life.html?IDC=3260>
- Eicher, T. (2020). *Mise au point d'un protocole d'inventaire des bois morts, d'intérêt biologique et de qualité en forêt de Saint-Michel-Freyr* (Mémoire), Ath, 67 p. + annexes.
- Epicoco, C. et Viry, D. (2015). *État de conservation des habitats tourbeux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1*. Rapport SPN 2015-57, Service du patrimoine naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris, 76 p.
- Frisson, G., Monty, A., Mahy, G. Pouria, X. et Cauchy, A. (2011). *L'adaptation au changement climatique en région wallonne : Fiche thématique : Forêt*. AWAC, 37 p.
- Géhu, J.-M. (2006). *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*, Berlin - Stuttgart : J. Cramer, Amicale francophone de Phytosociologie-Fédération internationale de Phytosociologie. 899 p.
- Gérard, E. (2008). Le nouveau code forestier. *Forêt Wallonne*, 96, p. 35-67.
- Gilg, O. (2004). *Forêts à caractère naturel. Caractéristiques, conservation et suivi*. Cahiers techniques, 74. ATEN. Montpellier, 98 p.
- Goffé, L. (2011). *Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 – Version 1*. Rapport SPN 2011-18. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts / Conservatoire Botanique National de Brest, 67 p.
- Gonin, P., et Larrieu, L. (2013). Méthodes de relevé de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) (Volume 3). IDF-CNPF, INRA Dynafor, v3.3, 13 p.
- Gosselin, F. (2004b) Influence de la composition et de la richesse spécifique du peuplement arboré. In : Gosselin M. et Laroussinie O. (coord.) (2004) *Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver – synthèse bibliographique. Collection Etudes du Cemagref, série Gestion des territoires, n°20*, Antony, Coédition GIP Ecofor – Cemagref Editions, 320 p.

- Gosselin, M., Paillet, Y. (2010). *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière. Guide pratique* (France métropolitaine). Quae, Paris, 100 p.
- Graffin, V. (2006). 3rd World Conservation Congress, *Natures Sciences Sociétés 2/2006*, 14, p. 201-203.
- Hans, S. (2019). *Etude des impacts spatio-temporels du retour du loup dans le paysage du massif de Saint-Hubert* (Mémoire), Gembloux, 79 p.
- Huylenbroeck, L., Michez, A., Claessens, H. (2019). *Guide de gestion des ripisylves*. SPW, DGARNE, DCENN, Namur, 80 p.
- Jacquemin, F., Kervyn, T., Branquart, E., Delahaye, L., Dufrêne, M., et Claessens, H. (2014). Les forêts anciennes en Wallonie. 1ère partie : concepts généraux. *Forêt. Nature*, 131, p. 34-49.
- Jadoul G., Claes V., et Loute M. (2020). *Nassonia : Master plan 2020 - 2040*. SPW-ARNE/Fondation Pairi Daiza, 87 p.
- Kervyn, T., Scohy, J. P., Marchal, D., Collette, O., Hardy, B., Delahaye, L., et Claessens, H. (2017). La gestion patrimoniale des forêts anciennes de Wallonie (Belgique). *Revue Forestière Française*, 148, p. 30-42.
- Kluszczewski, M., Barret, J., Baudot, C., et Fleury, J. (2010). Évaluer l'état de conservation des habitats naturels à l'échelle du terrain : approches dans le Languedoc-Roussillon. *Revue forestière française*, 62, p. 417-427.
- Kolström, M., Lumatjärvi, J. (2000). Saproxylic beetles on aspen in commercial forests : a simulation approach to species richness. *Forest Ecology and Management*, 126, p. 113-120.
- Kraus, D., Krumm, F., et Institut européen des forêts (2013). *Les approches intégratives en tant qu'opportunité de conservation de la biodiversité forestière*, 312 p.
- L'environnement en Wallonie. (s.d.). *Le nouveau code forestier*. Fripiat, Namur, 15 p. <http://environnement.wallonie.be/publi/dnf/codeforestierfr.pdf>
- La biodiversité en Wallonie. (2014). *Le méta-projet de restauration des tourbières de Haute-Ardenne*. <http://biodiversite.wallonie.be/fr/meta-projet-life-de-restauration-des-tourbieres-de-haute-ardenne.html?IDC=5778>
- La biodiversité en Wallonie. (s.d.). *BE34029 - Haute-Wamme et Masblette*. <http://biodiversite.wallonie.be/fr/be34029-haute-wamme-et-masblette.html?IDD=402653904&IDC=2892>
- La biodiversité en Wallonie. (s.d.). *Natura 2000*. <http://biodiversite.wallonie.be/fr/natura-2000.html?IDC=2915>
- Landmann, G., Dupouey, J.-L., Badeau, V., Lefevre, Y., Breda, N., Nageleisen, L.-M. et Chuine, I. (2008). Le hêtre face aux changements climatiques : Connaître les points faibles du hêtre pour mieux les surmonter. *Forêt Entrep.*, 182, p. 30–34.
- Larrieu, L., et Gonin, P. (2008). L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue forestière française*, 6, p. 727 - 748 doi : 10.4267/2042/28373.

- Laurent, C., Perrin, D., Bemelmans, D., Carnol, M., Claessens, H., De Cannière, C., François, L., Gerard, E., Gregoire, J.-C., Herman, M., Marbaix, P., Peremans, V., Ponette, Q., Quevy, B., Rondeux, J., Serusiaux, E., Van ypersele, J.-P., et Vincke, C. (2008). *Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes. Recommandations aux décideurs et aux propriétaires et gestionnaires*. SPW, 43 p.
- Le Jean, Y. (2008). Réflexions sur l'état de conservation des habitats forestiers. Exemple de la Franche-Comté. *Revue Forestière Française*, 4, p. 425 – 436. doi : 10.4267/2042/21901.
- Leguédois, S., Party, J. P., Dupouey, J. L., Gauquelin, T., Gégout, J. C., Lecareux, C., ... et Probst, A. (2011). [Internet]. La carte de végétation du CNRS à l'ère du numérique. La base de données géographique de la végétation de la France. Couverture vectorielle harmonisée à 1/1 000 000 et scan géoréférencé à 1/200 000. Cybergeo: *European Journal of Geography*, 559.
- Lejeune, P., et Verrue, V. (2002). *Les inventaires par échantillonnage*. Gembloux, 14 p.
- Lenoir, J. (s. d). [Internet]. *Echantillonnage de la végétation. Les stratégies d'échantillonnage*. 7 p.
- Lepareur, F. (2011). *Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1*. Rapport SPN 2011/ 3, MNHN, Paris, 55 p.
- Lepareur, F., Bertrand, S., Morin, E., Le Floc'h, M., Barre, N., Garrido, M., Riera, L. et Mauclert, V. (2018). *État de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*), Méthode d'évaluation à l'échelle du site - Guide d'application (Version 2)*. Rapport UMS PatriNat, Muséum national d'Histoire naturelle, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 73p.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., et Fischer, J. (2006). General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 131, p. 433-445.
- Maciejewski, L., Lepareur, F., Viry, D., Bensettiti, F., Puissauve, R., et Touroult, J. (2016). État de conservation des habitats : propositions de définitions et de concepts pour l'évaluation à l'échelle d'un site Natura 2000. *Revue d'écologie*, 71(1), p. 3-20.
- Maciejewski, L., Seytre, L., Van Es J. & Dupont P. (2015). *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 3*. Rapport SPN 2015 - 43, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 194 p.
- McRoberts, R. E., et Tomppo, E. O. (1992). *Plans d'échantillonnage pour les Évaluations forestières nationales*. 21 p.
- Mistarz, M. et Grivel, L. (2020). - *Évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 1*. UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN. 88 p.

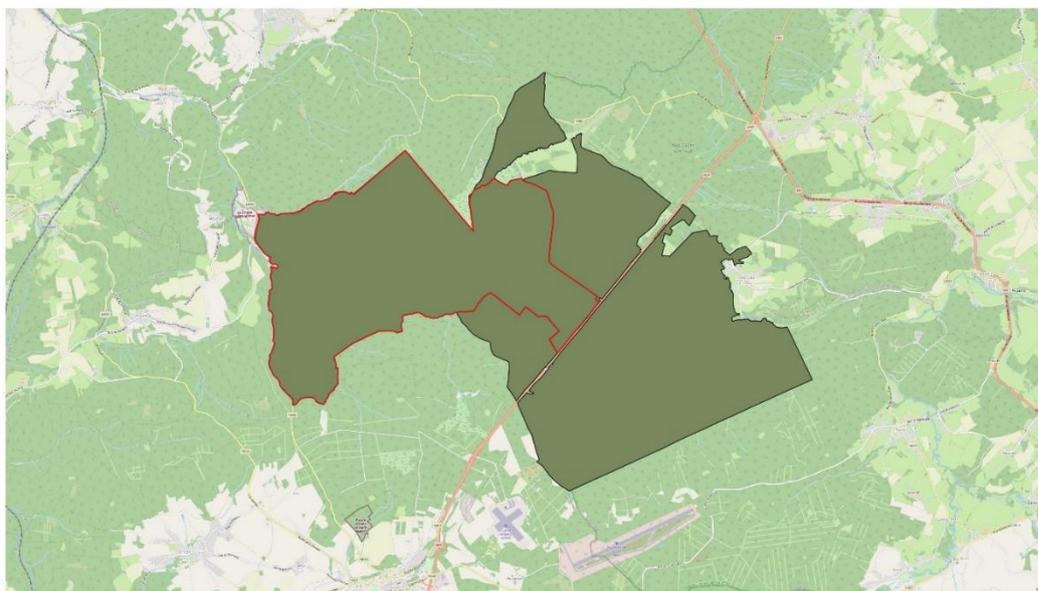
- Mistarz, M. et Latour, M. (2019). *État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthodes d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Cahiers d'évaluation*. UMS PatriNat – AFB/CNRS/MNHN. 252 p.
- Mücher, C. A., Hennekens, S. M., Bunce, R. G., Schaminée, J. H., & Schaepman, M. E. (2009). Modelling the spatial distribution of Natura 2000 habitats across Europe. *Landscape and urban planning*, 92(2), p. 148-159.
- Netherer, S. et Schopf, A. (2010). Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests-General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecology and Management*, 259, p. 831-838.
- Nicolin, A. L., Niculescu, M., Imbrea, I. M., Arsene, G. G., Bădescu, B., Bărbos, M. I., et Filipaş, L. (2014). Biodiversity, spatial and conservation status assessment on alluvial gallery-forests within the natura 2000 site Cheile Nerei-Beuşniţa. *Research Journal of Agricultural Science*, 46(2), p. 222-232.
- Office Économique Wallon du Bois (2019). *PanoraBois Wallonie Édition 2019*. Marchen-Famenne : Office économique wallon du bois.
- ONF (s.d.). *Travaux forestiers – Dépressage des jeunes peuplements*. Les fiches techniques des travaux forestiers, p 17. http://www1.onf.fr/lire_voir_ecouter/++oid++e40/@@display_media.html
- Pawlaczyk, P. (2017). Methodology of nature monitoring. *Methodological Guide for : Natural Habitats*, 4030, Warsawa, 22p.
- Pêcheur, A.L. (2008). *Évaluation de l'état de conservation des habitats – Etude des habitats fluviaux dans le réseau Réserves Naturelle de France* (Mémoire). Formation des Ingénieurs Forestiers. Nancy, AgroParisTech-ENGREF. 66 p. + annexes.
- Rameau, J. C., Gauberville, C., et Drapier, N. (2000). *Gestion forestière et diversité biologique : Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire – Wallonie, Grand-Duché du Luxembourg*. IDF, Paris, 99p. + fiches.
- Rameau, J.-C., Chevallier H., Bartoli M., Gourc J., Bensetitti F. (2001). *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. Éd. La Documentation française, Paris, vol 1 : 339 p., vol. 2 : 423 p.
- RNF (2013). *Évaluation de l'état de conservation des habitats : Habitats forestiers et éco-complexes alluviaux*. Cahiers RNF 2, Réserves Naturelles de France, Quetigny : 68 p.
- Roman-Amat, B. (2007). *Préparer les forêts françaises au changement climatique*. Rapport à MM. les Ministres de l'Agriculture et de la Pêche et de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, 125 p.
- Rondeux, J. et Lecomte, H. (2002). *Les cahiers forestiers de Gembloux*. Gembloux, 14 p.
- Rondeux, J. (2005). *Vers une démarche structurée de gestion forestière intégrée et participative*. Gembloux, 10 p.

- Santi, G. (2015). *L'habitat 9180*(alliance Tilio-Acerion) : caractérisation et activités de conservation nell'ambito del progetto LIFE+ "Renaix el Bosc".* 103 p.
- Sanz, T., et Villaret, J-C. (2018). *Catalogue des végétations de l'Isère. Classification physiognomique et phytosociologique avec clés de détermination.* Conservatoire botanique national alpin, Ministère de la Transition écologique et solidaire, 528 p.
- Spi. (2014). CoDT. <https://www.spi.be/fr/actualites/les-archives-atrrium/newsletter-2014/atrrium-mai-2014/le-code-du-developpement-territorial-est-ne>
- SPW. (2017). CoDT. L'aménagement du territoire en Wallonie. http://lampspw.wallonie.be/dgo4/site_amenagement/index.php/juridique/codt
- Steven, J. Phillips, Miroslav, D., Robert, E. Schapire. [Internet] *Logiciel Maxent pour la modélisation des niches et des distributions d'espèces* (Version 3.4.1).
- Tossens, S. (2020). *Analyse de la dynamique des populations de rats laveurs (Procyon lotor) en Wallonie et estimation des densités de population dans deux massifs forestiers par pièges photographiques* (Mémoire). Gembloux, 70 p. + annexes.
- UICN. (s.d.). *Cartographie des habitats au sein des Zones Importantes pour les Plantes. Manuel de méthodologie.* 60 p.
- Van der Perre, R., Bythell, S., Bogaert, P., Claessens, H., Ridremont, F., Tricot, C., ... et Ponette, Q. (2015). La carte bioclimatique de Wallonie : un nouveau découpage écologique du territoire pour le choix des essences forestières. *Forêt. Nature*, 135, p. 47-58.
- Van Gameren, V. (2014). L'adaptation de la gestion forestière privée au changement climatique : le cas wallon. Sud-Ouest européen. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 37, 63-75.
- Viry, D. (2013). *État de conservation des habitats humides et aquatiques d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1.* Rapport SPN 2013-12, Service du patrimoine naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris, 83 p.
- Wibail, L., Cordier, S., Haegens, M. A., et Claessens, H. (2012). *Critères et indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire.* Note technique, 114 p.

Partie IX. Annexes

Annexe 1

Localisation de Nassonia au sein du territoire des Chasses de la Couronne (Ophelia Noël, avril 2021)



Légende :

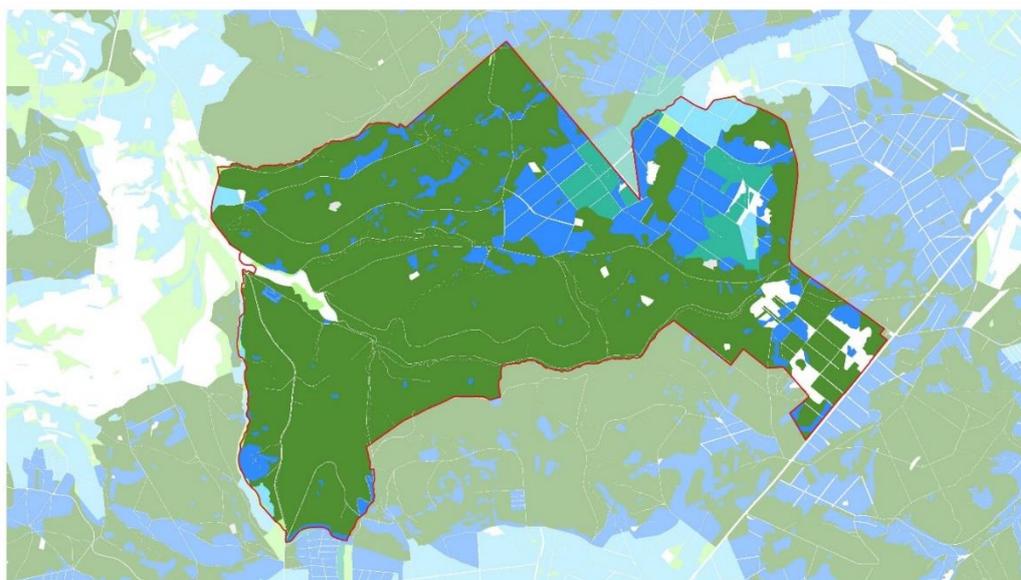
- Limites de Nassonia
- Territoire des Chasses de la Couronne

0 1 2 km

1:70000

Annexe 2

Disposition des zones de forêt ancienne dans Nassonia (Ophelia Noël, avril 2021)



Légende :

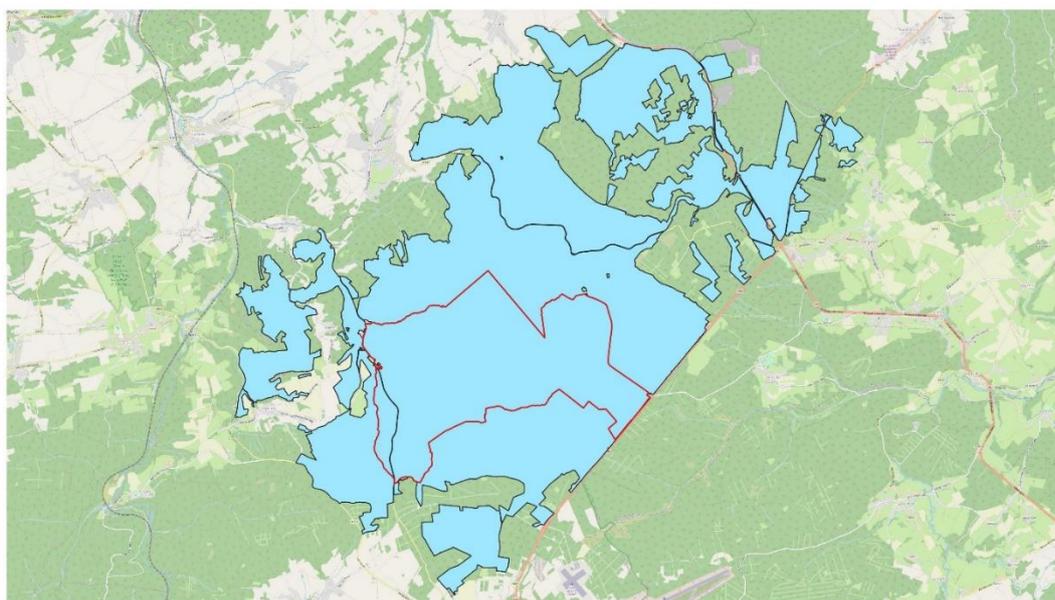
- Limites de Nassonia
- Forêt ancienne subnaturelle
- Transformation résineuse
- Transformation résineuse temporaire

0 1 2 km

1:35000

Annexe 3

Site Natura 2000 Haute-Wamme Masblette (Ophelia Noël, avril 2021)



Légende :

- Limites de Nassonia
- Limites du site N2000 Hte-Wamme Masblette

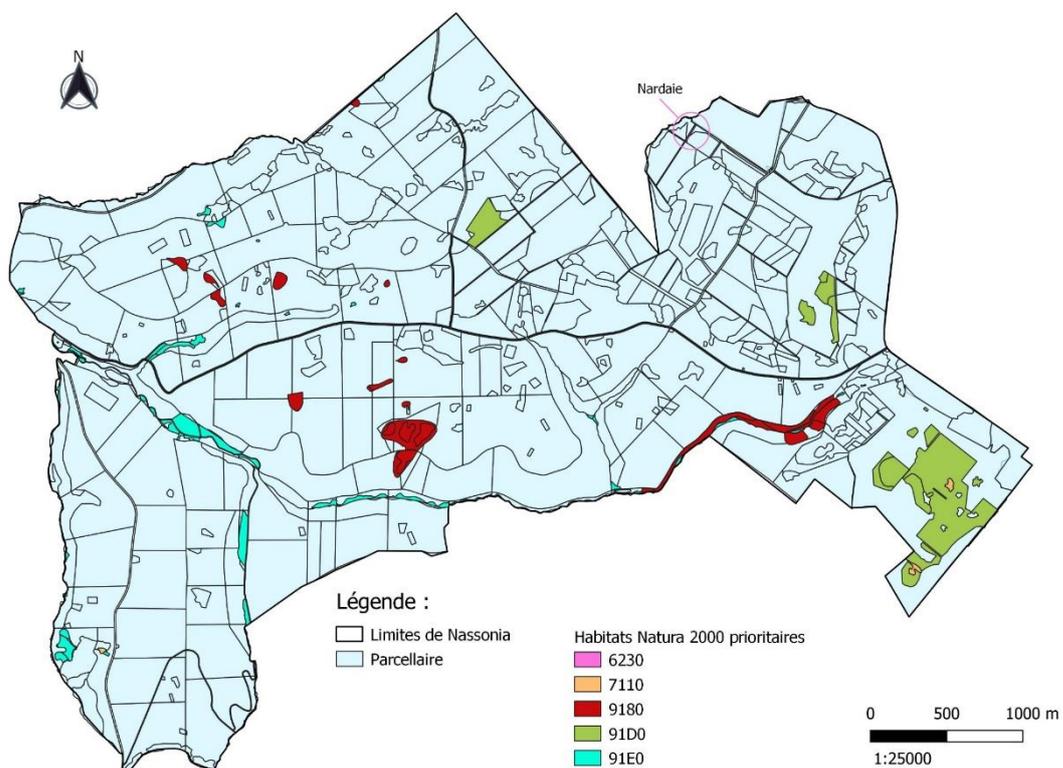
0 1 2 km



1:85000

Annexe 4

Cartographie des habitats prioritaires dans les limites de Nassonia (Ophelia Noël, avril 2021)



Annexe 5

Tableau d'évaluation de l'état de conservation des habitats sélectionnés (Carnino, 2009 et Maciejewski, 2016)

Habitats 9180 (forêts de pentes, éboulis ou ravins), 91E0 (forêts alluviales)								
Paramètre	Critère	Mention de l'intérêt du critère	Indicateur	Echelle de la récolte de la donnée	Modalité	Note MNHN	Note radar	
Structure et fonctionnalité	Intégrité de la composition	Carnino (2009), Wibail et al. (2012), experts (DEMNA, Ecofirst)	Proportion d'espèces présentes en moyenne	Placette	> 40 % d'espèces typiques Entre 20 et 40 % Moins de 20 %	0 -10 -20	5 3 1	
			% de recouvrement d'essences allochtones de l'habitat	Placette	Aucune essence allochtone de l'habitat 1 à 5 % 5 à 15 % 15 à 30 % Plus de 30 %	0 -5 -10 -30 -40	5 4 3 2 1	
	Cycle de la matière	Carnino (2009), Maciejewski (2016), experts (DEMNA)	Fréquence d'apparition dans les relevés	Placette	Absence totale Présence, et fréquence < 30 % Présence, et fréquence > 30 %	0 -10 -20	5 3 1	
			Quantité à l'hectare de gros arbres morts (> 120 cm de circonférence) sur pied ou au sol	Placette	Plus de 8 arbres morts/ha OU plus de 6 arbres morts/ha DONT (au moins) 1 GB mort 6 à 8 arbres morts/ha 3 à 6 arbres morts/ha 1 à 3 arbres morts/ha Moins d'1 arbre mort/ha	+5 0 -5 -10 -20	5 4 3 2 1	
	Cycle sylvénétique	Carnino (2009), Wibail et al. (2012), Maciejewski (2016), experts (DEMNA)	Quantité à l'hectare de très gros bois (TGB)	Placette	Plus de 8 TGB/ha 5 à 8 TGB/ha 3 à 5 TGB/ha 1 à 3 TGB/ha Moins de 1 TGB/ha	+5 0 -5 -10 -20	5 4 3 2 1	
			Surface en jeunes peuplements (JP) pour les futaies régulières ou les taillis.	Placette	Surface en JP entre 5 à 20 %	0 -10	5 1	
	Altérations	Dynamique de renouvellement	Carnino (2009), Wibail et al. (2012), Maciejewski (2016), experts (DEMNA)	Problème de régénération pour les autres cas.	Placette	Aucun problème de régénération Régénération "moyenne" (quelques pbs de régénération) Problèmes de régénération très importants	0 -5 -10	5 3 1
				Quantité d'arbres d'intérêt biologique et de micro-habitats (AIB)	Placette	Plus de 8 AIB/ha 5 à 8 AIB/ha 3 à 5 AIB/ha 1 à 3 AIB/ha Moins d'1 AIB/ha	+5 0 -5 -10 -20	5 5 4 3 1
		Atteintes « localisées » au niveau de l'unité	Carnino (2009), Maciejewski (2016), experts (DEMNA)	% de recouvrement de l'atteinte	Placette	< 2 % 2 à 10 % 10 à 20 % Plus de 20 %	0 -10 -15 -20	5 4 3 1
				Dire d'expert sur les atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	Site	Atteintes négligeables ou nulles Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées) Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remise en cause	0 -10 -20	5 3 1
Atteintes « diffuses » au niveau du site		Carnino (2009), Maciejewski (2016)						

Annexe 6

Flore typique des habitats

		Espèces typiques	
		Nom latin	
habitat 9180	Wibail et al. (2012)	<i>Actaea spicata</i>	<i>Polygonatum multiflorum</i>
		<i>Allium ursinum</i>	<i>Polystichum aculeatum</i>
		<i>Anemone nemorosa</i>	<i>Primula eliator</i>
		<i>Asperula odorata</i>	<i>Viola reichenbachiana</i>
		<i>Carex sylvatica</i>	<i>Acer platanoides</i>
		<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
		<i>Euphorbia amygdaloides</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
		<i>Festuca altissima</i>	<i>Tilia sp</i>
		<i>Lamium galeobdolon</i>	<i>Ulmus glabra</i>
		<i>Luzula luzuloides</i>	
		<i>Luzula pilosa</i>	
		<i>Luzula sylvatica</i>	
		<i>Melica uniflora</i>	
		<i>Milium effusum</i>	
		<i>Oxalis acetosella</i>	
		<i>Paris quadrifolia</i>	
		<i>Phyreuma spicatum</i>	
habitat 91e0	Wibail et al. (2012)	<i>Allium ursinum</i>	<i>Milium effusum</i>
		<i>Anemone ranunculoides</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
		<i>Asperula odorata</i>	<i>Paris quadrifolia</i>
		<i>Carex remota</i>	<i>Polygonatum multiflorum</i>
		<i>Carex strigosa</i>	<i>Primula elatior</i>
		<i>Carex sylvatica</i>	<i>Ranunculus auricomus</i>
		<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	<i>Stellaria nemorum</i>
		<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	<i>Viola reichenbachiana</i>
		<i>Euphorbia amygdaloides</i>	<i>Viola riviniana</i>
		<i>Festuca altissima</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
		<i>Gagae lutea</i>	<i>Acer platanoides</i>
		<i>Geum rivale</i>	<i>Salix purpurea</i>
		<i>Helleborus viridis</i>	<i>Ulmus laevis</i>
		<i>Lathraea squammaria</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
		<i>Luzula pilosa</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
		<i>Luzula sylvatica</i>	<i>Lamium galeobdolon</i>
		<i>Melica uniflora</i>	<i>Anemone nemorosa</i>

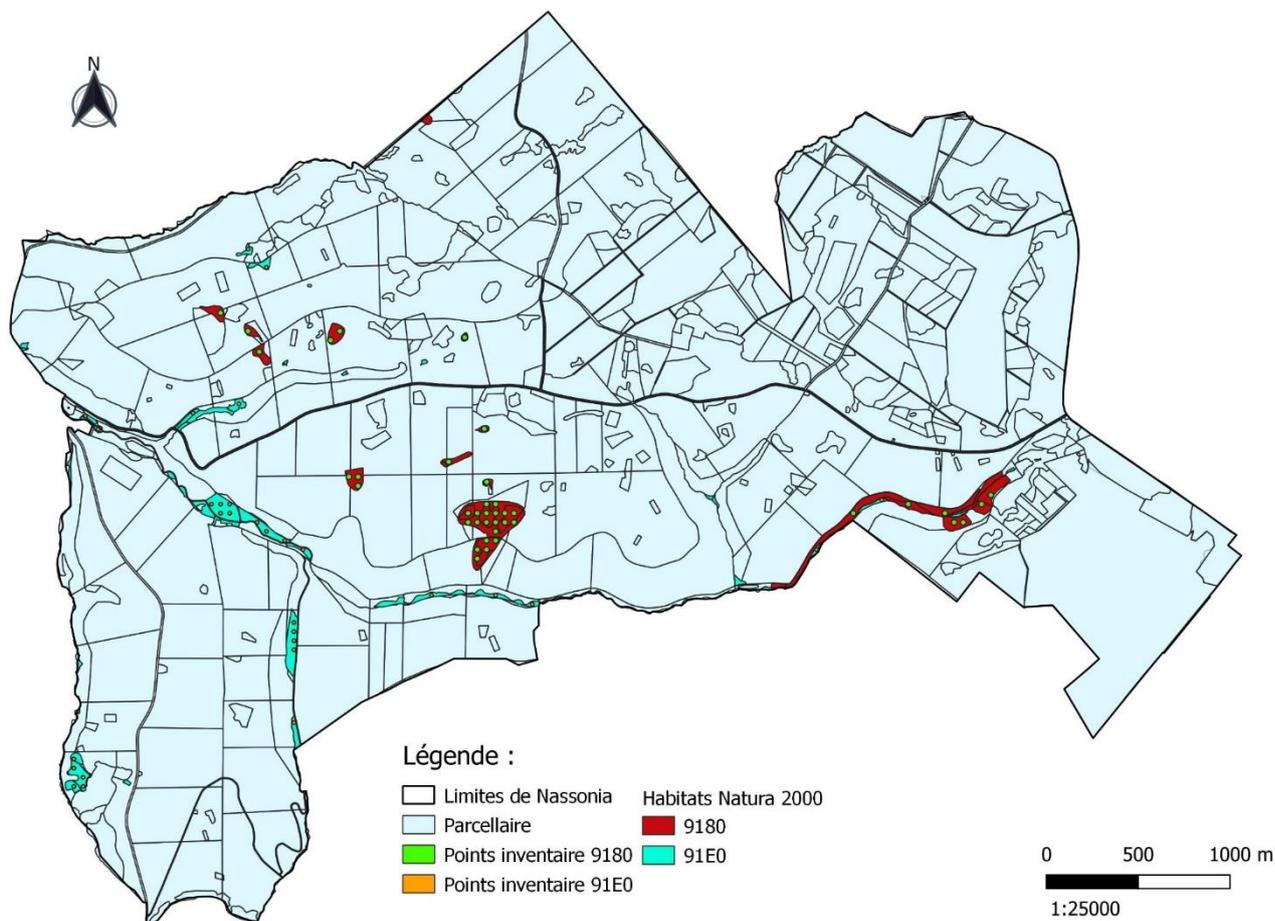
Annexe 7

Espèces exotiques envahissantes des milieux forestiers en Belgique (Wibail, 2012)

Espèce invasive des milieux forestiers	Ceriser tardif Aulne blanc	<i>Prunus serotina</i> <i>Alnus incana</i>
Espèces invasives des lisières et trouées des forêts humides	Renouée du japon Fallopia sakhaline anis que les hybrides de ces deux espèces de Fallopia Solidage géant Berce du Caucase Balsamine géante Balsamine à petites fleurs	<i>Fallopia japonica</i> <i>Fallopia sachalinensis</i> <i>Solidago gigantea</i> <i>Heracleum mantegazzianum</i> <i>Impatiens glandulifera</i> <i>Impatiens parviflora</i>
Espèces à surveiller (milieux humides)	Robinier pseudo-acacias Buddleia de David	<i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Buddleja davidii</i>

Annexe 8

Disposition des placettes d'inventaire d'état de conservation dans le site d'étude (Ophelia Noël, avril 2021)



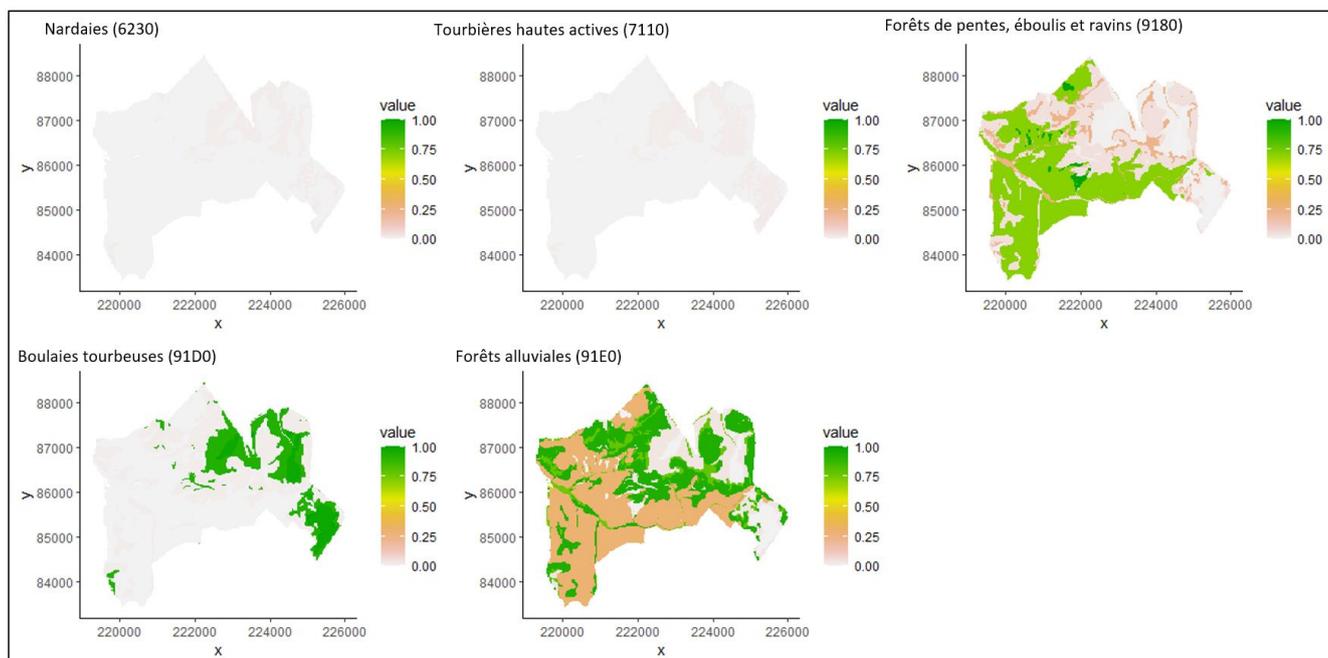
Annexe 9

Fiche d'observation de l'inventaire « état de conservation »

Numéro de la placette	Type d'habitat	Flore typique	Flore allochtone (% de recouvrement)	Espèces exotiques envahissantes	Nombre de bois morts (BM)	Détails BM	Nombre de très gros bois (TGB)	Détails TGB	Arbres d'intérêt biologique (AIB)	Détails AIB	Renouvellement	Problèmes de régénération	Atteintes	Commentaires
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Annexe 10

Modélisation de la potentielle distribution spatiale des habitats prioritaires sur R studio



Annexe 11

Caractéristiques des forêts de pentes et des forêts alluviales et de leurs sous-unités (Delescaille et al., 2021 et Rameau et al., 2000)

Forêts de pentes, éboulis ou ravins		Forêts alluviales	
Erablières à orme et à polystic à aiguillons (G1.14Ab)	Erablières de coulées pierreuses (G1.A41c)	Frénaies-aulnaies des ruisselets et des sources (G1.211)	Aulnaies-frénaies des cours d'eau rapides (G1.212)
Aspect de l'habitat et des peuplements			
Codominés par l'érable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>), le frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>) et l'orme des montagnes (<i>Ulmus glabra</i>)	Peuplements ligneux pas toujours densément développé : couvert léger ou forme des mosaïque avec les zones ouvertes d'éboulis siliceux. Erable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>) bien représenté (sans pour autant dominer systématiquement), peut être associé au bouleau verruqueux (<i>Betula Pendula</i>), au hêtre (<i>Fagus Sylvatica</i>), au chêne sessile (<i>Quercus Petrae</i>) et au sorbier des oiseleurs (<i>Sorbus aucuparia</i>) (+ charme (<i>Carpinus betulus</i>) ou au noisetier (<i>Corylus avellana</i>) dans la strate arbustive)	Souvent linéaires, longent des petits ruisseaux depuis leur source et occupent étroites bandes au sol	Terrasses alluviales des ruisseaux à eaux vives (peuvent être inondées)
Altitude : 300 à 600 m	Altitude : 200 à 600 m	Caractère discontinu (variations topographiques et pédologiques)	Galeries plus ou moins larges, en fonction du développement de la terrasse et de l'action anthropique sur le milieu (peuvent aussi être réduites à un cordon)
Vallées profondes sur versants abrupts et ombragés, couverts de blocs ou de cailloux siliceux	Stations de pente faible à moyenne (3 à 30°) et à exposition variable	Flore ligneuse	
Humidité atmosphérique constamment élevée et disponibilité en eau importante	Roche mère constituée d'amas instables de gros blocs de quartzite et sol se présentant sous forme de coulées colmatant les interstices entre les blocs rocheux	Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>), frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>) dans le sous-bois lorsqu'il est développé	Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>), frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>), parfois érable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>), saule blanc (<i>Salix alba</i>) ou érable plane (<i>Acer platanoides</i>), noisetier (<i>Corylus avellana</i>) dans le sous-bois
Espèces diagnostiques		Strate herbacée	
Groupe du polystic à aiguillons : <i>Cardamine</i> , <i>Impatiens</i> , <i>Gymnocarpium robertianum</i> , <i>Polystichum aculeatum</i> , <i>P. setiferum</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Ranunculus platanifolius</i> et <i>Ulmus glabra</i>	Pas d'espèces en particulier mais peut comporter des espèces du groupe de la germandrée, de la luzule blanche et de la myrtille commune : <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> ainsi que des fougères : <i>Dryopteris carthusiana</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , mousses et lichens. Ces espèces sont aussi présentes en faibles proportions : <i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Festuca altissima</i> , <i>Milium effusum</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Polygonatum verticillatum</i>	a. Groupe de la dorine à feuilles opposées (notamment des laïches) : <i>Cardamine amara</i> , <i>Cardamine pratensis</i> , <i>Carex remota</i> et <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> b. Quelques espèces du groupe de la stellaire des bois : <i>Impatiens noli-tangere</i> et <i>Rumex sanguineus</i> , ainsi que des populations parfois très abondantes de <i>Carex pendula</i> . c. Espèces témoignant du caractère humide des stations : groupe hygrophile de la reine-des-prés, groupes hydroclines de la fougère femelle, de la circe de Paris et de la ficaire d. Sur sols plus eutrophes : grande prêle et espèces du groupe du cirse maraicher e. Espèces relevant de groupes mésophiles : <i>Carex sylvatica</i> , <i>Lamium galeobdolon</i> f. Espèces relevant de groupes nitrophiles : <i>Geranium robertianum</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Urtica dioica</i>	a. Groupe de la stellaire des bois : <i>Aconitum lycoctonum</i> subsp. <i>vulparia</i> (rare), <i>Chrysosplenium alternifolium</i> , <i>Festuca gigantea</i> , <i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Petasites hybridus</i> , <i>Ranunculus platanifolius</i> (rare), <i>Rumex sanguineus</i> et <i>Stellaria nemorum</i> . b. Groupes hygroclines et hygrophiles de la ficaire, de la circe de Paris, de la fougère femelle et de la reine-des-prés, avec comme espèces les plus fréquentes <i>Angelica sylvestris</i> , <i>Athyrium filix-femina</i> , <i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Filipendula ulmaria</i> ou <i>Valeriana repens</i> c. Espèces profitant de la richesse azotée des alluvions : groupes nitrocline de la benoîte commune et nitrophile de l'ortie (<i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Geum urbanum</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Silene dioica</i> ou <i>Urtica dioica</i>). d. Espèces plus mésophiles : groupes de l'anémone sylvie et du lamier jaune (<i>Anemone nemorosa</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Lamium galeobdolon</i> , <i>Polygonatum multiflorum</i>)

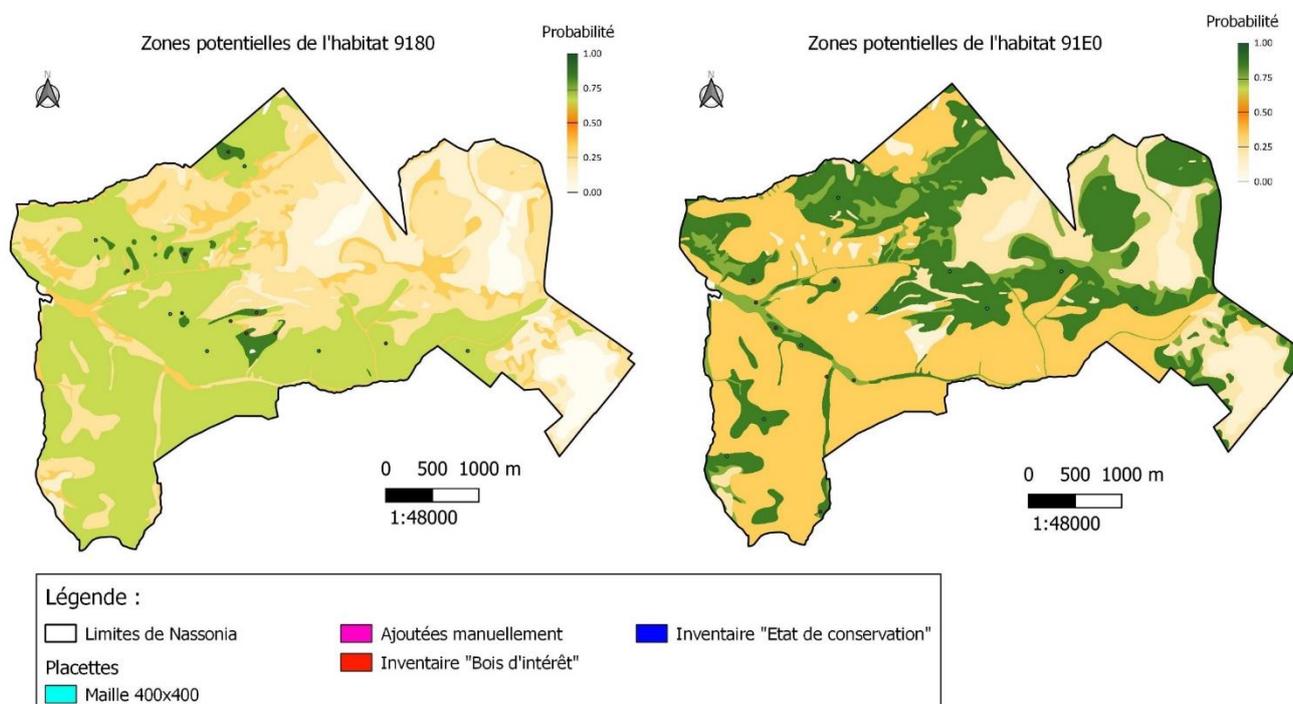
Annexe 12

Fiche d'observation de l'inventaire « habitats potentiels »

Numéro de la placette	Habitat potentiel	Espèces	Strate	Braun-Blanquet	Fréquence	Microhabitats	Commentaires
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

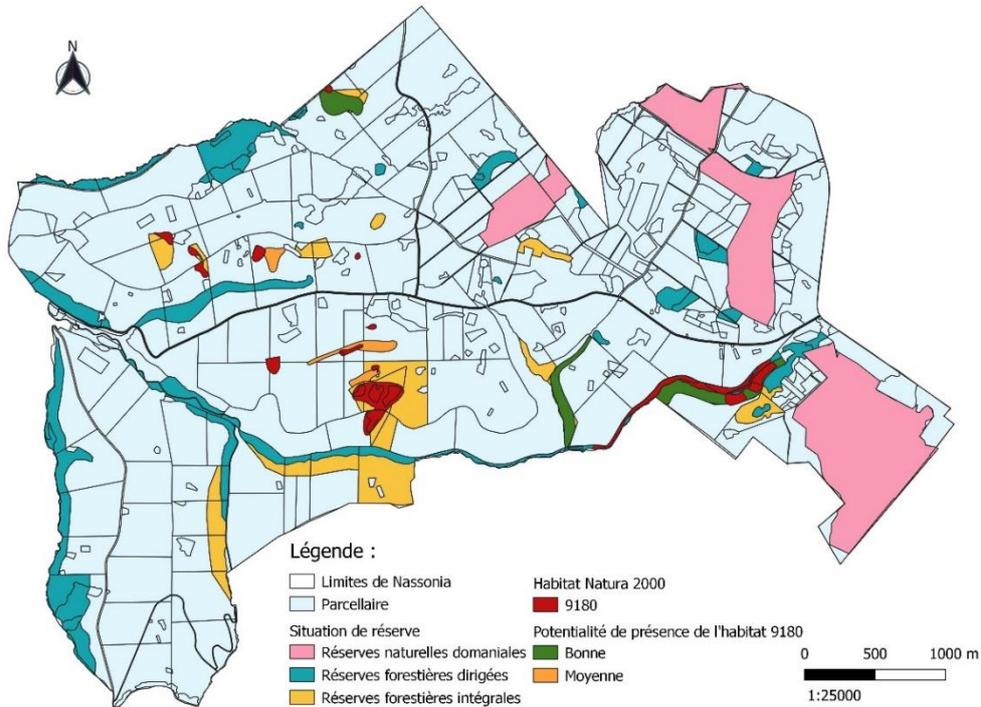
Annexe 13

Disposition des placettes d'inventaire d'habitats potentiels dans le site d'étude (Ophelia Noël, mai 2021)



Annexe 14

Situation de l'habitat/habitat potentiel 9180 par rapport aux réserves forestières du site d'étude



Annexe 15

Situation de l'habitat/habitat potentiel 91E0 par rapport aux réserves forestières du site d'étude

