

Aménagement forestier du domaine d'Haugimont (Faulx-les-Tombes) et analyse de la sylviculture menée grâce à quatre inventaires en plein

Auteur : De Decker, Guillaume

Promoteur(s) : Ligot, Gauthier; 19434

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels, à finalité spécialisée

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/16657>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

**AMENAGEMENT FORESTIER DU DOMAINE
D'HAUGIMONT (FAULX-LES TOMBES) ET
ANALYSE DE LA SYLVICULTURE MENEÉE
GRACE À QUATRE INVENTAIRES EN PLEIN.**

GUILLAUME DE DECKER

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN GESTION DES FORÊTS ET DES ESPACES NATURELS**

ANNÉE ACADEMIQUE 2022-2023

CO-PROMOTEURS : GAUTHIER LIGOT, SIMON HAUSER

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 académique¹ de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur.

¹ Dans ce cas, l'autorité académique est représentée par le(s) promoteur(s) membre du personnel(s) enseignant de GxABT.

AMENAGEMENT FORESTIER DU DOMAINE D'HAUGIMONT (FAULX-LES TOMBES) ET ANALYSE DE LA SYLVICULTURE MENEES GRACE A QUATRE INVENTAIRES EN PLEIN.

GUILLAUME DE DECKER

**TRAVAIL DE FIN D'ETUDES PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER BIOINGENIEUR EN GESTION DES FORETS ET DES ESPACES NATURELS**

ANNEE ACADEMIQUE 2022-2023

CO-PROMOTEURS : GAUTHIER LIGOT, SIMON HAUSER

Remerciements

A l'issue de ce travail, j'aimerais remercier toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu pendant cette longue période.

Mes premiers remerciements vont à MM. Gauthier Ligot et Simon Hauser, mes promoteurs, et M. Charles Debois, mon maître de stage, pour leur encadrement, leur patience, leur disponibilité et leurs précieux conseils et relectures tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier Charles Debois (président de Pro Silva Wallonie), Simon Hauser (régisseur) et Rudi Paulus (ouvrier forestier) pour leur chaleureux accueil pendant mon stage de master et pour m'avoir fait découvrir ce superbe domaine d'Haugimont à leur côté.

Un merci particulier à Charles Debois d'avoir eu l'idée de lier mon stage et mon TFE. L'analyse des quatre inventaires en plein réalisés entre 1978 et 2019 était le socle idéal pour l'actualisation du plan d'aménagement forestier du domaine. L'encodage des innombrables données d'inventaire sur Excel afin que je puisse travailler sur une base de données solide, a nécessité pour lui et son épouse Greta, d'y consacrer des centaines d'heures de leur précieux temps de jeunes retraités. Merci à tous les deux !

Je remercie également les membres du jury pour l'attention qu'ils vont porter à mon travail : le Président du jury Arnaud Monty, les Professeurs Hugues Claessens, Philippe Lejeune et Gauthier Ligot, M. Simon Hauser et M. Charles Debois.

J'adresse un tout grand merci à ma famille pour m'avoir encouragé et soutenu pendant ces cinq dernières années gembloutoises ainsi que mes amis qui m'ont bien aidé à me changer les idées quand cela était nécessaire.

Résumé – Abstract

Ce travail, centré sur le domaine forestier d'Haugimont (Université de Namur, Faulx-Les Tombes, Belgique) dans le Condroz namurois, a pour objectif de proposer un nouveau plan d'aménagement sur base de l'analyse de la sylviculture qui y est menée depuis 1978. Le but de cette analyse est de mettre en lumière les avantages et inconvénients économiques et écologiques de l'application de la gestion Pro Silva, utilisée depuis 1992 au domaine. Cette sylviculture se veut proche de la nature et se base sur la gestion d'une forêt en futaie irrégulière et diversifiée en essences autochtones. Elle tente de concilier la production de gros bois de qualité avec la préservation de la biodiversité et des fonctions sociales et paysagères de la forêt. Après une présentation détaillée de la zone d'étude, l'analyse dendrométrique s'est basée sur la comparaison de quatre inventaires en plein réalisés entre 1979 et 2019. En utilisant la surface terrière et le nombre d'arbres par hectare comme indices de densité pour caractériser la structure des peuplements à chaque année d'inventaire, il a pu être montré que tous les peuplements ont évolué – ou sont en train d'évoluer – vers la futaie irrégulière mélangée. Les essences feuillues sont celles qui se retrouvent le plus souvent dans cette configuration, tandis que les pins et les mélèzes sont en voie d'irrégularisation, et que les douglasaies, plus jeunes, doivent encore amorcer leur transition. De plus, grâce à l'utilisation exclusive de la régénération naturelle depuis 1992, toutes les parcelles présentent une plus grande diversité en essences en 2019 que lors du premier inventaire. L'analyse économique a été possible grâce à l'utilisation des historiques des ventes de bois et des dépenses effectuées dans chaque bois. Avec ces données, les revenus moyens nets du domaine ont pu être calculés. Associés au taux interne de rentabilité, à l'évolution de la valeur de consommation des bois sur pied et au temps de rotation du capital, ils démontrent la rentabilité de la gestion Pro Silva pour le domaine d'Haugimont. Enfin, sur base des résultats précédemment énoncés, un nouveau plan d'aménagement a été proposé pour les huit prochaines années. Les interventions sylvicoles ont été planifiées pour la période 2023-2031. Des mesures de suivi par inventaires en plein périodiques et de mise en place d'un cloisonnement d'exploitation ont été présentées.

This work, centred on the Haugimont forest estate (University of Namur, Faulx-Les Tombes, Belgium) in the natural region of Condroz, aims to propose a new management plan based on the analysis of the silviculture that has been carried out there since 1978. The goal of this analysis is to highlight the economic and ecological advantages and disadvantages of the application of the Pro Silva management system, which has been used on the estate since 1992. This silviculture is intended to be "close to nature" and is based on the management of an irregular forest with a diversity of indigenous species. It attempts to reconcile the production of quality timber with the preservation of biodiversity and the social and landscape functions of the forest. After a detailed presentation of the study area, the dendrometric analysis was performed, based on the comparison of four full-scale inventories carried out between 1979 and 2019. Using basal area and number of trees per hectare as density indicators to characterise the stand structure in each inventory year, it was shown that all stands have evolved - or are evolving – towards a mixed irregular forest. The hardwood species are the ones most often found in this configuration, while the pines and larches are in the process of irregularisation, and the Douglas-fir stands, which are younger, have yet to begin their transition. In addition, thanks to the exclusive use of natural regeneration since 1992, each plot shows a greater diversity of species in 2019 than in the first inventory. The economic analysis was made possible by using historical wood sales and expenses in each property. With this data, the average net revenues the estate could be calculated. Together with the internal rate of return, the evolution of the consumption value of the standing timber and the capital turnover time, they demonstrate the profitability of Pro Silva management for the Haugimont estate. Finally, based on the above results, a new management plan was proposed for the next eight years. The silvicultural interventions were planned for the period 2023-2031 and measures for monitoring by periodic full-scale inventories and the establishment of an operational partition were presented.

Table des matières

Remerciements	4
Résumé – Abstract	4
1 Introduction et objectifs	8
2 Zone d'étude et analyse de la gestion passée	10
2.1 Introduction.....	10
2.2 Zone d'étude	10
2.2.1 Localisation	10
2.2.2 Historique et vocation de la propriété	10
2.2.3 Conditions climatiques	11
2.2.4 Situation hydrographique et topographique	12
2.2.5 Géologie	14
2.2.6 Pédologie.....	15
2.2.7 Disponibilité en eau	16
2.2.8 Desserte et voiries	18
2.2.9 Situation cynégétique	18
2.2.10 Contraintes légales	18
2.3 Analyse de la gestion passée	22
2.3.1 Introduction et contexte.....	22
2.3.2 Comparaison des inventaires.....	23
2.3.3 Analyse économique	35
2.3.4 Bilan et discussion	47
3 Plan d'aménagement	49
3.1 Objectifs d'aménagement	49
3.1.1 Durée de validité	49
3.1.2 Choix des objectifs	49
3.1.3 Sylviculture Pro Silva et application sur le terrain.....	49
3.1.4 Forces et faiblesses du domaine d'Haugimont	52
3.1.5 Définition de la forêt future.....	53
3.2 Parcellaire et choix de gestion	55
3.2.1 Parcellaire d'exploitation	55
3.2.2 Rotation et coupes.....	58
3.2.3 Dimensions d'exploitabilité	58
3.2.4 Itinéraires sylvicoles.....	59
3.2.5 Inventaire de gestion	61

3.2.6	Mesures de protection du sol	62
3.3	Bilan et discussion	62
4	Conclusion et perspectives	63
	Bibliographie	65
	Annexes.....	66

1 Introduction et objectifs

Traditionnellement, en Europe de l'Ouest, l'aménagement et la planification des opérations sylvicoles visaient un nombre limité, voire unique, de services rendus par la forêt. La production de bois était l'objectif principal de beaucoup de forêts tempérées européennes (Mason et al., 2022). Cela impliquait la sélection d'un faible nombre d'essences, leur plantation, la gestion en futaie équienne et éventuellement une mise à blanc finale.

Parallèlement, d'autres visions de la sylviculture se sont développées dans le monde. Leur diffusion et leur popularité a cependant augmenté ces trente dernières années dans les pays développés (Puettmann et al., 2015). Parmi celles-ci, la sylviculture Pro Silva- aussi appelée « Sylviculture proche de la Nature » ou plus récemment « Sylviculture Mélangée à Couvert Continu » - s'est peu à peu construite depuis plus de 100 ans dans des pays d'Europe centrale, notamment en Slovénie, en Allemagne ou en Suisse. Ce mode de gestion est ancré dans une volonté d'un « retour à la Nature », déjà réclamé à la fin du XIX^{ème} siècle par des forestiers tels que Karl Gayer, Morosow ou Möller (Johann, 2006). Cette approche utilise les processus naturels afin de produire du bois tout en conservant une biodiversité riche et en minimisant les coûts et les risques économiques (Pro Silva, 2012).

Aujourd'hui, ces principes sont entrés dans la politique de gestion des forêts en Wallonie. Depuis 2013 et la diffusion de la circulaire n° 2718 du 24 septembre 2013 au sein du Service Public de Wallonie, les principes Pro Silva s'imposent dans toutes les forêts domaniales, en résineux et en feuillus et sont recommandés en forêt communale. Ceux-ci consistent en vingt-et-une mesures (Baar et al, 2008), telles que le traitement en futaie irrégulière et le maintien d'un mélange d'essences en majorité autochtones, l'absence de coupes à blanc, l'utilisation de la régénération naturelle, la production sur des arbres de qualité et de grosses dimensions récoltés pied par pied ou encore le maintien d'un équilibre forêt-gibier pour permettre la pérennité des essences en station.

Pour les propriétaires et les gestionnaires, le passage d'une pratique à l'autre peut soulever des interrogations. En effet, alors que la sylviculture traditionnelle repose sur des modèles simples et éprouvés qui, dans les conditions économiques du XX^{ème} siècle (main d'œuvre bon marché, anéantissement des forêts durant deux guerres mondiales) ont assuré, après 1945, un bon niveau de revenu (à l'image des futaies équiennes d'épicéas, aujourd'hui dévastées en plaine par le scolyte). La sylviculture Pro Silva repose, elle, sur une gestion fine et précise de plusieurs composantes de la forêt (relations entre les individus, gestion de la lumière, maintien d'une importante diversité, etc). L'objectif ne vise pas la quantité mais la qualité des produits ligneux et implique donc l'utilisation de critères de gestion différents de la sylviculture traditionnelle. Dès lors, la question de la rentabilité économique de cette sylviculture peut être légitimement posée, tout comme celle de ses effets à long terme sur la capacité de la forêt à répondre aux besoins de la société. Comment une forêt gérée en Pro Silva évolue-t-elle ? Par quelles actions (itinéraires sylvicoles) peut intervenir le gestionnaire pour diversifier sa forêt et préserver des niveaux de revenus intéressants ?

Ce travail s'intéresse au domaine forestier d'Haugimont, situé dans la commune de Gesves, non loin de Namur. Il appartient à l'Université de Namur (UNamur) depuis 1978, s'étend aujourd'hui sur 360 hectares dont 295 ha boisés et est géré selon les principes de Pro Silva. L'objectif est de proposer un nouveau plan d'aménagement, le dernier datant de 2000, y inclure une nouvelle propriété acquise en 2006 au domaine et répondre aux volontés du gestionnaire qui doit désormais travailler dans un contexte sylvicole changeant et par endroits perturbé. Un second objectif est de mener une analyse

de l'évolution des peuplements forestiers du domaine d'Haugimont sur base de quatre inventaires en plein (réalisés en 1979, 1992 et 1995, 2009 et 2019) afin de mettre en lumière les avantages et inconvénients économiques et écologiques de la sylviculture Pro Silva qui y a été menée.

2 Zone d'étude et analyse de la gestion passée

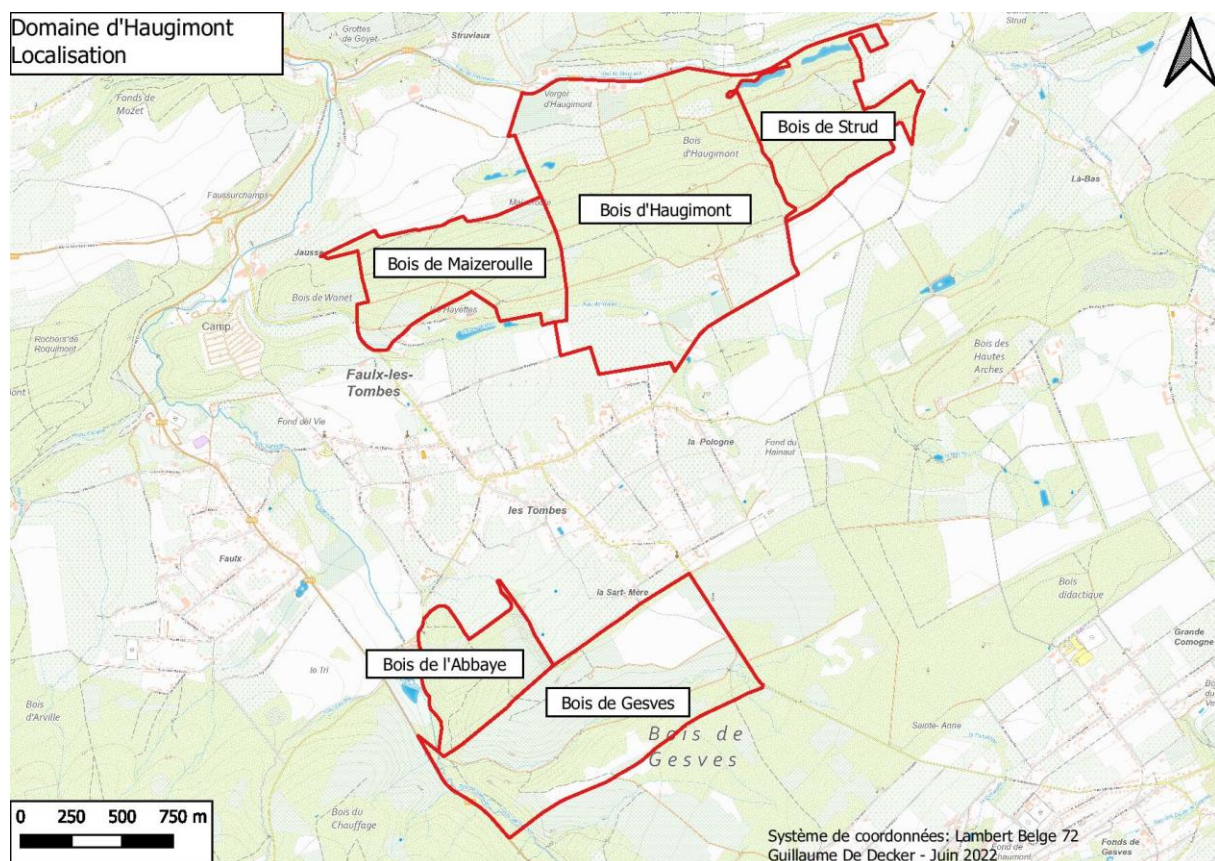
2.1 Introduction

L'objectif de cette section est de présenter en détail les caractéristiques du domaine forestier d'Haugimont. Dans un premier temps, une description détaillée de la zone d'étude sera présentée. Ensuite, une analyse de la gestion passée sera proposée, scindée en deux parties. La première se concentrera sur l'analyse d'un point de vue dendrométrique, en abordant l'évolution de la structure et de la composition des peuplements du domaine grâce à la comparaison de quatre inventaires. La seconde sera consacrée à une analyse économique, qui servira à déterminer si le passage à une sylviculture Pro Silva fût financièrement profitable ou non.

2.2 Zone d'étude

2.2.1 Localisation

Les bois du domaine d'Haugimont se trouvent dans la Commune de Gesves, à 18 km de Namur, dans l'entité de Faux-Les Tombes, en Condroz namurois. Ils sont répartis en deux grands massifs, distants d'environ 1500 m à vol d'oiseau. Au nord se trouve le massif des bois d'Haugimont, de Maizerouille et de Strud (appelé massif d'Haugimont dans la suite du travail). Au sud se trouve le massif des bois de Gesves et de l'Abbaye (appelé massif de Gesves dans la suite du travail) (carte 1).



Carte 1. Localisation des bois du domaine d'Haugimont.

2.2.2 Historique et vocation de la propriété

Le domaine d'Haugimont appartient à l'Université de Namur depuis 1978. Il joue principalement un rôle pédagogique pour les étudiants de l'université, leur permettant de réaliser divers stages et

manipulations de terrain. Il comprend également une ferme expérimentale (Centre de Recherches Ovines) et un gîte qui peut accueillir jusqu'à septante personnes.

A l'origine, le domaine était composé du bois d'Haugimont (90 ha), de 61 ha de prairies et de vieux vergers, de deux étangs et quelques mares et 6 ha de terrains bâtis (maisons, ferme, fermette, parcs et serres). Dès 1979, le domaine s'est agrandi avec l'achat de 89 ha de forêts et 2 ha de prairies du bois de Gesves. Cinq ans plus tard, l'université fait l'acquisition du bois de Maizerouille (48 ha) jouxtant le bois d'Haugimont à l'ouest et en 1994, le bois de Strud (34 ha) complète le massif par l'est. Une dernière extension du domaine se fait en 2006 avec l'achat du bois de l'ancienne Abbaye de Grandpré (28 ha), au nord-ouest du bois de Gesves.

Au total, le domaine d'Haugimont recouvre aujourd'hui 360 hectares en deux grands blocs. Le massif d'Haugimont représente environ 241 hectares, dont 178 hectares de forêt. Il sert à la fois à la production de bois mais aussi à l'accueil du public, avec un réseau de sentiers écologiques, des visites didactiques et la possibilité de louer une ancienne fermette réhabilitée en gîte de 70 lits. Celui-ci accueille en temps normal environ 3500 personnes par an. Le massif de Gesves représente quant à lui un total de 119 hectares. Il sert à la production de bois et à la protection de la Nature, avec l'inclusion d'une grande partie du massif dans le réseau européen Natura 2000 (annexe 3). Les deux massifs sont traversés par le parcours des sentiers de la « Fête de mai », initiative de l'ASBL Vagabond'art qui allie Nature et Art en exposant diverses œuvres dans différents paysages de la commune de Gesves. Plus largement, ce parcours est inclus dans le « Sentier d'art en Condroz-Famenne », boucle pédestre de 141 km qui traverse six communes.

2.2.3 Conditions climatiques

La zone d'étude dispose d'un climat tempéré sub-océanique qui ne connaît habituellement pas de fortes chaleurs ni de froids intenses (tableau 1). Cependant, les vagues de chaleurs et de sécheresses connues ces dernières années, ainsi que l'augmentation du nombre de tempêtes témoignent du caractère changeant du climat mondial, causé par les activités humaines. Ces événements extrêmes sont amenés à devenir plus fréquents dans le futur. Tous ces changements auront un impact sur la composition et l'état de santé des forêts de par le monde.

En moyenne, les premiers et derniers jours de gel sont respectivement au 05/11 et au 19/04. La période de végétation moyenne s'étend du 22/05 au 28/09. Les vents dominants proviennent du sud-ouest.

Les données climatiques présentées proviennent de l'Institut Royal Météorologique belge (IRM) qui met à disposition les statistiques climatiques de toutes les communes belges (moyennes de la période 1991-2020) sur son site internet meteo.be.

Tableau 1. Paramètres climatiques de la commune de Gesves.

Variables climatiques	Valeurs	Unités
Température moyenne annuelle	10,1	°C
Température maximale moyenne du mois le plus chaud (juillet)	23,1	°C
Température minimale moyenne du mois le plus froid (février)	0,1	°C
Quantité de précipitations annuelle	883,2	mm
Précipitations minimales (avril)	51,1	mm
Précipitations maximales (décembre)	99,5	mm

2.2.4 Situation hydrographique et topographique

Les bois du domaine d'Haugimont sont situés dans le Condroz namurois. Plus précisément, le massif d'Haugimont se trouve dans le secteur du Pays meusien et le massif de Gesves dans le secteur de l'Ardenne Condrusienne du domaine médio-européen des territoires écologiques de la Wallonie (Bille, 2012). Les altitudes maximales des deux massifs sont de respectivement 218 et 277 mètres.

Les paysages du pays Meusien sont caractérisés par des vallées assez larges et des pentes douces. L'Ardenne Condrusienne, en revanche, est formée d'un plateau très accidenté, creusé par de petits vallons escarpés.

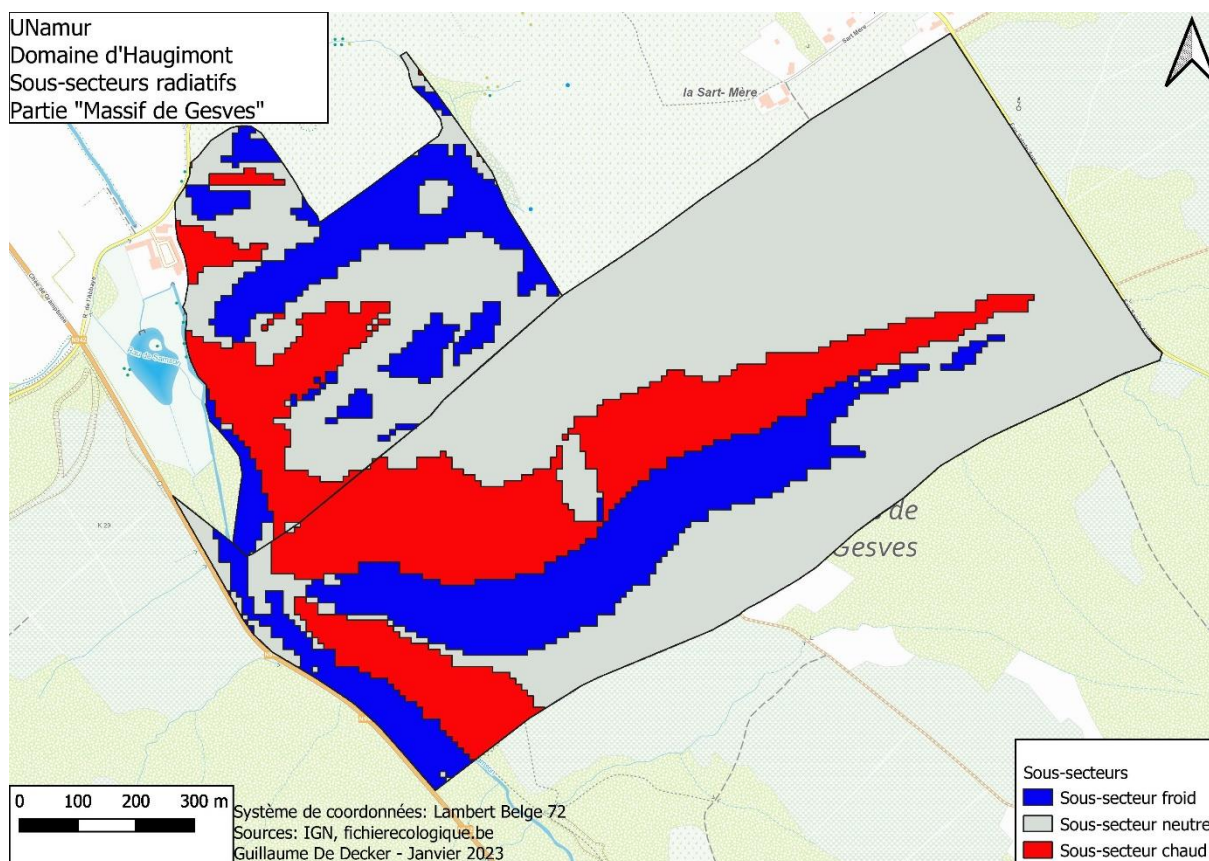
D'un point de vue hydrographique, le massif d'Haugimont est longé par le ruisseau de Wanet à sa bordure sud et par le ruisseau de Struviaux à sa limite nord. Ce massif est traversé par une crête d'est en ouest en son centre et qui constitue l'épine dorsale du bois. Les pentes les plus marquées sont orientées vers le nord (carte 2a). Les plateaux neutres constituent la majeure partie du bois (tableau 2).

Le bois de Gesves est quant à lui traversé par un étroit ruisseau qui prend sa source à son sud-est. Il descend tout le bois d'est en ouest pour se jeter dans la rivière Samson (affluent de la Meuse) qui longe l'extrémité ouest du bois de Gesves. Ces deux cours d'eau ont façonné le relief du bois avec le temps, créant des pentes douces à moyennes, qui deviennent de plus en plus abruptes en allant vers l'amont. Ces pentes sont entourées d'un grand plateau qui compte pour la moitié de la superficie du bois (tableau 3). Le bois de l'Abbaye a un relief plus nuancé, parcouru aussi bien de versants chauds que de pente froides (carte 2b).

Les cartes des sous-secteurs proviennent du fichier écologique des essences (fichierecologique.be). Elles ont été récupérées grâce à forestimator (forestimator.gembloux.ulg.ac.be).

Tableau 2. Répartition des sous-secteurs radiatifs dans le massif d'Haugimont.

Sous-secteurs	Surface (ha)	Proportion
Froid	68.7	29%
Neutre	145.7	61%
Chaud	25.5	11%
Total général	239.9	100%



Carte 2b. Sous-secteurs radiatifs dans le massif de Gesves (fichierecologique.be, 2022).

2.2.5 Géologie

Le massif d'Haugimont repose sur plusieurs couches géologiques successives (Oldenhove de Guertechin, 1968 ; Nivarlet, 2000 ; Bille, 2012) :

- Les schistes du Silurien, généralement argileux ;
- Les psammites, poudingues et schistes rougeâtres du Couvinien ;
- Les poudingues du Givetien ;
- Les schistes calcarifères du Frasnien ;
- Les grès et psammites du Famennien ;
- Les roches calcaires du Tournaisien ;
- Des formations sableuses et argileuses datant du Tertiaire ;
- Des dépôts de terrasse de la Meuse, très caillouteux ;
- Des dépôts limoneux de la dernière glaciation.

Sous le massif de Gesves, le sous-sol est constitué de schistes, de grès et de poudingue du Dévonien.

La partie du bois de l'Abbaye comprend en partie les mêmes formations que celles du bois de Gesves dans sa partie sud. En plus, diverses couches de l'ordovico-silurien s'y sont déposées vers le nord (Delcambre et Pingot, 2018) :

- Des calcaires argileux et des bancs carbonatés de la formation de Fosses ;
- Les stiltites verts foncés et les bandes de schistes et de grès de la formation de Génicot ;
- Les schistes noirs et les stiltites de la formation de Dave ;

- Des incursions magmatiques de gabbros, exposées et facilement observables dans la partie est du bois.

2.2.6 Pédologie

L'analyse des sols de la propriété s'est basée sur les données reprises sur la Carte Numérique des Sols de Wallonie disponible sur le Géoportail de la Wallonie (SPW, 2015).

Les sols limono-caillouteux et limoneux sont rencontrés sur la quasi-totalité du domaine. Dans le massif d'Haugimont, ils représentent près de 85% de la surface de forêt. Ce chiffre atteint 91% dans les bois de Gesves et de l'Abbaye. La profondeur de ces sols est généralement faible, le substrat apparaissant à moins de 80 cm dans la plupart des cas.

Tableaux 2, 3, 4 et 5. Pédologie du massif d'Haugimont (ND= non-défini. Ceci englobe les sols artificialisés, non cartographiés, les fosses d'extractions, remblais et terrains remaniés, les affleurements rocheux ou encore des fonds de vallons limoneux).

Texture	Limon caillouteux	Limon-Limon caillouteux	Limon	Complexe A-G-S	ND	Total général
Surfaces (ha)	150.9	7.1	4.8	0.3	15.8	178.9
Proportion (%)	84.3%	4.0%	2.7%	0.2%	8.8%	100.0%

Drainage	Favorable	Modéré	Imparfait	Assez pauvre à pauvre (engorgement permanent)	ND	Total général
Superficie (ha)	124.4	13.3	22.2	2.9	16.1	178.9
Proportion (%)	69.5%	7.5%	12.4%	1.6%	9.0%	100.0%

Développement de profil	B textural et structural	B textural	Absence de développement de profil	ND	Total général
Surface (ha)	144.6	11.1	7.1	16.1	178.9
Proportion (%)	80.8%	6.2%	4.0%	9.0%	100.0%

Apparition du substrat	Profond (+ de 80cm)	Peu profond (40 à 80 cm)	Superficiel (20 à 40 cm)	Très superficiel (- de 20 cm)	ND	Total général
Surface (ha)	0.3	92.7	53.9	4.0	28.0	178.9
Proportion (%)	0.2%	51.8%	30.1%	2.2%	15.7%	100.0%

Tableaux 6, 7, 8 et 9. Pédologie du massif de Gesves (ND= non-défini. Ceci englobe les sols artificialisés, non cartographiés, les fosses d'extractions, remblais et terrains remaniés, les affleurements rocheux ou encore des fonds de vallons limoneux).

Texture	Limon caillouteux	Limon-Limon caillouteux	Limon	ND	Total général
Surface (ha)	105.8	3.2	6.8	0.1	116.0
Proportion (%)	91.2%	2.8%	5.9%	0.1%	100.0%

Drainage	Favorable	Modéré	Imparfait	Assez pauvre (engorgement temporaire)	Assez pauvre à pauvre (engorgement permanent)	ND	Total général
Surface (ha)	78.2	15.4	16.9	5.0	0.3	0.1	116.0
Proportion (%)	67.5%	13.3%	14.5%	4.3%	0.3%	0.1%	100.0%

Développement de profil	B textural	B textural et structural	Absence de développement de profil	Développement non-défini	ND	Total général
Surface (ha)	6.8	104.5	3.2	1.3	0.1	116.0
Proportion (%)	5.9%	90.1%	2.8%	1.1%	0.1%	100.0%

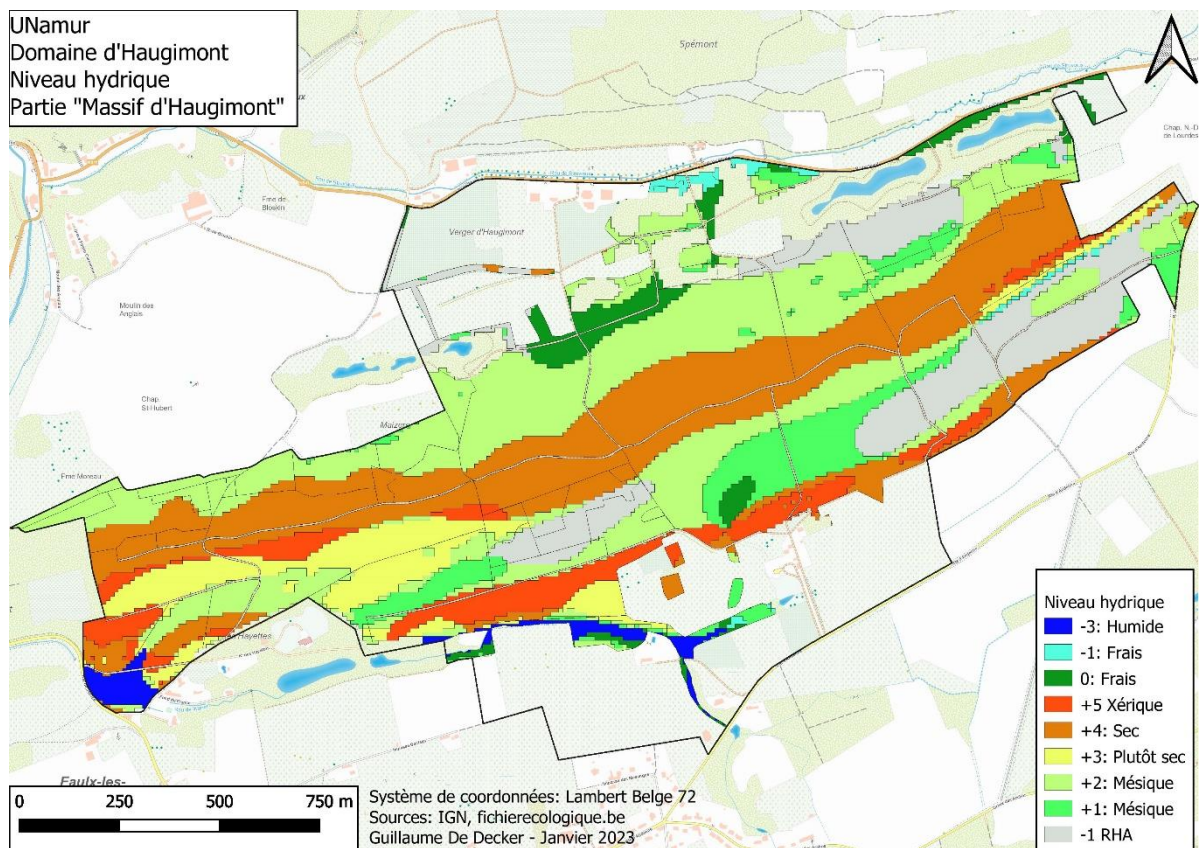
Apparition du substrat	Profond (+ de 80cm)	Peu profond (40 à 80 cm)	Superficiel (20 à 40 cm)	Très superficiel (- de 20 cm)	ND	Total général
Surface (ha)	0.8	67.3	39.5	0.7	7.7	116.0
Proportion (%)	0.7%	58.0%	34.1%	0.6%	6.7%	100.0%

2.2.7 Disponibilité en eau

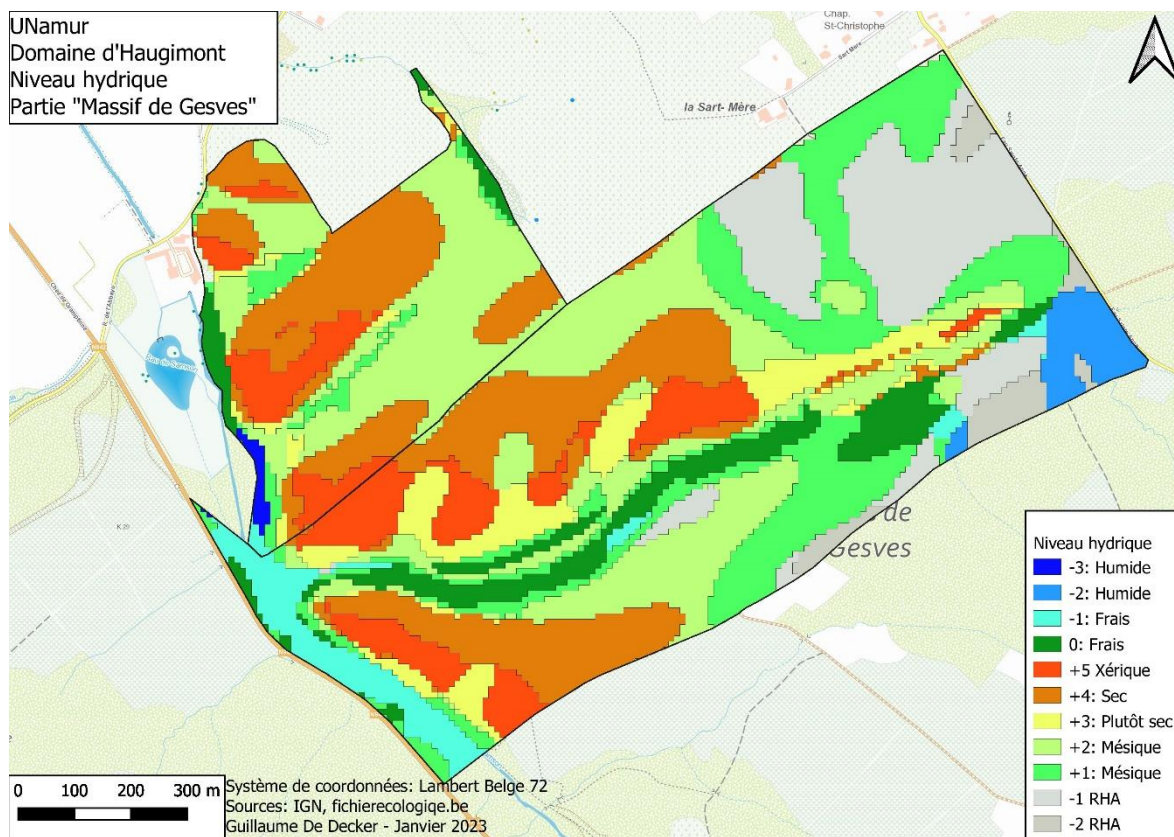
Dans le massif d'Haugimont, la crête centrale montre une disponibilité en eau très faible, dû à une faible profondeur de sol et un apport en eau par précipitations uniquement. De part et d'autre de celle-ci, le sol devient plus frais. Les zones les plus humides se situent au sud-ouest, à proximité du ruisseau de Wanet, et dans le sud, près d'un autre filet d'eau (carte 3a).

Le bois de Gesves est caractérisé par une zone humide et un plateau hydromorphe dans l'est, d'où démarre l'affluent du Samson. La moitié sud est globalement plus fraîche que la moitié nord, de par leurs caractéristiques topographiques différentes. Dans l'ouest, le Samson alimente abondamment les parcelles environnantes. Le bois de l'Abbaye présente des sols généralement mésiques à secs, avec certaines parties plus fraîches selon la topographie. Dans le sud-ouest, une petite parcelle très humide se distingue (carte 3b).

Ces données proviennent du fichier écologique des essences.



Carte 3a. Disponibilités en eau dans le massif d'Haugimont (fichierecologique.be, 2022)



Carte 3b. Disponibilités en eau dans le massif de Gesves (fichierecologique.be, 2022).

2.2.8 Desserte et voiries

Les bois du domaine d'Haugimont disposent d'un réseau de chemins bien développés et entretenus. Par une volonté d'accueil des usagers (engins forestiers pour l'exploitation mais aussi équipements des acheteurs du bois de chauffage), la quasi-totalité des voiries sont empierrées, ce qui permet un accès aisé à la majorité du domaine à tout type de véhicule. En tout, ce sont 12 km de chemins carrossables qui traversent les bois de Strud, Haugimont et Maizeroulle, et 2.7 km dans le bois de Gesves (aucun chemin n'est empierré dans le bois de l'Abbaye). Soit, 67 m/ha de chemins dans les bois du massif d'Haugimont et 30 m/ha dans le bois de Gesves.

2.2.9 Situation cynégétique

Les bois du domaine d'Haugimont abritent, temporairement ou de manière permanente, plusieurs espèces de gibier. Le sanglier est l'espèce la plus représentée dans les tableaux de tirs, loin devant le chevreuil et le cerf (depuis 2010). On observe aussi la présence du renard et des petits gibiers comme le lièvre, la bécasse ou encore le canard colvert.

La location du droit de chasse est une source de revenus importante pour le domaine. Les deux massifs forment deux lots distincts. Le bail court pour neuf ans et, avec la location du droit de pêche (deux étangs et 700 m le long du Samson), procure un loyer brut de 33 500 € par an. Cette somme couvre en partie le salaire de l'ouvrier forestier. Il est à noter que le premier article du bail de chasse prévoit que l'usage scientifique et didactique du domaine prévaut sur l'usage cynégétique.

La période de chasse en battue commence le 1^{er} octobre et se termine le 31 décembre avec un maximum de six journées durant cette période. Des battues supplémentaires peuvent être organisées jusqu'au mois d'avril pour le sanglier uniquement. L'affût au sanglier se pratique toute l'année entre 18h et 8h.

Depuis 2022, le gestionnaire a décidé de faire évoluer les battues traditionnelles vers des battues silencieuses. Celles-ci ont pour objectif de respecter le bien-être animal lors de la chasse, et sont censées requérir moins de balles pour la mise à mort du gibier : 1.5 balles au lieu de 7 (Delacre, 2015).

De plus, afin de stopper l'augmentation de la population de grand gibier, le nourrissage artificiel est totalement interdit. Comme pour la battue silencieuse, l'UNamur tient à montrer l'exemple en matière de gestion cynégétique.

Le choix de la sylviculture Pro Silva (développement d'un sous-bois feuillu varié procurant nourriture naturelle et remises discrètes) ainsi que l'abondance de fruits forestiers (glands, noisettes, fânes ...) sont très appréciés des locataires du droit de chasse et expliquent l'importance des loyers obtenus (90 à 100 €/ha/an).

2.2.10 Contraintes légales

Un plan d'aménagement doit respecter plusieurs contraintes légales. Le Code forestier (décret du 15 juillet 2008, Moniteur belge du 12 septembre 2008) s'applique en forêt publique et privée. Il prévoit un ensemble de mesures que tous les utilisateurs de la forêt se doivent de respecter. Dans le cadre d'un aménagement, deux points sont à considérer :

- Art. 38 : « *Sauf pour raisons sanitaires et moyennant autorisation préalable, est interdite dans les bois et forêts toute coupe de plus de cinq hectares dans les peuplements présentant une surface terrière de plus de cinquante pour cent de résineux, ainsi que toute coupe de plus de trois hectares dans les peuplements présentant une surface terrière de plus de cinquante pour cent de feuillus.* »

Les superficies visées à l'alinéa 1^{er} s'entendent d'un seul tenant et appartenant à un même propriétaire. Sont considérés comme étant d'une superficie d'un seul tenant les espaces appartenant à un même propriétaire séparés, en l'un de leurs points, de moins de cinquante mètres.

L'interdiction visée à l'alinéa 1^{er} s'applique à toute coupe qui ne laisse pas, pour chaque hectare, un volume bois fort tige du matériel ligneux d'au moins septante-cinq mètres cubes dans les futaies et d'au moins vingt-cinq mètres cubes dans les taillis sous futaie. »

- Art. 40 : « A l'exception des régénérations artificielles le long d'allées ou sur des surfaces inférieures à cinquante ares d'un seul tenant par tranche de cinq hectares de bois et forêts d'un même propriétaire, toute régénération artificielle au moyen d'essences qui ne sont pas en conditions optimales ou tolérées, selon le fichier écologique des essences édité par le Gouvernement, est interdite, sauf dérogation arrêtée par le Gouvernement. »

Le plan de secteur prévoit une série de contraintes et dispositions en fonction des affectations de surface (CWATUP, 2016). Pour les surfaces forestières, le déboisement, la plantation à moins de six mètres d'une zone agricole, la création de fossés ou de drains et la plantation ou l'installation de semis résineux en zone naturelle sont interdits. Concernant l'exploitation en 2019 (sur lits de branches et avec maintien des chênes, bouleaux, et pins disséminés) d'une pessière scolytée (50 ans) de 12 ha dans le bois de Gesves, un projet de réserve naturelle a été lancé. Une partie de cette parcelle devra faire l'objet d'une dérogation au plan de secteur pour la maintenir ouverte et permettre le pâturage de moutons du Centre de Recherches Ovines de l'UNamur. Sur le solde, le retour à une chênaie-boulaie se fera exclusivement par régénération naturelle.

Les bois de Gesves et de Maizerouille sont concernés par le réseau Natura 2000. Ce réseau est une initiative de l'Union Européenne qui a pour objectif de conserver la biodiversité en Europe. Il a été mis en place par deux directives : la directive « Oiseaux » qui vise à protéger toutes les espèces oiseaux migrateurs et la directive « Habitats » qui veut conserver les habitats naturels, ainsi que les espèces végétales et animales associées (Natagriwal).

En Belgique, le réseau Natura 2000 s'articule autour de sites, divisés en unités de gestions (UG). Les bois du domaine font partie du site « Bassin du Samson » (BE35005). Dans le bois de Gesves, environ 42 ha sont concernés. Le bois de l'Abbaye contient environ 1 ha de ces UG et le bois de Maizerouille environ 16 ha.

L'organisation de ces UG est présentée aux cartes de l'annexe 3.

Tableau 10. Unités de gestion Natura 2000 dans le domaine et mesures associées (Natagriwal).

UG	Nom	Mesures concernant la gestion forestière	Surface (ha)
UG 1	Milieux aquatiques	Drains interdits, autorisation pour enrichissement par essences non-indigènes, autorisation pour coupe de 30 % des cordons rivulaires sur 10 ans, notification pour plantation d'arbres ou d'arbustes, notification pour l'entretien des fossés existants.	0.9
UG 5	Prairies de liaison	Notification pour plantation d'arbres ou d'arbustes.	0.1

UG 7	Forêts prioritaires alluviales	Autorisation pour mises à blanc, autorisation pour abattage d'arbres de plus de 100 cm de circonférence du 1/04 au 30/06, plantation de résineux à moins de 12 m des berges interdite, transformation ou enrichissement par essences non-indigènes interdits, autorisation pour coupe de 30 % des cordons rivulaires sur 10 ans, autorisation pour travaux de préparation du sol et plantations, notification pour l'entretien des fossés existants.	7.5
UG 8	Forêts indigènes de grand intérêt biologique	Autorisation pour coupe à blanc de feuillus indigènes, autorisation pour abattage d'arbres de plus de 100 cm de circonférence du 1/04 au 30/06, autorisation pour coupe de 30 % des cordons rivulaires sur 10 ans, plantation de résineux à moins de 12 m des berges interdite, transformation ou enrichissement par essences non-indigènes interdits, autorisation pour travaux de préparation du sol et plantations, notification pour l'entretien des fossés existants.	12.7
UG 10	Forêts non indigènes de liaison	Autorisation pour coupe de 30 % des cordons rivulaires sur 10 ans, plantation de résineux à moins de 12 m des berges interdite, notification pour l'usage d'engrais et épandage, autorisation pour la création ou remise en fonction de drains et fossés (hors bord de voiries), notification pour l'entretien normal des fossés existants	7.8
UG 11	Terres de cultures et éléments anthropiques (ici, voiries).	Autorisation pour la création ou remise en fonction de drains et fossés (hors bord de voiries), notification pour l'entretien normal des fossés existants.	1.7
UG TEMP 3 (passage à UG 8 ou UG 9 prochainement)	Hêtraies à luzule et autres feuillus non différenciés.	Voir mesures UG 8.	25.8

Enfin, des mesures s'appliquent spécifiquement aux propriétaires qui possèdent plus de 2.5 ha en zone Natura 2000 (Natagriwal) :

- Maintien de deux arbres morts par hectare ;
- Maintien d'un arbre de grand intérêt biologique pour deux hectares de forêt éligible ;
- Maintien de 10 m de lisières étagées ;
- Mesures liées à des îlots de conservation : sont interdits toutes formes d'exploitation, l'enlèvement d'arbres morts, toute autre activité hors contrôle du gibier et mesures d'accueil du public et de sécurisation.

Les îlots de conservation doivent représenter 3 % de la superficie des forêts situées en zone Natura 2000 et faire au moins 10 ares de surface. Pour le domaine, deux îlots de conservation ont été désignés. Le premier concerne une partie de la rive gauche du Samson dans le bois de Gesves et le second, l'aulnaie humide de 0.9 ha dans le coin sud-ouest du bois de l'Abbaye.

2.3 Analyse de la gestion passée

2.3.1 Introduction et contexte

- Evolution de la sylviculture

Dès son arrivée en tant que régisseur du domaine d'Haugimont, en 1978, M. Debois considérait déjà que le mélange des essences était bénéfique pour la gestion forestière. L'adage « ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier » fait partie de sa philosophie de sylviculteur. Appuyé par les conseils techniques de la Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, il a entrepris dès lors une série de plantations d'essences diverses (chêne rouge d'Amérique, chêne pédonculé, hêtre, érable, merisier, douglas, mélèze hybride, noyers, peupliers) avec différents écartements (1.5-1.5 m, 2-2 m, jusqu'à 5-5 m pour des merisiers et 10-10m pour les peupliers). Globalement, sa préférence va pour les feuillus.

Suite à ces travaux, il a pu observer quatre éléments essentiels :

- L'installation et l'entretien des plantations coûte très cher et nécessite la destruction de la régénération naturelle gratuite ;
- Les produits de la première éclaircie des feuillus ne sont pas valorisables pour des plantations à faible écartement et constituent donc une perte, alors que ceux issus de plantations à large écartement peuvent constituer une recette (grâce à la vente de bois de chauffage) ;
- Seuls quelques plants (70-80/ha) parmi tous ceux plantés (1250/ha) deviendront des bois de grande valeur économique (Bille, 2012), ce qui constitue en soi un faible retour sur l'investissement fourni ;
- Les chênes indigènes déjà présents sont pour l'UNamur une valeur sûre à long terme ; accélérer le développement du houppier des meilleurs d'entre eux par des éclaircies tous les 8 ans et maintenir à leur pied un sous-bois qui en protège le tronc, devient la règle et favorise l'apparition de nombreux semis naturels de chênes et de bien d'autres essences.

Ce constat l'a alors incité à se tourner dès 1992 vers l'utilisation du semis naturel comme seul et unique moyen de régénération de la forêt, un premier pas dans l'application de la sylviculture Pro Silva (« *le premier euro gagné en forêt est celui que l'on n'a pas dépensé* ») (figure 1). Les travaux forestiers ont été orientés depuis ce changement en faveur des chênes indigènes compte tenu de leur grande valeur marchande finale et de la difficulté de les régénérer naturellement sous couvert en vertu de leur caractère héliophile. Des efforts sont également menés en faveur d'autres essences moins compétitives dans la lutte pour la lumière afin de conserver une certaine diversité d'espèces (70% de chênes indigènes et 30% d'essences compagnes).

- Les inventaires

Depuis l'achat du premier bois en 1978, cinq inventaires en plein ont été réalisés sur l'ensemble du domaine (figure 1) :

- Le premier a été réalisé à l'hiver 1978-1979 sur l'ensemble du domaine (bois d'Haugimont et de Gesves) ;
- Le second en 1992 sur tout le domaine, suite à l'achat du bois de Maizeroulle en 1984 ;
- Un troisième inventaire a été conduit en 1995 dans le bois de Strud uniquement, suite à son acquisition en 1994 ;
- Le quatrième inventaire a eu lieu en 2009 sur l'ensemble du domaine après l'achat du bois de l'Abbaye en 2006 ;
- Le cinquième inventaire a été réalisé en 2019 et a aussi concerné tout le domaine.

Ceux-ci avaient pour but d'évaluer la valeur financière du capital sur pied, la richesse en essences et leur évolution ainsi que d'orienter la planification des exploitations.

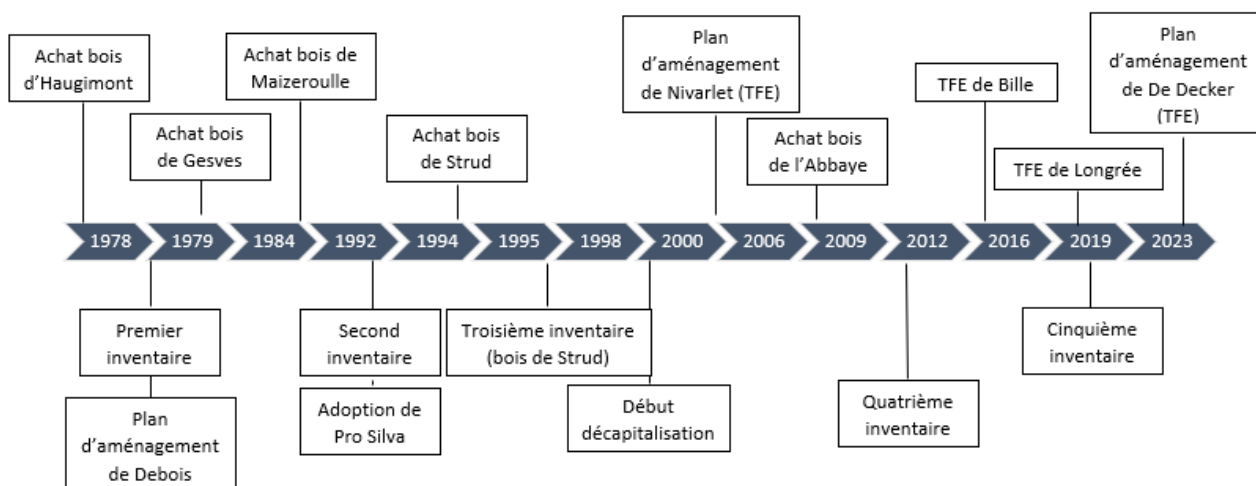


Figure 1. Résumé des achats, inventaires, aménagements, travaux d'étudiants et de la gestion du domaine d'Haugimont.

Un travail semblable de comparaison d'inventaire a déjà été mené en 2012, sur le bois de Strud (34 ha) par Bille F. Le présent travail est étendu à l'ensemble du domaine (295 ha de forêt) et sur de plus longues périodes. L'analyse de l'évolution globale de la forêt suite à 41 ans de gestion par le même régisseur, dont 27 ans en Pro Silva, permettra de mettre en lumière les bénéfices et inconvénients dendrométriques et économiques de cette sylviculture.

2.3.2 Comparaison des inventaires

Matériel et méthode

- Acquisition et traitement des données

Sur le terrain, le seuil d'inventaire a été fixé à 20 cm de circonférence à 1.5 m de haut. Les arbres sont groupés en classes de 10 cm. Une exception à cette règle est cependant à noter. Juste avant l'acquisition en 1979 du bois de Gesves, le régisseur de l'ancien propriétaire avait réalisé un inventaire du bois sur pied de plus de 40 cm de circonférence. Les arbres y étaient regroupés par catégorie marchande (40-79 cm, 80-99 cm ...). Pour le présent travail, les arbres ont été re-répartis en catégories de 10 en 10 cm. De même, dans le bois d'Haugimont lors du premier inventaire, le seuil était fixé à 30 cm. Ces exceptions affectent donc uniquement les analyses des inventaires des bois de Gesves et d'Haugimont de 1979 (i.e. légère sous-estimation du matériel sur pied).

Chaque bois a été inventorié entre deux et quatre fois (tableau 11).

Tableau 11. Historique des inventaires des bois du domaine d'Haugimont.

Bois	1979	1992	1995	2009	2019	Total
Haugimont	X	X		X	X	4
Gesves	X	X		X	X	4
Maizerouille		X		X	X	3
Strud			X	X	X	3
Abbaye				X	X	2

A l'origine, les inventaires étaient archivés en format papier. Ils ont été encodés numériquement sur Excel (Microsoft Corporation, 2018) en amont de ce travail par M. Debois et son épouse Greta Withagen. Pour chaque année d'inventaire, une feuille de calcul correspond à une essence pour un bois. Par exemple, le fichier « Inventaire 1979- Bois de Gesves- Chênes » contient le dénombrement de tous les chênes sessiles et pédonculés dans chaque classe de circonférence (annexe 4).

Durant ce travail, ces fichiers ont été regroupés en un grand tableau, sur RStudio (RStudio Team, 2020), dans lequel une ligne correspond à une essence sur une parcelle d'inventaire pour une année donnée.

Dans ce tableau, les valeurs de surface terrière (GHA, en m²/ha) (équation 1) et de nombre d'arbres par hectare (NHA) (équation 2) ont été calculées pour chaque unité d'inventaire et chaque année, suivant les formules :

$$GHA_i = \frac{1}{S_i} \times \sum_{j=1}^{n_i} \frac{c_j^2}{4\pi} \quad (1)$$

Où i est une unité d'inventaire, S_i la surface de cette unité en hectares, n_i le nombre d'arbres de l'unité et c la circonférence en mètres.

$$NHA_i = \frac{n_i}{S_i} \quad (2)$$

Où i est une unité d'inventaire, S_i la surface de cette unité en hectares et n_i le nombre d'arbres de l'unité.

Par ailleurs, les volumes de tous les arbres ont pu être déterminés grâce au package « Dagnelie » (Ligot, 2022). Ce package permet de calculer les prédictions des équations allométriques de Dagnelie et al. (2013) afin de cuber une série d'arbres dans l'environnement R. Le tarif de cubage à une entrée (C130) a ici été utilisé (équation 3).

Le volume a été calculé grâce au tarif suivant :

$$v = b_0 + b_1 \cdot C130 + b_2 \cdot C130^2 + b_3 \cdot C130^3 \quad (3)$$

Avec la conversion de la circonférence à 1.5 m (C150) en circonférence à 1.3 m (C130) (équation 4) :

$$C130 = b_4 \cdot C150 + b_5 \quad (4)$$

Où les paramètres b dépendent de l'essence considérée.

Le volume a ensuite été ramené en mètres cubes par hectare (VHA, équation 5). Cette valeur sera utile pour les calculs d'accroissement périodique (équation 7) ainsi que pour le calcul de la valeur de consommation lors de l'analyse financière (point 2.5). Elle ne sera pas utilisée dans les résultats de la comparaison des inventaires pour discuter de la densité des peuplements ; GHA sera lui préférée pour cela.

$$VHA_i = \frac{1}{S_i} \times \sum_{j=1}^{n_i} v_j \quad (5)$$

Où i est une unité d'inventaire, S_i la surface de cette unité en hectares, n_i le nombre d'arbres de l'unité et v le volume unitaire en mètres-carrés.

GHA, NHA et VHA ont été calculés pour différents niveaux d'agrégations : bois, unité d'inventaire, essence et classe de circonférence.

Enfin, grâce au registre des ventes depuis l'acquisition du domaine, fourni par le gestionnaire, les prélèvements effectués entre les périodes d'inventaire ont pu être déduits. Ce paramètre résulte de la somme des volumes prélevés sur une période, divisée par le nombre d'années entre les inventaires (équation 6). Il est exprimé en mètre cube par hectare et par an ($m^3/ha.an$) :

$$prélèvements = \frac{1}{\Delta t} \times \sum_{i=1}^n p_i \quad (6)$$

Où Δt est le nombre d'années de la période et p_i le volume prélevé l'année i .

De même, un accroissement périodique en volume par hectare et par an ($m^3/ha.an$) a été obtenu sur base de ces données, en utilisant la relation suivante :

$$accroissement = \frac{\sum_{i=1}^n p_i + VHA_n - VHA_{n-1}}{\Delta t} \quad (7)$$

Où VHA_n est le volume par hectare de l'année n , VHA_{n-1} le volume par hectare de l'année $n-1$ et $\sum_{i=1}^n p_i$ la somme des prélèvements en volume sur la période Δt .

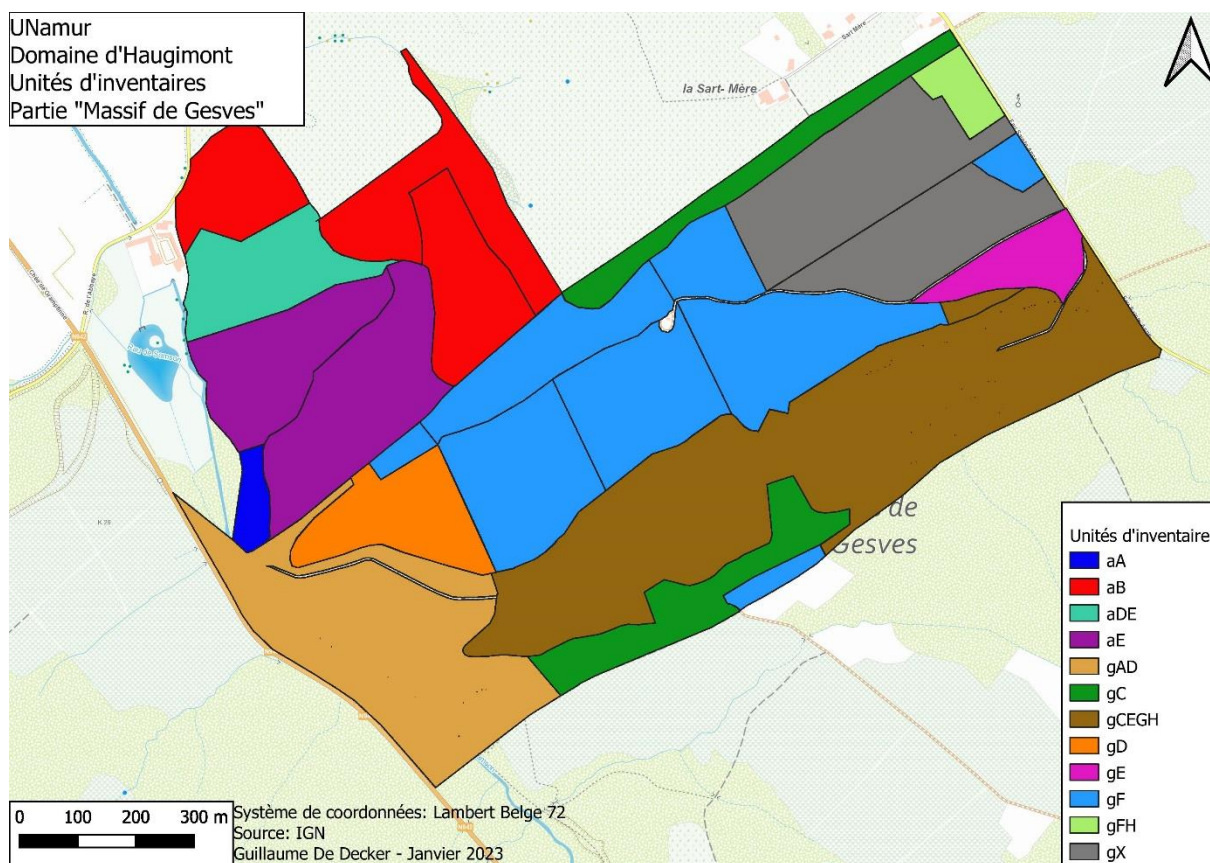
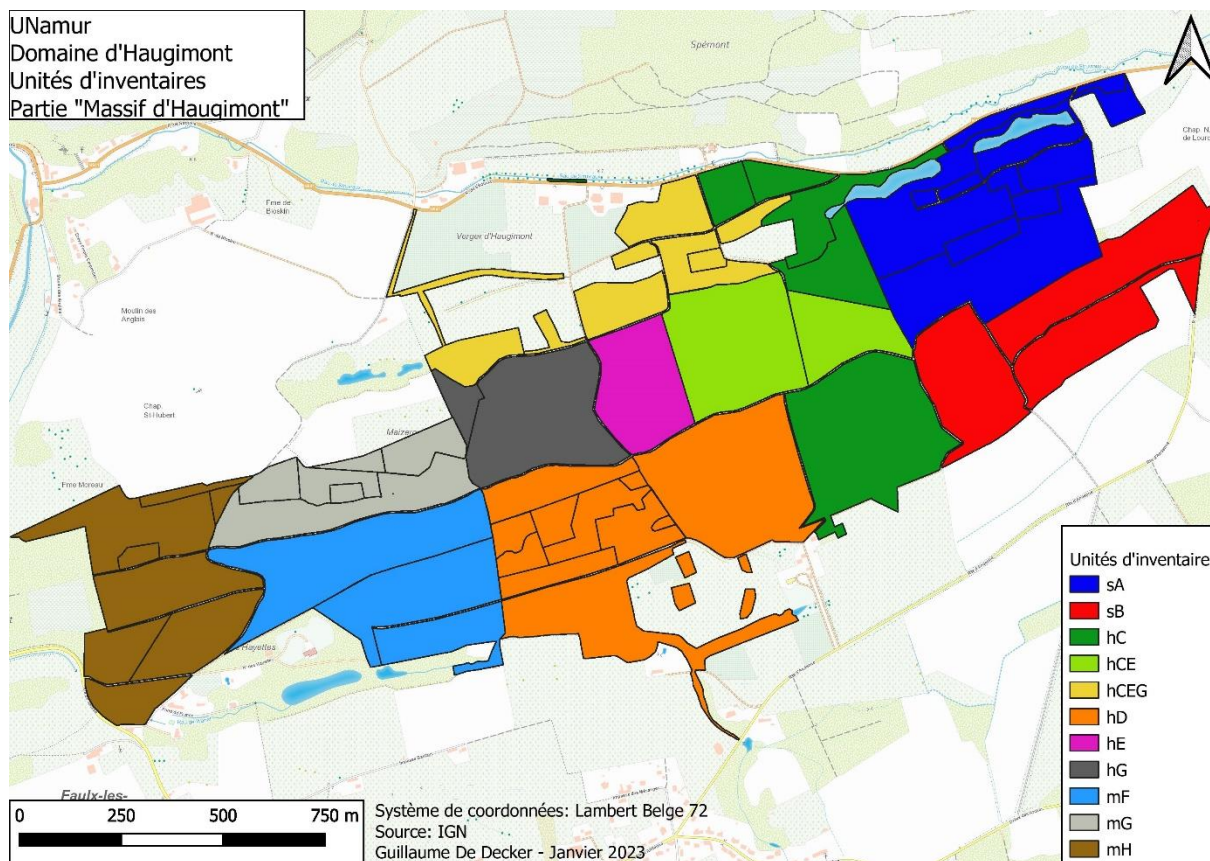
Ces deux paramètres (prélèvement et accroissement périodiques) ont été calculés à l'échelle du bois (bois d'Haugimont, bois de Gesves ...).

- Unités d'inventaires

Pour les inventaires des bois du domaine d'Haugimont, le gestionnaire a modifié le parcellaire d'exploitation d'origine (annexe 1) en une version qui facilite les opérations sur le terrain, rassemblant des parcelles d'exploitation en parcelles d'inventaire clairement délimitées par des chemins, coupe-feux ou bords de plantations (annexe 2). Chaque parcelle d'inventaire ne correspond donc pas nécessairement à une parcelle du précédent plan d'aménagement. Les résultats de plusieurs parcelles d'inventaires étaient regroupés et inséparables dans les données. De plus, il était souvent difficile d'en délimiter la surface exacte. Il a donc été décidé de regrouper en unités d'inventaires ces parcelles d'inventaires, afin de créer plusieurs sous-ensembles (tableau 13, cartes 4a et 4b). Celles-ci sont nommées par une lettre minuscule, désignant le bois, et une ou plusieurs lettres majuscules, référant à la parcelle d'exploitation dans laquelle l'unité se trouve (voir point 3.2 pour le nouveau parcellaire d'exploitation).

Tableau 13. Correspondance des parcelles d'inventaire (2009 et 2019) et des nouvelles unités d'inventaire (à gauche : massif d'Haugimont, à droite : massif de Gesves). La lettre minuscule correspond au nom du bois, la lettre majuscule au nom de la coupe du plan d'aménagement qui sera présenté plus loin.

Bois	Parcelles d'inventaire	Unités	Surface (ha)		Bois	Parcelles d'inventaire	Unités	Surface (ha)
Bois de Maizeroulle	58-59-76Ouest	mF	18.5		Bois de l'Abbaye	9	aA	0.9
	88-89-90-95-96-100-101	mG	10.3			2-3-4-5-6	aB	12.1
	60-61-62-63-64-86-94-97-98-99	mH	18.3			7	aDE	4.2
Bois d'Haugimont	55-74-81-102	hC	20.0			08-10-11	aE	11.8
	103-104	hCE	13.0		Bois de Gesves	12-13-14-16-17-18-47	gAD	13.2
	70-71-72-73-75-82-84-85	hCEG	11.8			1-28-29	gC	7.2
	56-57-65-66-67-68-69-76Est-87	hD	30.1			19-20-21-22-23-24-25-30	gCEGH	24.7
	105	hE	5.8			43-44	gD	4.1
	83-106	hG	10.1			34	gE	2.3
Bois de Strud	77-78-79-80-91-92-93	sA	22.8			15-26-27-32-35-36-37-41-42-45	gF	24.0
	48-49-50-51-52-53-54	sB	18.2			46	gFH	1.2
							31-33-38-39-40	gX



Cartes 4a et 4b. Unités d'inventaires dans les massifs d'Haugimont et de Gesves.

- Dénomination des catégories de circonférence

La dénomination des bois par dimensions est reprise et adaptée du travail de Bille, 2012 (tableau 12). Elle servira à décrire la structure des peuplements dans les résultats.

Tableau 12. Dénomination des bois par classes de circonférence.

Types de bois	Circonférence à 1,5m (cm)
Petit bois	20 - 89
Bois moyen	90 - 149
Gros bois	150 - 199
Très gros bois	200 - 239
Très très gros bois	240 et +

Résultats

- Présentation générale de la propriété et des bois

Dans le massif d'Haugimont, les peuplements feuillus sont prépondérants. Les chênaies sont rencontrées le plus souvent sur les versants sud ou sur la crête du massif, alors que les chênaies-hêtraies sont plus présentes sur les versants nord. Le chêne constitue l'essence majoritaire du massif, représentant entre 35.1 et 47.7 % de la surface terrière alors que le hêtre atteint 8.5 à 13.8 % de GHA (tableau 14a). Les feuillus précieux sont également bien représentés dans le massif, principalement grâce au frêne et à l'érable (ils composent ensemble entre 9.2 et 33.3 % de la futaie). Le bois de Maizerouille a conservé quelques parcelles résineuses qui se sont garnies en feuillus avec le temps (15.3 %).

Les essences reprises dans la catégorie « autres feuillus » sont, par ordre alphabétique, l'alisier torminal, les aulnes, le cerisier de Virginie, le châtaignier, le chêne rouge d'Amérique, le marronnier, le merisier, les noyers, l'orme, les peupliers et peuplier tremble, le robinier faux-acacia, le saule marsault, le sorbier des oiseleurs et les tilleuls. Ce groupe représente 9.1 à 15.4 % de la surface terrière du massif. La catégorie des résineux comprend le douglas, l'épicéa, les mélèzes, le pin noir d'Autriche et le pin sylvestre (entre 4.2 et 15.3 % de GHA). Parmi ces essences, le chêne rouge d'Amérique et le merisier sont les plus largement représentés pour les feuillus, tandis que le douglas et l'épicéa sont les deux essences résineuses les plus rencontrées.

Tableau 14a. Composition de la futaie en termes de proportion de surface terrière à l'hectare (GHA) par essence dans le massif d'Haugimont.

Essences	Bois d'Haugimont		Bois de Maizerouille		Bois de Strud	
	%	GHA (m ² /ha)	%	GHA (m ² /ha)	%	GHA (m ² /ha)
Chênes ²	38.4%	6.84	47.7%	8.07	35.1%	5.88
Hêtre	13.8%	2.46	8.5%	1.44	12.1%	2.02
Erables	12.3%	2.19	7.6%	1.28	9.7%	1.62
Frêne	11.9%	2.12	1.6%	0.26	23.6%	3.95
Autres feuillus	9.1%	1.62	15.4%	2.61	9.3%	1.55
Charme	6.5%	1.17	2.3%	0.39	3.1%	0.51
Résineux	5.3%	0.94	15.3%	2.58	4.2%	0.70
Bouleaux	2.8%	0.50	1.7%	0.28	2.9%	0.49
Total	100.0%	17.85	100.0%	16.92	100.0%	16.74

Le massif de Gesves présente un faciès contrasté entre ses deux bois. L'un est majoritairement constitué d'essences résineuses, tandis que l'autre présente une importante diversité de feuillus (tableau 14b).

Historiquement, les essences résineuses ont été largement préférées aux feuillues dans les 89 ha du bois de Gesves, avec principalement le pin sylvestre, l'épicéa commun et le douglas. À la suite de la crise du scolyte, l'épicéa a peu à peu disparu, généralement par mises à blanc sanitaires, ouvrant au total environ 20 ha. Il est aujourd'hui largement dominé par le pin sylvestre et le douglas (63.3% de la surface terrière). Les pineraies sont soit en mélange avec des feuillus, soit en peuplements purs. Les douglas sont en peuplements monospécifiques uniquement. De plus, quelques mélèzes du Japon sont apercevables sur une parcelle en bord de route, au coin nord-est. En ce qui concerne les peuplements feuillus, ils sont majoritairement représentés par des chênaies-hêtraies (21.8% pour le chêne, 8.6% pour le hêtre) sur la moitié sud du bois, et par un mélange hêtre-chêne-frêne (1.2% de GHA pour le frêne) à l'extrémité ouest, le long de la rivière Samson, avec également la présence de quelques aulnes (autres feuillus, 1.1%).

Comme les bois de l'autre massif, le bois de l'Abbaye contient lui aussi une grande proportion de chênes sur l'ensemble de sa surface (33.4% de sa surface terrière). Les résineux (13.3%) sont majoritairement représentés par le pin sylvestre dans la partie est du bois et par une parcelle de douglas dans sa partie nord-ouest. L'extrémité nord présente un mélange d'essences feuillues intéressant, composé de frêne (9.7%) et d'érables (5.6%), associés à d'autres espèces telles que le bouleau (7.7%), le merisier, le saule marsault ou encore l'orme blanc - dont un individu de près de 300 cm de circonférence (autres feuillus, 14.6%). Enfin, une aulnaie humide occupe une petite zone dans le coin sud-ouest du bois.

² La dénomination « chêne(s) » ou « chêne(s) indigène(s) » concerne le chêne sessile et le chêne pédonculé uniquement. Le chêne rouge d'Amérique est quant à lui repris dans la catégorie « Autres feuillus ».

Tableau 14b. Composition de la futaie en termes de proportion de surface terrière à l'hectare (GHA) par essence dans le massif de Gesves.

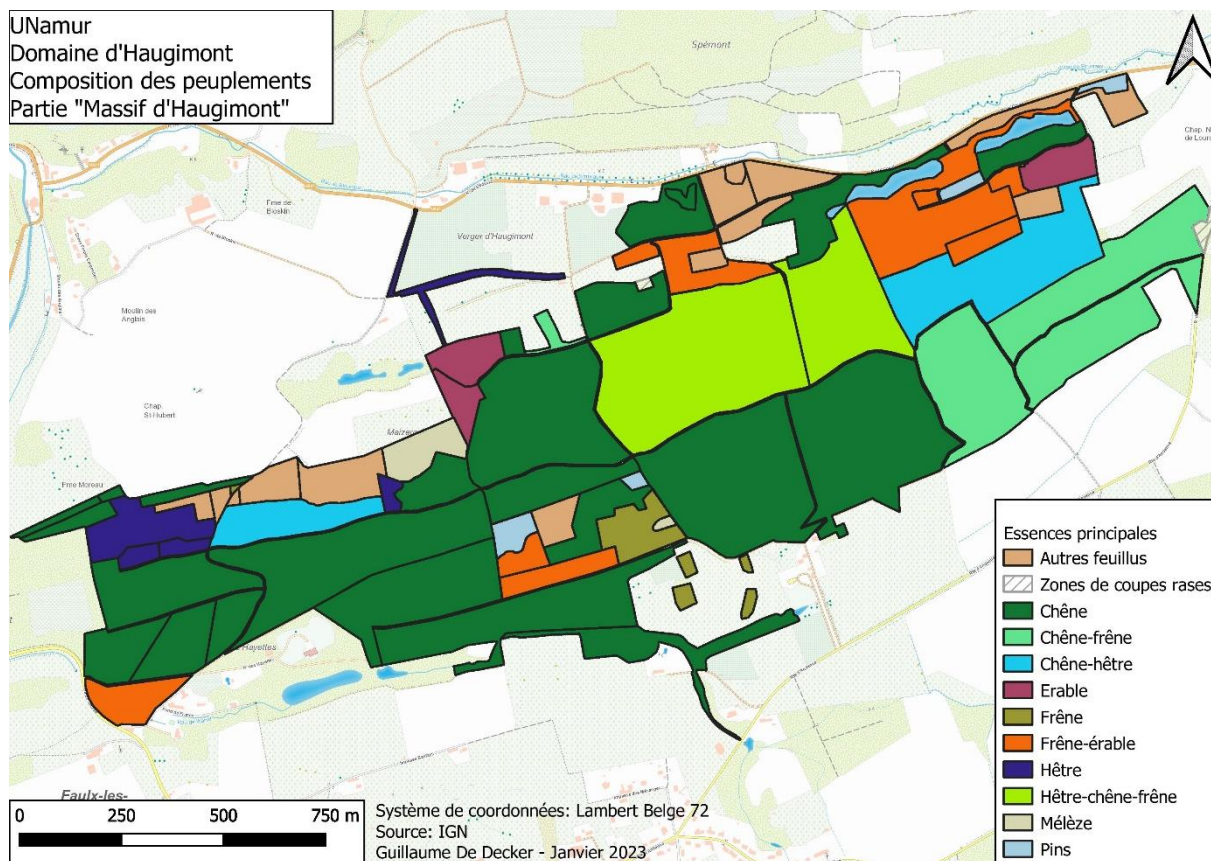
Essences	Bois de Gesves		Bois de l'Abbaye	
	%	GHA (m ² /ha)	%	GHA (m ² /ha)
Résineux	63.3%	9.27	13.3%	2.60
Chêne	21.8%	3.19	33.4%	6.54
Hêtre	8.6%	1.26	6.3%	1.24
Bouleaux	2.9%	0.42	7.7%	1.50
Frêne	1.2%	0.18	9.7%	1.91
Autres feuillus	1.1%	0.16	14.6%	2.86
Charme	0.6%	0.09	9.3%	1.83
Erables	0.5%	0.08	5.6%	1.09
Total	100.0%	14.65	100.0%	19.57

La situation dans les bois du domaine d'Haugimont en 2019 est synthétisée dans les tableaux et cartes des peuplements suivants. Ils ont été construits sur base des observations des courbes de densités et de la connaissance du terrain.

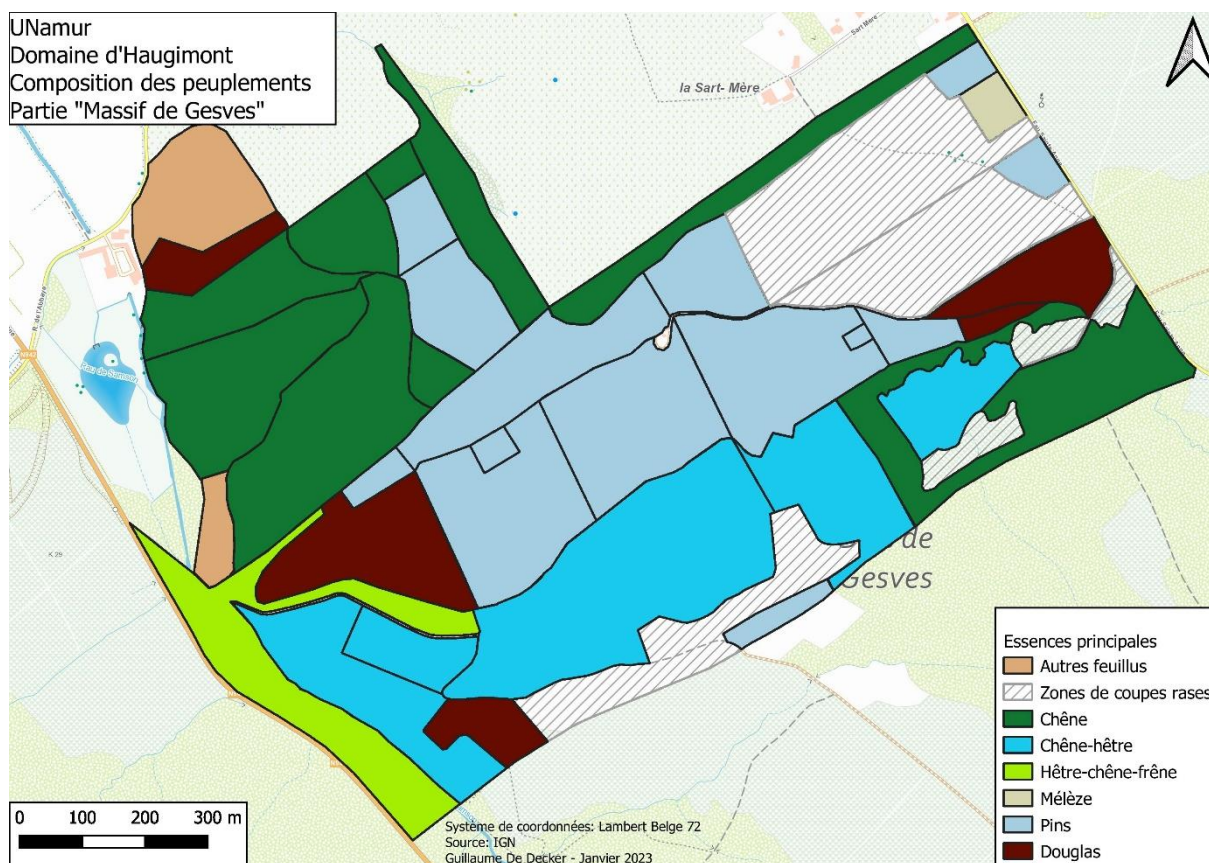
Tableaux 15a et 15b. Surface des peuplements du massif d'Haugimont et du massif de Gesves en 2019.

Massif d'Haugimont		
Essences principales	Surface (ha)	Proportion
Chêne	85.1	47.6%
Hêtre-chêne-frêne	30.4	17.0%
Chêne-frêne	18.4	10.3%
Frêne-érable	14.7	8.2%
Autres feuillus	10.5	5.9%
Hêtre	5.1	2.8%
Erable	4.2	2.3%
Chêne-hêtre	3.2	1.8%
Frêne	2.8	1.6%
Pins	2.4	1.4%
Mélèze	1.9	1.1%
Blanc-étoc	0.4	0.2%
Total	178.9	100.0%

Massif de Gesves		
Essences principales	Surface (ha)	Proportions
Chêne	29.6	25.0%
Pins	27.9	23.6%
Chêne-hêtre	22.0	18.6%
Blanc-étoc	18.6	15.8%
Douglas	9.3	7.9%
Hêtre-chêne-frêne	6.1	5.1%
Autres feuillus	4.0	3.4%
Mélèze	0.6	0.5%
Total	118.2	100.0%



Carte 5a. Composition des peuplements du massif d'Haugimont.



Carte 5b. Composition des peuplements du massif de Gesves.

- Présentation détaillée des bois et des unités d'inventaire

Les paramètres dendrométriques ont été calculés pour chaque bois et unité d'inventaire. Pour chaque bois et unité, une fiche descriptive a été construite avec l'historique et les résultats clés. Toutes ces fiches sont disponibles en annexe (annexe 11), mais ci-dessous, dans un souci de concision et d'illustration de ce travail, seule la fiche de l'unité hC est présentée.

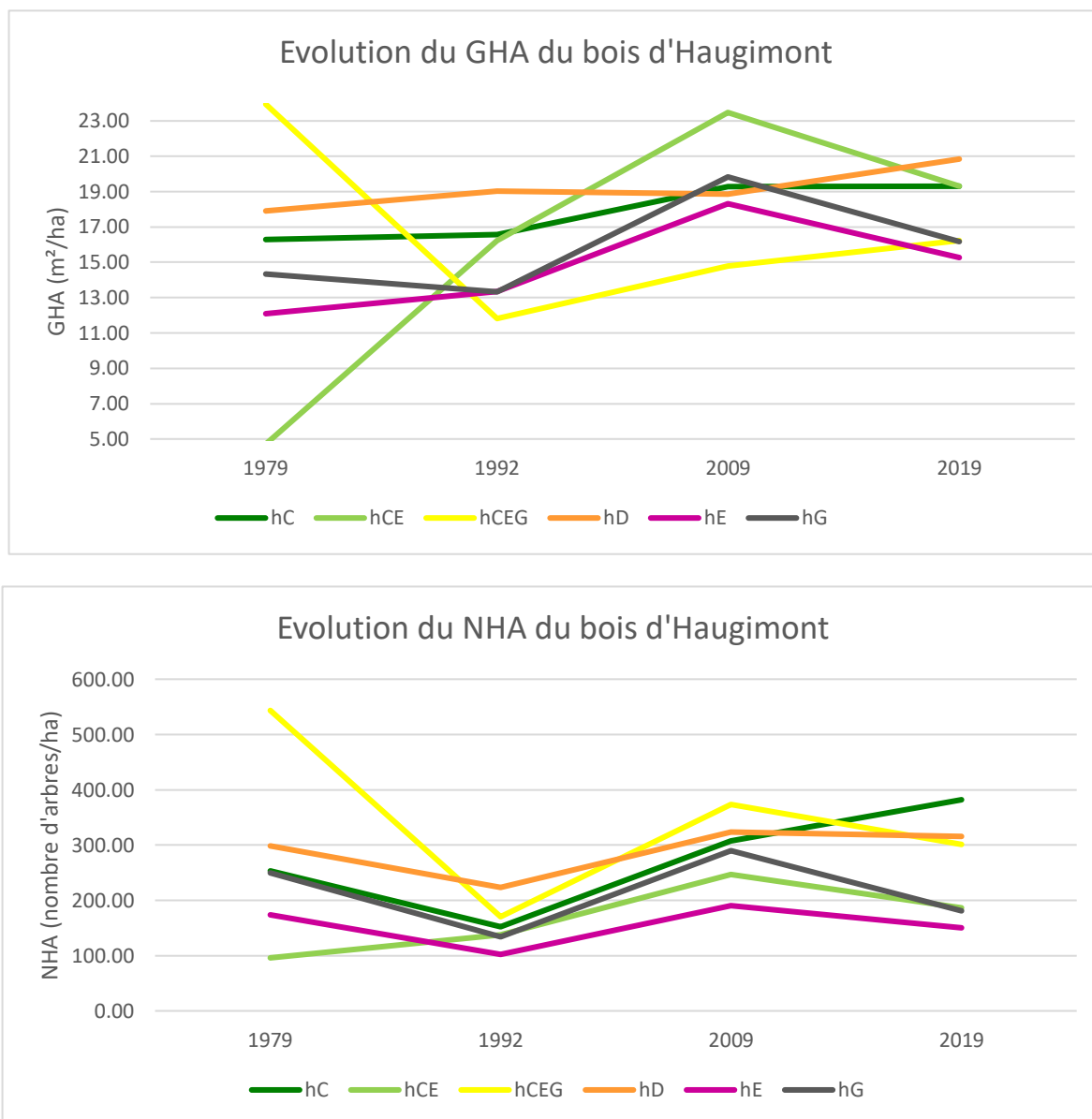
- **Description à l'échelle du bois d'Haugimont (acquisition en 1978)**

En 1979, le bois d'Haugimont présente une surface terrière moyenne (GHA) de 15.0 m²/ha et un nombre d'arbre (NHA) moyen de 252 arbres/ha. En 1992, bien que la surface terrière a augmenté légèrement, le nombre de pieds a diminué à 170 tiges/ha. Ces valeurs évoluent jusqu'à des maxima de 19.2 m²/ha et de 303 arbres/m² en 2009, pour arriver à 18.8 m²/ha et 284 arbres/ha en 2019 (figures 2a et 2b).

En termes de composition, l'évolution entre 1979 et 2009 montre une nette diminution de la proportion de résineux, passant de 18% de la surface terrière à 5% (figure 3). Cette diminution se fait au profit des chênes, du hêtre, des érables, du frêne et du charme. La proportion en bouleaux diminue aussi.

A l'échelle du bois, les prélèvements sont restés en-dessous de l'accroissement pendant les deux premières décennies (tableau 16). Ce n'est qu'à partir de 2009 qu'il atteint et dépasse légèrement la valeur d'accroissement. Ce dernier semble par ailleurs augmenter entre la deuxième et la troisième période. Cela peut s'expliquer par le passage à un seuil d'inventaire de 20 cm à partir de 1992. D'autres hypothèses, comme une densité plus importante des peuplements, l'augmentation de la

concentration en CO₂ dans l'atmosphère, ou encore l'allongement de la période de végétation peuvent également contribuer à ce phénomène.



Figures 2a et 2b. Evolution des valeurs de GHA et NHA des unités d'inventaires du bois d'Haugimont entre 1979 et 2019.

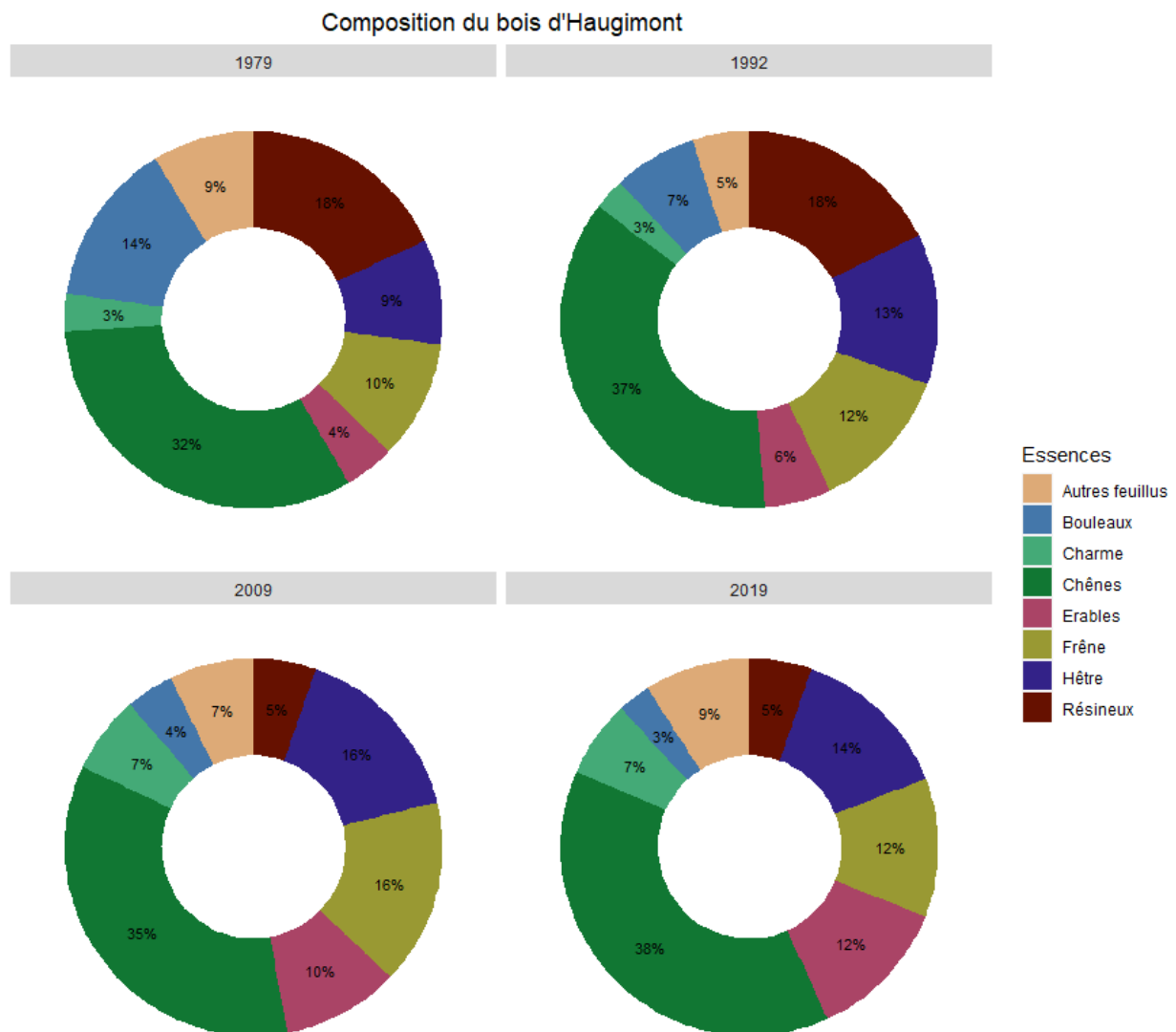


Figure 3. Evolution de la composition en essences du bois d'Haugimont.

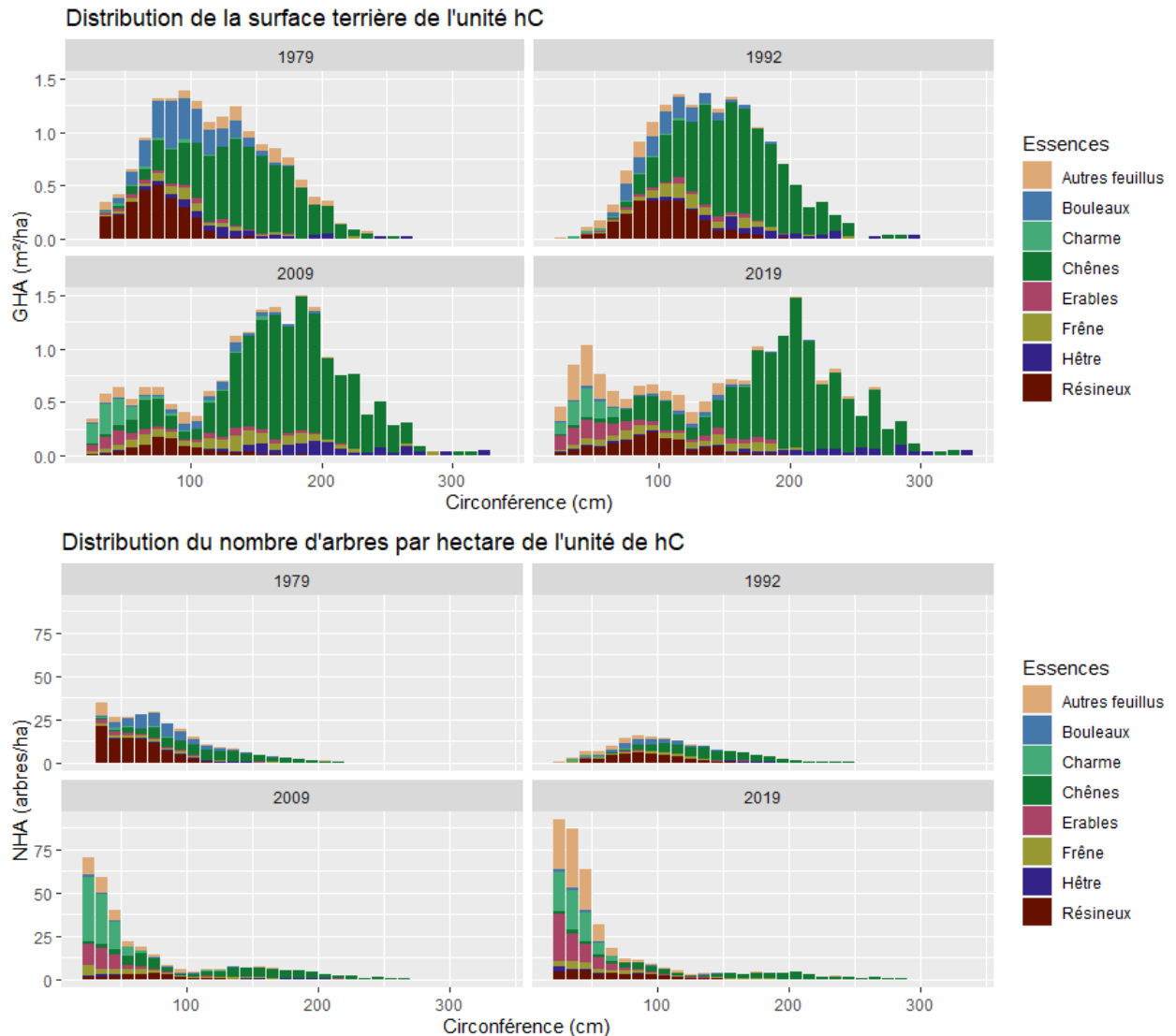
Tableau 16. Evolution des prélèvements et de l'accroissement à l'échelle du bois d'Haugimont entre les périodes d'inventaires.

Périodes	1979 - 1992	1992 - 2009	2009 - 2019
Prélèvements (m³/ha/an)	5.52	4.87	7.92
Accroissement (m³/ha/an)	6.79	6.48	7.51

- Description de l'unité d'inventaire hC

L'unité hC a un GHA, lors du premier inventaire, de 16.3 m²/ha et compte 253 arbres/ha (figures 4a et 4b). Dans les petits bois, les résineux dominent, entourés de bouleau, de chêne, de frêne, d'érable et d'autres feuillus (chêne rouge d'Amérique et merisier notamment). La composition des arbres de grande dimension est dominée par le chêne. La structure de l'unité hC consiste cependant essentiellement en des petits et moyens bois. En 1992, les valeurs de GHA et NHA passent respectivement à 16.6 m²/ha et 152 pieds/ha. Les arbres grossissants, les courbes des deux paramètres

se déplacent vers les dimensions supérieures, sans pour autant que de nouveaux petits bois apparaissent. La composition de cette futaie change peu. Les distributions de GHA et NHA du troisième inventaire montrent une évolution vers la futaie irrégulière, avec une surface terrière de 19.3 m²/ha et 307 arbres/ha. Suite à un effort de plantation de chêne pédonculé, d'érable, de frêne et d'autres feuillus dans les années 1980-1990, le sous-étage se développe. Les parcelles de résineux ont été progressivement exploitées. En 2019, l'irrégularisation de l'unité hC se poursuit avec une augmentation du nombre d'arbres par hectare à 382 tiges/ha pour une surface terrière identique (19.3 m²/ha).



Figures 4a et 4b. Comparaison de la distribution de GHA et de NHA de l'unité hC entre les inventaires.

2.3.3 Analyse économique

L'analyse économique du domaine d'Haugimont a été conduite à l'échelle des cinq bois qui le composent, et non pas à l'échelle des unités d'inventaires comme dans la section précédente. En effet, la plupart des données utilisées concernaient les bois dans leur ensemble et rarement des parcelles spécifiques. Dans le cas où des parcelles étaient mentionnées, celles-ci étaient souvent groupées et ne correspondaient pas au parcellaire d'inventaire construit pour l'analyse dendrométrique.

Matériel et méthode

- Collecte et regroupement des données

Les données utilisées pour réaliser l'analyse économique du domaine forestier d'Haugimont proviennent à la fois du registre des ventes de la période 1978-2018 du gestionnaire, et d'un historique des dépenses allouées à chaque bois depuis leur acquisition.

Le registre des ventes a été synthétisé dans un tableau, qui détaille chaque vente selon le bois concerné, la date, le volume prélevé, l'essence (si connue), le type bois (d'œuvre ou de chauffage), le prix courant et le prix constant. Les dépenses ont été rassemblées de la même manière que les ventes (annexes 5 et 6). Les dépenses et les recettes proviennent de différentes sources (tableau 17).

Tableau 17. Résumé des dépenses et des recettes du domaine d'Haugimont.

Nature des dépenses	Nature des recettes
Aménagement voiries	Ventes de bois d'œuvre
Frais de plantations	Ventes de bois de chauffage
Pose de clôtures	Chasse et pêche
Frais de gestion (salaires ingénieur et ouvrier)	Subsides Natura 2000 (Maizeroulle et Gesves)
Amortissement du véhicule de service	Subventions fond des calamités et autres primes

- Conversion en prix constant

La conversion des prix courants en prix constants a été faite grâce à l'indice des prix à la consommation (IPC, base 2013) publiés par Statbel (Direction générale Statistique – Statistics Belgium, 2022). L'année de référence choisie pour ce travail est 2019. Les coefficients multiplicateurs pour la conversion en euros constants résultent du rapport entre l'IPC de 2019 et l'IPC de l'année n (équation 8). Ils sont disponibles à l'annexe 7.

$$coef f_n = \frac{IPC_{2019}}{IPC_n} \quad (8)$$

Avec $coef f_n$ le coefficient multiplicateur de l'année n et IPC l'indice des prix à la consommation.

- Bilan financier

Suite à cela, ces données ont été rassemblées et synthétisées en un tableau (annexe 8), permettant de calculer les flux financiers annuels de chaque bois. Ils sont exprimés en €/ha. Les revenus et dépenses utilisés dans ce calcul sont ceux du tableau 17. Le revenu annuel moyen a ensuite été calculé (en €/ha/an). L'évolution du flux financier sera présentée graphiquement et confrontée aux volumes prélevés annuellement, ventilés selon qu'il s'agisse de bois de chauffage feuillus, de bois d'œuvre feuillus ou de bois de trituration ou d'œuvre résineux.

- Valeur de consommation

Par ailleurs, le calcul des volumes à chaque inventaire (équation 3) permet d'obtenir l'évolution de la valeur de consommation des unités d'inventaire et des bois. Cette valeur correspond à la valeur des

arbres sur pied s'ils étaient vendus à un instant donné. On la calcule en multipliant le volume par le prix unitaire :

$$V_c = P_u * V \quad (9)$$

Avec V_c la valeur de consommation en €, P_u la valeur unitaire (€/m³) et V le volume de l'arbre (m³).

Les valeurs des prix unitaires sont tirées de la mercuriale des prix de 2019 de la Fédération Nationale des Experts Forestiers (FNEF, 2019) et des prix utilisés par M. Debois dans ses inventaires. Pour les dimensions qui ne sont pas répertoriées dans la mercuriale, le prix du bois de chauffage en vigueur au domaine en 2019 est appliqué (30€ le m³). Pour les catégories d'essences « autres feuillus » et « résineux », une moyenne des prix des essences concernées est appliquée. Un récapitulatif des prix utilisés est disponible à l'annexe 9.

- Taux interne de rentabilité de la gestion sylvicole

Afin d'estimer la rentabilité des méthodes de gestion Pro Silva appliquées au domaine d'Haugimont, le taux interne de rentabilité lié à l'évolution de la valeur des arbres a été calculé. Il ne tient compte que des recettes et des dépenses liées à la gestion sylvicole (ventes de bois, frais de plantation éventuels et salaires alloués aux activités forestières) et pas des revenus de la location de la chasse et de la pêche, des primes Natura 2000 et autres subsides, ni des dépenses pour les voiries, les clôtures et le véhicule de service. La valeur de consommation initiale des arbres sur pied est considérée comme une dépense à l'année zéro et la valeur finale comme une recette à la dernière année de la période (tableau 18). Ceci permet de considérer cette gestion comme un investissement traditionnel (bien que simplifié par rapport à un vrai investissement forestier) avec l'achat des bois au début de la période, la revente de ceux-ci à la fin et toutes les opérations qui leur ont apporté de la valeur entre les deux années. Cela implique que le début de la période de l'échéancier est fixé à la date du premier inventaire mené dans le bois, et non pas sa date d'acquisition.

La valeur du fonds de bois et les revenus liés à la location de la chasse et de la pêche ne sont pas inclus dans ce calcul par souci de simplicité.

Tableau 18. Echéancier servant à l'évaluation du taux de rentabilité de la gestion Pro Silva. Avec V_c la valeur de consommation, D_i et R_i les dépenses et recettes d'une année i , n la dernière année de la période et r le taux d'actualisation.

Année	Dépense (€ constant 2019)	Recette (€ constant 2019)	Flux actualisé
0	V_c initiale	0	$\frac{(R_0 - D_0)}{(1 + r)^0}$
1	D_1	R_1	$\frac{(R_1 - D_1)}{(1 + r)^1}$
2	D_2	R_2	$\frac{(R_2 - D_2)}{(1 + r)^2}$
.	D_i	R_i	$\frac{(R_i - D_i)}{(1 + r)^i}$
n	0	V_c finale	$\frac{(R_n - D_n)}{(1 + r)^n}$

Ainsi, le taux interne de rentabilité (TIR) vaut r tel que bénéfice actualisé simple (la somme des flux actualisés) vaut zéro :

$$TIR = r \text{ tel que } BAS = 0$$

Avec :

$$BAS = \sum_{i=0}^n \frac{(R_i - D_i)}{(1 + r)^i} \quad (10)$$

Le taux alors obtenu, en travaillant en euros constants, est un taux de rentabilité réel, c'est-à-dire hors inflation. Les institutions bancaires affichent d'habitude des taux nominaux, qui intègrent l'inflation. Afin de pouvoir comparer le taux de rentabilité de la gestion Pro Silva, les taux réels seront convertis en taux nominaux selon la relation :

$$TIR_{nominal} = (TIR_{réel} + 1) \times (f + 1) - 1 \quad (11)$$

Avec f le taux d'inflation.

Le taux d'inflation a été calculé avec :

$$Prix_{constant} = Prix_{courant} \times (f + 1)^{\Delta t} \quad (12)$$

Où Δt représente la période entre le début et la fin de l'échéancier.

- Temps de rotation du capital

Un autre indice utilisé pour déterminer la performance économique de la sylviculture Pro Silva est le temps de rotation du capital (auss appelé temps de retour du capital). L'Association Futaie Irrégulière, association française chargée d'étudier et de promouvoir la gestion en futaie irrégulière et qui est en quelques sortes le pendant scientifique et technique de l'association Pro Silva, associe cet indice à la fois au volume (capital volume) et à la valeur monétaire (capital valeur). Pour le volume, elle le définit comme étant le temps nécessaire pour prélever un volume cumulé égal au volume initial, tout en ayant à la fin ce même volume. Habituellement, le temps de retour du capital volume est d'environ 35 ans pour une forêt à l'équilibre. De la même manière, le temps de retour du capital valeur équivaut au temps mis pour « récupérer en coupe une somme équivalente à la valeur de consommation initiale, tout en ayant ce même capital ». Plus ce temps est court, plus il est favorable. Cela traduit la capacité de « réaction potentielle de la forêt face aux éventuelles perturbations climatiques » (AFI, 2020). Cet indicateur prend en compte à la fois l'augmentation du capital mais aussi le capital prélevé sur la période entre le premier et le dernier inventaire.

Il est à noter que pour le temps de rotation du capital valeur, les valeurs prélevées proviennent du registre des ventes évoqué précédemment. Ces valeurs reflètent les prix du marché au moment de la vente (exprimés en euros constants 2019), alors que les valeurs de consommation initiales et finales ont été calculées en utilisant une mercuriale des prix de 2019.

Résultats

- Bilans financiers

Les bois du domaine d'Haugimont présentent de grandes disparités dans leurs évolutions respectives des flux financiers. Les bois de Gesves et d'Haugimont, achetés en 1978 et 1979, ont connu une phase d'investissements qui se traduit par un déficit lors des premières années (figures 5a et 5b). Ces dépenses concernent des aménagements de chemins forestiers et la pose de clôtures. C'est le bois d'Haugimont qui présente la période de déficit la plus longue (5 ans, contre 1 an pour Gesves) et ce malgré la vente de bois dès 1978. Les bois de Maizerouille et de Strud ont aussi connu des années de déficit dus à des investissements, notamment en 1984 pour le premier et en 2014 pour le second,

également à cause de travaux de voiries (figures 5c et 5d). Seul le bois de l'Abbaye n'a pas fait l'objet de grands investissements (figure 5e).

Evolution des flux financiers et des volumes de bois prélevés du bois d'Haugimont

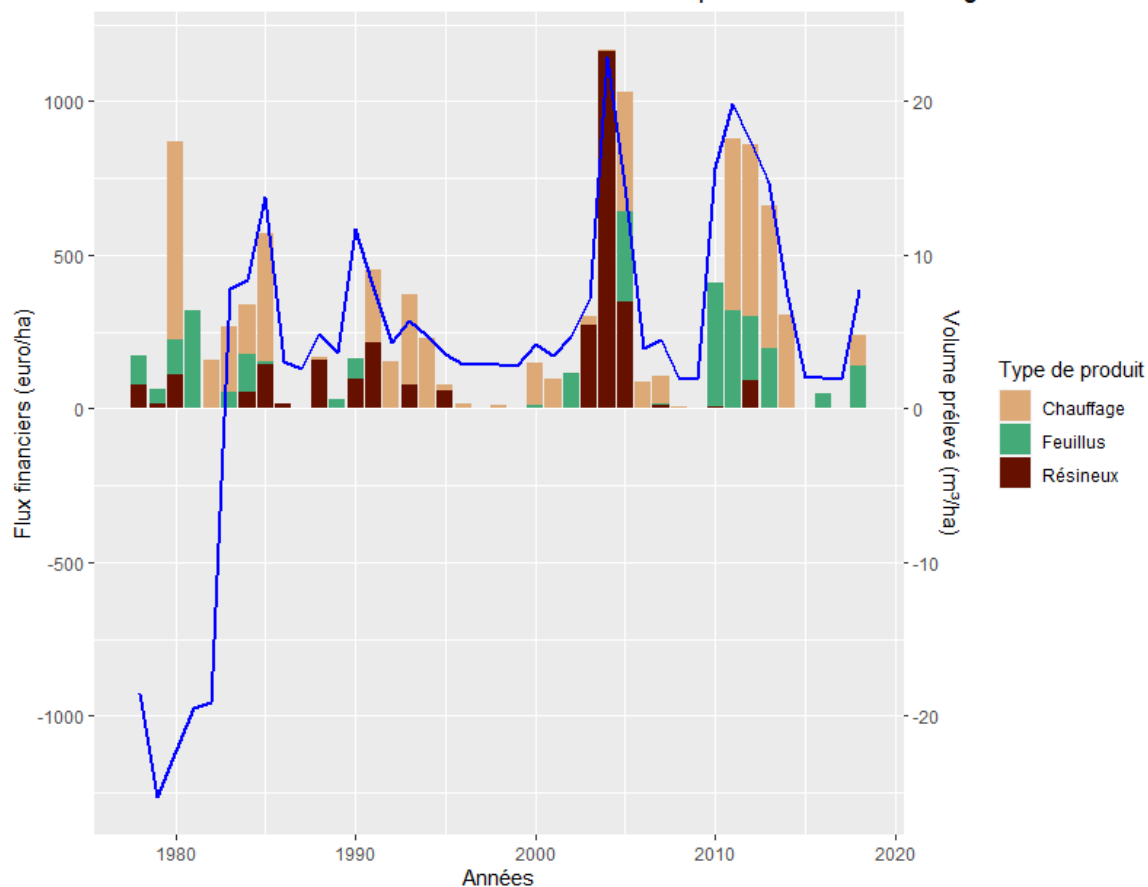
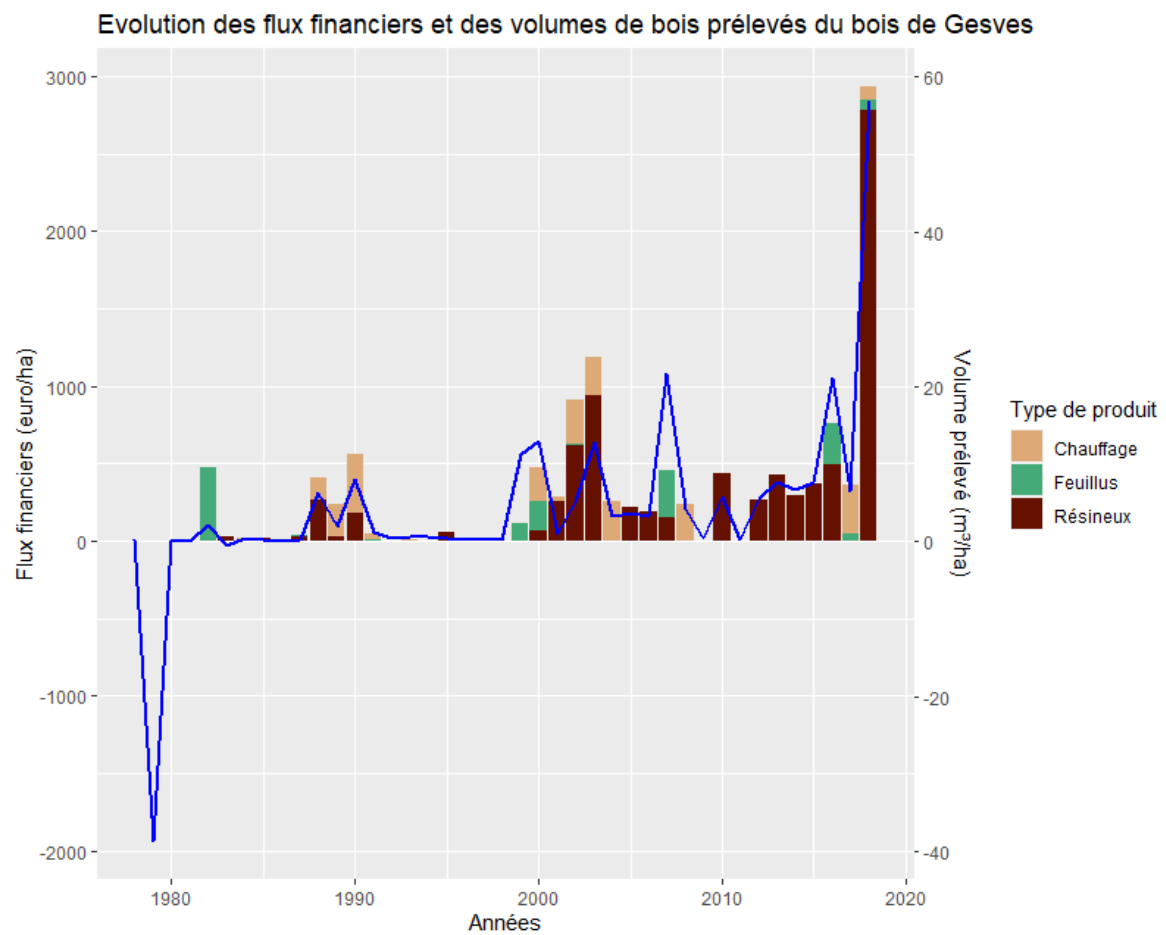


Figure 5a. Evolution des flux financiers (en bleu) et des volumes prélevés dans le bois d'Haugimont.



Figures 5b. Evolution des flux financiers (en bleu) et des volumes prélevés dans le bois de Gesves.

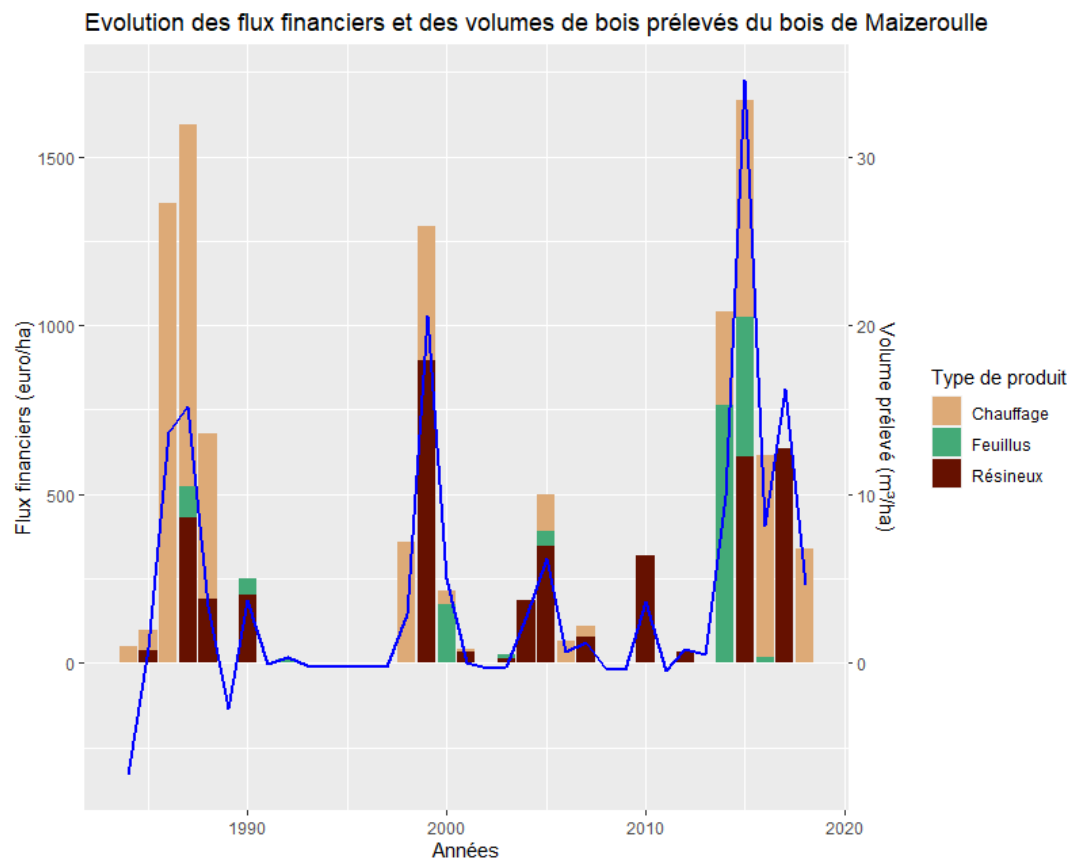


Figure 5c. Evolution des flux financiers (en bleu) et des volumes prélevés dans le bois de Maizeroulle.

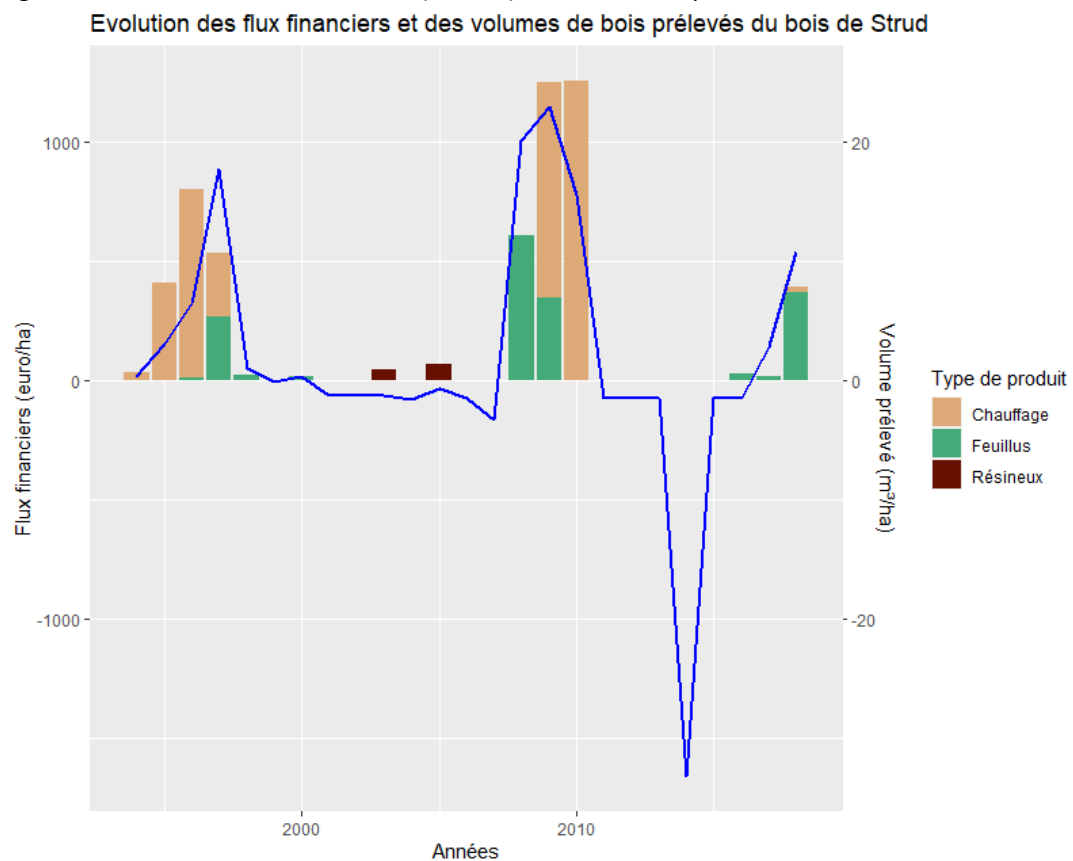


Figure 5d. Evolution des flux financiers (en bleu) et des volumes prélevés dans le bois de Strud.

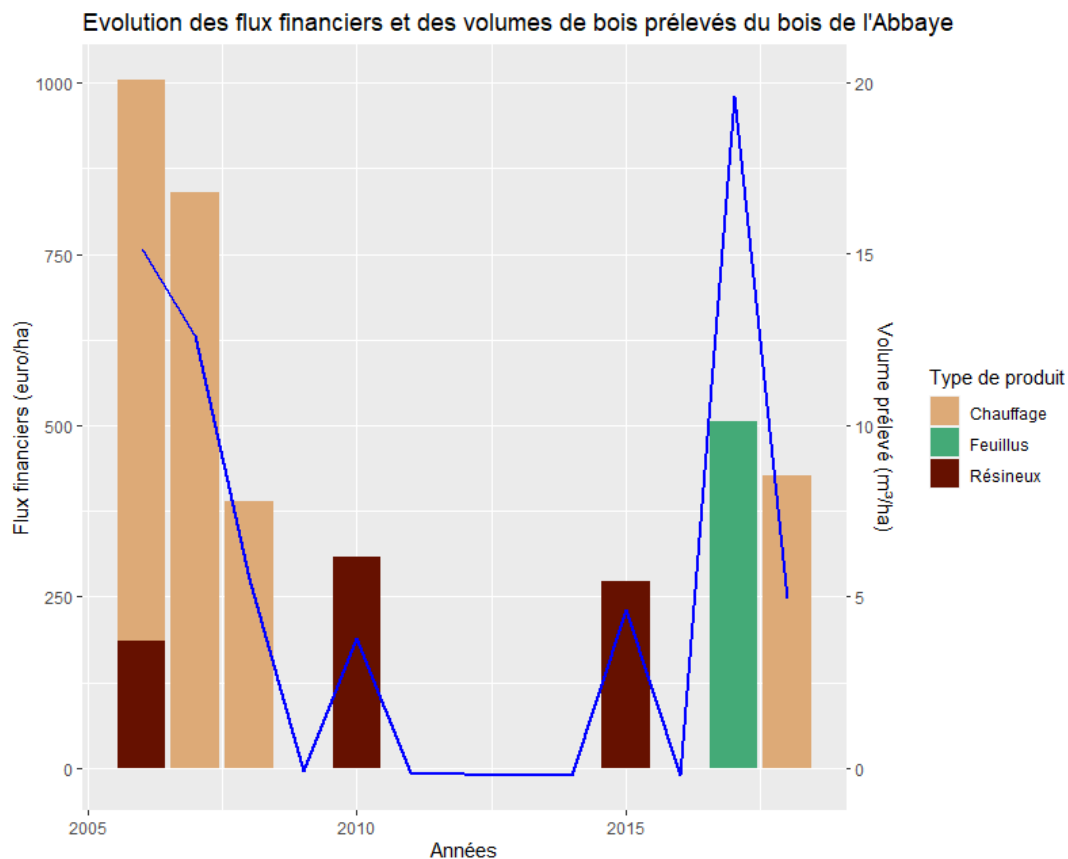


Figure 5e. Evolution des flux financiers (en bleu) et des volumes prélevés dans le bois de l'Abbaye.

La volonté de décapitalisation du gestionnaire aux environs de l'an 2000 s'observe clairement sur ces figures : les flux et les volumes prélevés sont toujours supérieurs aux valeurs observées avant cette date, lors des passages en coupe. Dans les quatre bois concernés par ce phénomène, la proportion de bois d'œuvre exploité est globalement plus importante que pour les années précédant cette décision. La vente de bois de chauffage, quant à elle, semble rester plus ou moins constante au fil des ans.

L'impact des scolytes a été très important pour le bois de Gesves (figure 5b), qui a vu ses peuplements d'épicéas fort impactés ces dernières années. Ils ont tous été exploités en 2018-2019, ce qui se voit clairement avec un pic dans les flux financiers (2834 €/ha) et dans les volumes prélevés (58.7 m³/ha) ces années-là.

Les revenus moyens annuels des bois du domaine (tableau 19) se situent entre 72.9 et 271.9 €/ha/an. Ce large écart de valeurs s'explique assez simplement au regard des figures présentées ci-dessus et des recettes et dépenses moyennes (tableau 19). Pour le bois d'Haugimont, les lourds investissements lors des premières années ont tiré cette moyenne vers le bas. Ce bois affiche les dépenses de gestion (salaires fixes et plantations) et de voiries et clôtures périmétriques les plus élevées. En excluant la période 1978-1982, son revenu moyen annuel atteint 247.8 €/ha/an. Le bois de Gesves, quant à lui a une valeur moyenne tirée vers le haut par la vente des épicéas mis à blanc en 2018. Sans cette coupe, son flux moyen annuel s'élèverait à 158.7 €/ha/an.

Tableau 19. Valeurs des flux monétaires moyens annuels dans les cinq bois du domaine (€/ha/an).

Bois	Haugimont	Maizeroulle	Strud	Gesves	Abbaye
Revenus nets	72.9	209.7	101.7	225.5	271.9
Recettes bois d'œuvre	121.9	180.8	143.9	217.9	130.0
Recettes bois de chauffage	82.3	91.3	85.6	35.1	149.7
Dépenses gestion (salaires + plantations)	99.6	73.6	64.6	68.6	64.6
Recettes chasse	52.1	53.1	15.3	59.2	70.5
Recettes pêche	38.6	0.0	0.0	19.7	0.0
Dépenses voiries et clôtures	142.4	47.6	70.2	49.9	0.0

Les recettes liées à la chasse des bois de Strud et de l'Abbaye sont assez différentes que pour les autres bois. Lors de l'achat du bois de Strud, un accord avait été conclu avec l'ancien propriétaire pour qu'il conserve le droit de chasse sur la propriété, grâce à un paiement en avance de deux baux de 9 ans. Ceci avait permis de diminuer le prix de vente, les revenus de chasse pour les 18 premières années étant alors considérées comme nulles. Les prix de location ayant augmenté en 2003, le bois de l'Abbaye a bénéficié de ce nouveau prix (63€/ha net) dès 2006.

Les bois de Strud et de l'Abbaye, par ailleurs, sont les deux seuls bois à ne pas avoir connu de plantations depuis leur acquisition. Leurs dépenses de gestion forestière correspondent donc uniquement au montant des salaires (fixes).

- Evolution de la valeur de consommation

Tous les bois du domaine présentent une augmentation significative de la valeur de consommation moyenne de leurs arbres entre le premier et le dernier inventaire (tableau 20). Plusieurs facteurs expliquent cette tendance.

Tableau 20. Valeurs de consommation moyenne (en €/ha) de chaque bois au premier et au dernier inventaire et augmentation relative.

Bois	Premier inventaire	Dernier inventaire	Augmentation relative
Haugimont	9418	19847	110 %
Maizeroulle	7161	15939	123 %
Strud	12230	16766	37 %
Gesves	7345	12247	67 %
Abbaye	10717	14517	35 %
Moyenne	8957	16009	78 %

Tout d'abord, il y a eu une volonté de capitaliser le matériel sur pied pendant un temps, jusqu'au début des années 2000, ce qui a naturellement augmenté la valeur des arbres en même temps que leur volume (figures 6a et 6b). A partir de cette date, un découplage de la croissance en volume et de la valeur des arbres commence.

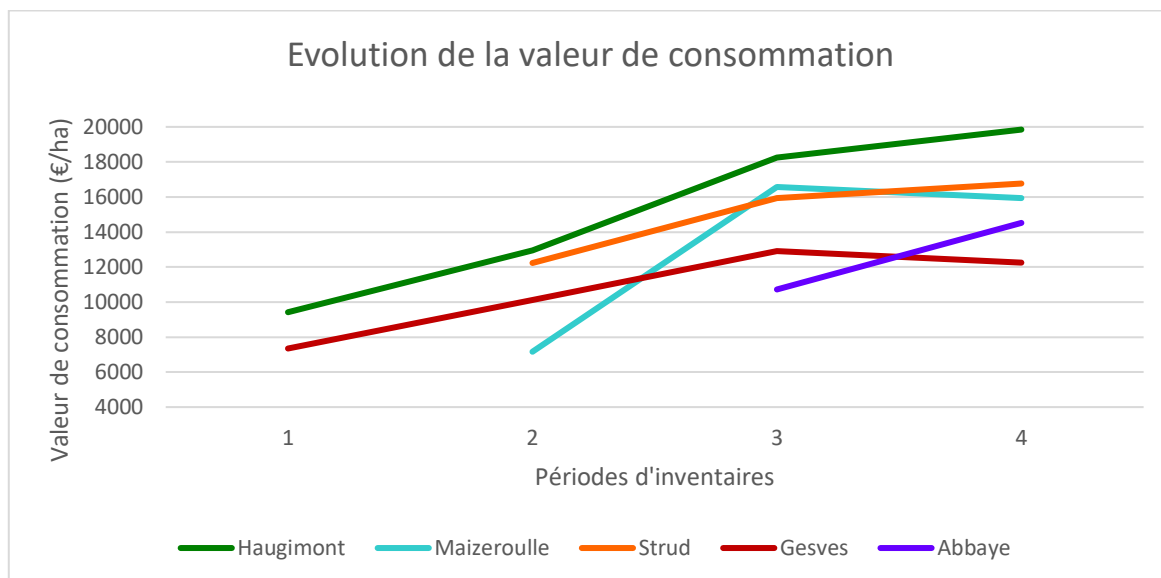


Figure 6a. Evolution de la valeur de consommation dans les cinq bois du domaine (périodes d'inventaire : 1=1979, 2=1992-1995, 3=2009, 4=2019).

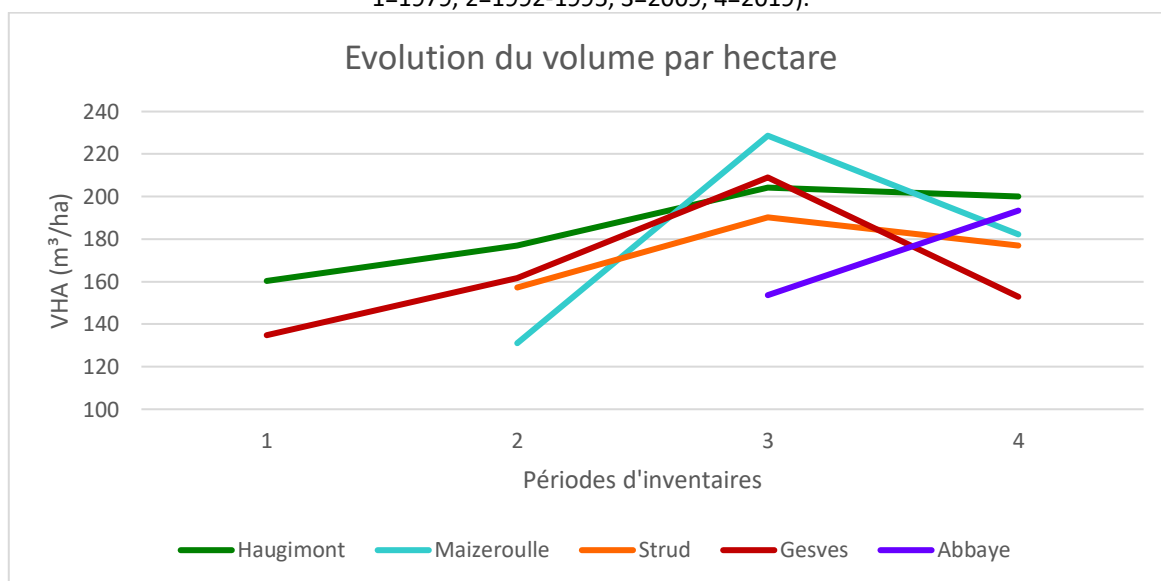


Figure 6b. Evolution du volume par hectare dans les cinq bois du domaine (périodes d'inventaire : 1=1979, 2=1992-1995, 3=2009, 4=2019).

Désormais, l'accroissement de la valeur se concentre dans les bois de meilleure qualité. L'Association Futaie Irrégulière (2020) propose un indice pour quantifier cette stratégie : le ratio valeur de consommation sur surface terrière. L'évolution de cet indice dépend à la fois des choix de désignation et de détournage des arbres-objectifs mais aussi de l'essence de ceux-ci. Pour un même accroissement en volume, un chêne verra son ratio augmenter plus rapidement que celui d'un hêtre car son prix unitaire est plus élevé. Le chêne indigène étant l'essence productive privilégiée dans le domaine, il participe en grande partie à l'augmentation de la valeur (figure 6c).

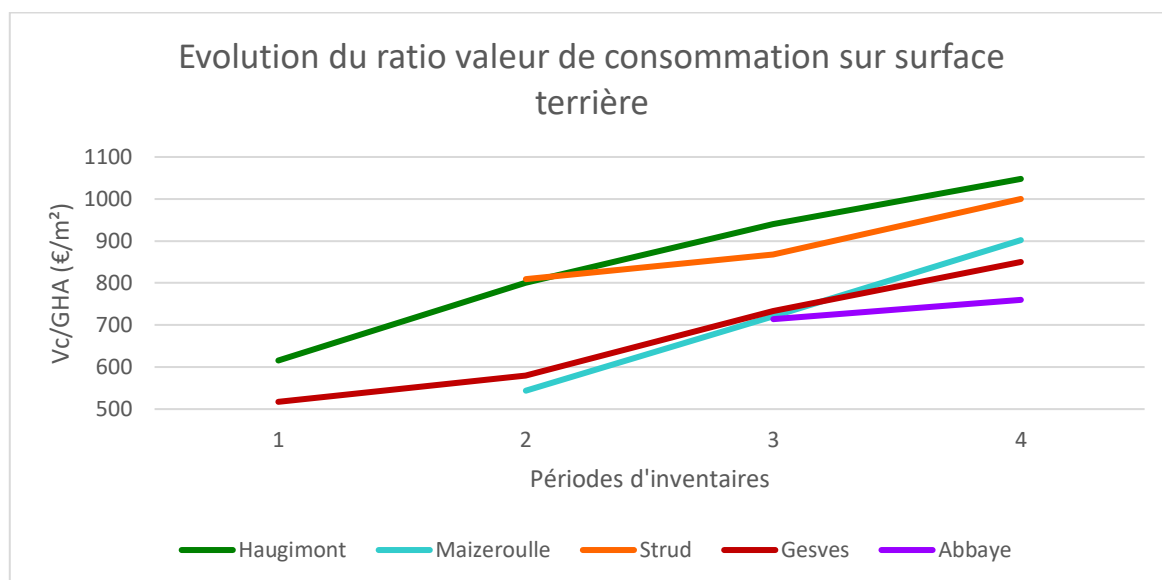


Figure 6c. Evolution du ration valeur de consommation sur surface terrière des cinq bois du domaine (périodes d'inventaire : 1=1979, 2=1992-1995, 3=2009, 4=2019).

- Taux interne de rentabilité de la gestion sylvicole

Une autre manière d'évaluer l'évolution de la valeur des bois du domaine d'Haugimont consiste à déterminer un taux interne de rentabilité de la gestion forestière. Ici, les valeurs des taux réels se situent entre 2.39 et 3.81 % (tableau 21a). Il s'agit de taux hors inflation, ayant considéré toutes les sommes en euros constants 2019. En prenant en compte l'inflation, les taux nominaux obtenus varient entre 4.31 et 6.28 %.

Tableau 21a. Valeurs du taux interne de rentabilité de la gestion sylvicole des bois du domaine.

Bois	Haugimont	Maizeroulle	Strud	Gesves	Abbaye
TIR réel (%)	2.42	4.29	2.39	2.52	3.48
TIR nominal (%)	5.26	6.28	4.31	5.36	5.35

Ainsi, en considérant la valeur de consommation initiale du bois d'Haugimont comme un investissement, celui-ci a rapporté 2.42% par an sur une période de 40 ans. Seuls trois paramètres peuvent intervenir pour expliquer les différences entre les bois (les frais de gestion étant fixes) : les dépenses liées aux frais de plantations éventuelles, les recettes liées aux ventes de bois et les valeurs de consommation initiales et finales :

- Un bois ayant fait l'objet d'un plus grand nombre de plantations aura un résultat net plus faible qu'un bois pas ou peu régénéré par plantation. Par exemple, le bois d'Haugimont a connu quatre années de plantations entre 1979 et 1982. En prix constant, ces dépenses s'élèvent entre 28188€ et 35179€. Le bois de Maizeroulle a quant à lui connu deux années de plantations en 1988 et 1989, revenant respectivement à 9194€ et 4458€. Cependant, ces frais ont été faits avant 1992 et ne sont donc pas pris en compte ici. Plus les frais variables sont nombreux et élevés, moins le TIR sera important.
- De même, la fréquence et la valeur des ventes de bois va influencer la valeur du TIR. En moyenne, les ventes de bois rapportent 272 €/ha/an dans le bois de Maizeroulle contre 204 €/ha/an dans le bois d'Haugimont. Ces valeurs sont des niveaux de recettes habituelles pour des forêts gérées en futaie irrégulière (AFI, 2020).

- Enfin, les situations initiales et finales (les valeurs de consommation) influencent également le TIR. Le bois de Maizeroulle présente une valeur finale 2.2 fois supérieure à sa valeur initiale, alors que le bois de Strud a un capital final 1.4 fois plus élevé que son capital de départ.

C'est une combinaison de ces trois facteurs qui influence la valeur finale du TIR de la gestion sylvicole.

En lien avec les revenus net (flux monétaires) décrits précédemment, un TIR incluant toutes les dépenses et recettes a pu être calculé de la même manière, pour chaque bois. Les valeurs de consommation initiales et finales restent considérées comme des dépenses et recettes.

Tableau 21b. Valeurs du taux interne de rentabilité des bois du domaine en incluant toutes les dépenses et recettes.

Bois	Haugimont	Maizeroulle	Strud	Gesves	Abbaye
TIR réel (%)	1.82	4.53	1.29	2.62	3.89
TIR nominal (%)	4.64	7.43	3.19	5.46	5.77

Ces taux de rentabilité nominaux peuvent alors être comparés à des taux d'intérêts à long terme (10 ans) appliqués en Belgique (OCDE, 2022) à la date des premiers inventaires de chaque bois (tableau 21c). Ce sont les taux avec lesquels les capitaux s'échangent sur le marché obligataire d'Etat. Ils représentent ce que rapportent des placements dits « sans risque ». Une diminution progressive est observable au fil du temps, jusqu'à atteindre 0.2% en 2019. Si les placements forestiers n'étaient pas toujours aussi profitables que des placements bancaires, ils le deviennent de plus en plus à partir de l'an 2000. Le bois de l'Abbaye en est l'exemple, avec un taux d'intérêt de près de deux points supérieur au taux bancaire de 2009.

Tableau 21c. Taux d'intérêts à long terme (10 ans) en Belgique à la date du premier inventaire de chaque bois (OCDE, 2022).

Date du placement	1979 (Haugimont- Gesves)	1992 (Maizeroulle)	1995 (Strud)	2009 (Abbaye)
Taux d'intérêt (%)	9.7	8.7	7.5	3.9

- Temps de rotation du capital

Le temps de rotation du capital n'a pu être calculé que pour les bois d'Haugimont, de Maizeroulle et de Gesves. Les bois de Strud et de l'Abbaye ont été acquis trop récemment pour avoir atteint leur temps de rotation.

Les temps de retour du capital volume varient entre 23 et 30 ans, alors que les temps de retour en valeur sont compris entre 16 et 28 ans (tableau 22). Il faut donc entre 23 et 30 ans pour récupérer le volume initial et entre 15 et 28 ans pour récupérer la valeur de consommation initiale des bois.

Tableau 22. Temps de rotation du capital volume et du capital valeur des bois d’Haugimont, de Maizeroulle et de Gesves.

Bois	Temps de rotation en volume	Temps de rotation en valeur
Haugimont	27 ans	25 ans
Maizeroulle	23 ans	15 ans
Gesves	30 ans	28 ans

Ces valeurs montrent que la capacité du bois de Maizeroulle à régénérer son capital est plus importante que pour les deux autres bois. Cette différence est d’autant plus marquée pour le temps de retour du capital valeur.

Ceci s’explique par les différences des capitaux de départ, des valeurs d’accroissements périodiques différents et par la nature des essences en présence.

En termes de volumes, la différence entre le capital initial et final du bois de Maizeroulle est plus importante que pour les deux autres bois (figure 6b) et présente donc un accroissement plus soutenu. Ces différences d’accroissements moyens influencent directement le temps de rotation du capital volume : plus l’accroissement est soutenu, plus le temps de retour est court.

Pour ce qui est de la valeur monétaire, ce phénomène est encore plus marqué. En effet, si la valeur de consommation évolue avec le volume, il est aussi grandement influencé par les variations de prix unitaires entre les essences. L’essence majoritaire des bois d’Haugimont et de Maizeroulle étant le chêne indigène, alors que le bois de Gesves est surtout composé de résineux, leurs temps de retour du capital argent est plus court. La différence entre Haugimont et Maizeroulle provient d’une part plus importante de chêne (55 à 48%) dans le second bois que dans le premier (32 à 38%).

Enfin, il faut garder à l’esprit que ces valeurs dépendent du contexte sylvicole stationnel, qui influencent la productivité des bois. Cependant, en confrontant ces valeurs avec celles présentées par l’AFI (2020), on constate que les bois du domaine d’Haugimont présentent des temps de retour du capital inférieures aux 33 ans qui servent de référence pour une forêt à l’équilibre. La moitié des dispositifs de l’AFI présentent un temps de rotation du capital valeur compris en 21 et 33 ans, comme les bois d’Haugimont et de Gesves, peu importe l’essence concernée. Seuls 16% des dispositifs peuplés de chêne atteignent une valeur égale ou inférieure à 15 ans, qui est la durée de rotation du bois de Maizeroulle.

2.3.4 Bilan et discussion

Le domaine d’Haugimont a connu différentes phases dans sa gestion sylvicole.

Les premières années, il a été géré d’une manière proche de la sylviculture traditionnelle, passant par des parcelles mises à blancs et des plantations pour les régénérer. C’est le cas, par exemple, de l’unité mG dans le bois de Maizeroulle (annexe 11, figures 9a et 9b), ou des unités gD (annexe 11, figures 20a et 20b) et gE dans le bois de Gesves (annexe 11, figures 21a et 21b).

Se tournant dans les années 1990 vers les principes Pro Silva, le gestionnaire a étendu la gestion pied par pied utilisée pour le chêne aux autres essences. Eclaircie par éclaircie, il a irrégularisé ses peuplements en apportant de la lumière dans le sous-bois et en utilisant uniquement ce que le processus de régénération naturelle lui a mis à disposition. Les unités hCEG et hD (annexe 11, figures

2a, 2b, 3a et 3b) du bois d'Haugimont ou encore les unités mF et mH du bois de Maizerouille (annexe 11, figures 8a, 8b, 10a et 10b) sont des exemples parlants de cette transformation.

Vers l'an 2000, l'exigence de l'UNamur pour des revenus plus importants a conduit à une phase de décapitalisation dans les cinq bois. Ceci a eu pour effet de diminuer les densités des peuplements ainsi que le volume sur pied, et d'augmenter les niveaux de revenus (figures 5a à 5e). Etant en transition vers la futaie irrégulière, les valeurs de consommation n'ont pas cessé d'augmenter grâce à la concentration de l'accroissement en valeur dans les arbres de qualité (figures 6a, 6b et 6c).

Le mélange des essences a aussi permis de limiter les dégâts survenus notamment à l'épicéa et au frêne. Certes, ceux-ci sont importants mais ils sont soit limités à une partie du bois de Gesves (épicéa) soit diffus sur l'ensemble du domaine (frêne). La présence d'un grand nombre d'autres arbres à proximité des peuplements touchés permet d'assurer leur renouvellement sans avoir à investir dans des plantations.

En conclusion, la sylviculture Pro Silva menée dans les bois du domaine d'Haugimont a permis de :

- Lancer la transition des futaies régulières en futaies irrégulières, de maintenir celles qui l'étaient déjà et de sortir peu à peu du taillis sous futaie ;
- Diversifier les peuplements avec un grand nombre d'essences autochtones sur l'ensemble du domaine ;
- Diversifier les produits ligneux de qualité ;
- Atténuer les risques de calamités et éviter que celles qui se sont produites aient un impact disproportionné sur la santé du domaine ;
- Augmenter la valeur des arbres sur pied grâce à l'irrégularisation des peuplements, en passant d'une valeur répartie sur un grand nombre d'arbres de faible valeur économique à une concentration de celle-ci sur un nombre plus réduit d'arbre de qualité ;
- Assurer des revenus constants et importants tout au long de la transformation.

3 Plan d'aménagement

3.1 Objectifs d'aménagement

3.1.1 Durée de validité

La durée de validité de l'aménagement est fixée à une rotation de 8 ans pour l'entièreté du domaine. Sa mise en application commencera en 2023 et s'achèvera en 2031, date à laquelle un nouveau plan d'aménagement devra être rédigé en fonction des résultats de celui-ci, des nouveaux besoins socio-économiques et du contexte écologique du moment.

3.1.2 Choix des objectifs

L'objectif principal du gestionnaire est la production durable de gros arbres de qualité, dans une forêt d'essences autochtones diversifiées et de structure irrégulière, le tout avec des investissements les plus faibles possibles grâce à l'application des mesures Pro Silva. Les produits forestiers voulus vont du bois de tranchage et d'ébénisterie pour les feuillus de grosses dimensions, aux bois de menuiserie et de chauffage. Idéalement, le niveau de revenus doit être stable d'année en année.

Les aspects didactiques et scientifiques sont aussi très importants. Le caractère particulier du propriétaire (une université) implique que ces bois sont utilisés pour des activités d'enseignement et des activités de recherche avec des partenaires publics et d'autres universités, mais aussi pour l'accueil des groupes séjournant au gîte. Ces fonctions sont plus marquées pour les bois d'Haugimont, de Maizeroulle et de Strud de par la proximité avec le gîte, que pour les bois de Gesves et de l'Abbaye, qui sont néanmoins fréquentés par des promeneurs.

L'aspect de protection de la biodiversité est capital dans la sylviculture Pro Silva. C'est une des volontés du gestionnaire de faire du domaine d'Haugimont une forêt exemplaire à ce niveau, tout en préservant les autres fonctions. Une partie des bois étant en zone Natura 2000, le respect des mesures s'y rapportant est à prendre en compte.

3.1.3 Sylviculture Pro Silva et application sur le terrain

Comme mentionné précédemment, le mode de gestion appliqué au sein du domaine d'Haugimont est la sylviculture Pro Silva. Ce système s'appuie sur l'optimisation des processus naturels pour la production d'arbres de qualité à moindre coût, tout en assurant les fonctions bioécologique, protectrice et culturelle de la forêt (Pro Silva, 2012). C'est une approche intégrée, qui appelle le sylviculteur à utiliser son expérience et ses connaissances pour prendre les bonnes décisions au cas par cas.

La création de Pro Silva Europe date de 1989. Elle a permis de regrouper des forestiers issus de courants de pensées sylvicoles semblables sous une même bannière afin de mieux coordonner la diffusion et le développement d'une « gestion forestière proche de la nature », « close-to-nature forestry » en anglais. Trois ans plus tard (1992), Pro Silva Wallonie est fondée et l'application de ses principes dans les forêts domaniales commence en 2013, par décision du Gouvernement Wallon. Evidemment, Pro Silva Wallonie encourage l'application de ce concept à tous les propriétaires, privés ou publics.

Vingt-et-une mesures générales sont mises en avant (Baar et al., 2008). Elles concernent toutes les étapes de la conduite d'un peuplement irrégulier (tableau 23).

Tableau 23. Mesures de gestion Pro Silva (Baar et al, 2008).

	Mesures	Description
1	<i>Appliquer le traitement en futaie irrégulière et atteindre ou maintenir un mélange d'essences à dominance d'essences autochtones.</i>	Toute intervention qui permet de diversifier le peuplement et conserver des arbres dans toutes les catégories de dimensions. L'objectif est d'atteindre un état stable d'un point de vue productif, structurel et fonctionnel.
2	<i>Atteindre ou maintenir une surface terrière optimale permettant un bon fonctionnement de l'écosystème forestier.</i>	Maintenir un niveau de matériel sur pied permettant un bon développement des arbres (houppier large, accroissement important, développement du sous-étage). Les valeurs de surfaces terrières varient en fonction des besoins en lumière des essences.
3	<i>Récolter individuellement par pied les gros bois arrivés à leur dimension d'exploitabilité, éclaircir énergiquement dans les perches et les petits bois.</i>	Récolter un bois lorsqu'il a atteint sa dimension d'exploitabilité (et non un âge) ou s'il gêne un autre arbre de qualité dans son développement (amélioration).
4	<i>Régénérer les peuplements par voie naturelle. Utiliser le semis naturel dans toute sa diversité.</i>	Profiter de la régénération des essences en place permet de limiter les coûts de plantation, de garantir une adéquation essence-station optimale et de conserver une grande diversité génétique. Se fait par une fine gestion de la lumière en sous-bois.
5	<i>Laisser se développer le processus de succession des essences (essences pionnières, de demi-ombre puis d'ombre).</i>	Conserver les essences pionnières, profiter de leur présence pour laisser s'installer d'autres essences d'intérêt.
6	<i>Eduquer le semis sous le couvert et utiliser les processus naturels d'élague et de qualification des arbres.</i>	Garder une forte densité autour des perches d'intérêt de sorte à ce qu'elles soient élaguées naturellement. Sous couvert, la croissance est verticale, et les branches sont fines.
7	<i>Privilégier les essences autochtones peu représentées.</i>	Ces essences permettent de faire évoluer la composition du peuplement et le rendent résilient en cas de catastrophe.
8	<i>Axer la production sur les gros bois de qualité.</i>	Les gros bois de qualités sont ceux qui croissent le plus en valeur. En misant sur une diversité d'essences en futaie irrégulière, le meilleur objectif possible est d'obtenir des gros bois de qualité.
9	<i>Veiller à l'espace nécessaire et au positionnement des arbres de valeur pour leur bon développement.</i>	Laisser la possibilité aux houppiers des arbres objectifs de pleinement se développer et ainsi atteindre un accroissement optimal.
10	<i>Maintenir des arbres de forte valeur écologique et des arbres morts.</i>	Maintient d'individus d'essences rares, de très grosses dimensions, avec des grosses branches mortes, des cavités, des champignons... Tout cela constitue des micro-habitats favorables à une biodiversité riche.
11	<i>Veiller à la protection des sols, des cours d'eau, des berges, des sources, des frayères et des arbres lors des exploitations.</i>	Eviter le plus possible le tassement du sol et les dégâts d'exploitation sur les arbres restants.

		Eloigner les engins des cours d'eau et des zones humides.
12	<i>Maintenir des arbres remarquables</i>	Conserver des arbres pour leurs qualités esthétiques, leur conformation originale, leur rareté, leur importance patrimoniale ou culturelle.
13	<i>N'utiliser ni pesticides ni engrais</i>	Eviter les risques de pollution de l'eau et de perturbation des chaînes trophiques.
14	<i>Maintenir ou restaurer l'équilibre forêt-gibier permettant la régénération naturelle et la pérennité des essences forestières spécifiques aux stations.</i>	L'équilibre est atteint quand la régénération des essences en station se fait sans dispositif de protection.
15	<i>Pas d'installation ni d'entretien de gagnages artificiels, pas de nourrissage.</i>	La chasse doit réguler le gibier et non pas lui permettre de croître en nombre de sorte qu'il devienne une entrave à une gestion durable de la forêt.
MESURES TRANSITOIRES OU EXCEPTIONNELLES		
16	<i>Planter par îlots ou bouquets avec un abri latéral ou supérieur.</i>	Des plantations ponctuelles peuvent avoir pour but de combler un manque d'essences, changer de composition pour raisons sanitaires, contrer une situation de blocage de la régénération naturelle, combler un manque de semenciers.
17	<i>Introduire ponctuellement et en faible proportion des essences de production allochtones peu concurrentielles</i>	Des essences telles que le douglas, le mélèze ou le chêne rouge d'Amérique peuvent être introduites car elles n'opposent qu'une concurrence modérée à la régénération des essences autochtones.
TRANSFORMATION ET CONVERSION EN PEUPEMENTS IRRÉGULIERS MELANGES		
18	<i>Transformer ou convertir de manière progressive par la récolte individuelle par pied des gros bois arrivés à leur dimension d'exploitabilité.</i>	La transformation vers la futaie irrégulière se fait par la récolte des gros bois arrivés à maturité et le remplacement de ceux-ci par les arbres des catégories inférieures. La récolte progressive des arbres apportera de la lumière au sol pour le développement des semis. Pour cela, les prélèvements devront se rapprocher le plus possible de l'accroissement.
19	<i>Préparer le peuplement le plus tôt possible à la transformation ou à la conversion en privilégiant la qualité dans toutes les catégories de bois.</i>	Les éclaircies sont, plus tôt possible dans la vie des arbres, faites au profit des bois présentant les meilleures qualités de grumes et les cimes les plus vigoureuses. Les bois de piètre qualité seront donc prélevés les premiers.
20	<i>Lors de la transformation, rechercher et maintenir un capital sur pied favorable à la régénération.</i>	Le capital sur pied doit être maintenu autant que possible à un niveau qui permet à la fois un bon développement des semis (en îlots) et la production continue de gros bois de qualité.
21	<i>En cas de transformation, exploiter par coupes par bandes ou par coupes à blanc de faible étendue.</i>	Ces méthodes de transformation ne doivent concerner que des peuplements trop vieux ou instables pour le prélèvement pied par pied, ou en mauvais état sanitaire dû aux conditions

		stationnelles défavorables et à d'éventuelles maladies.
--	--	---

Au domaine d'Haugimont, l'application des mesures Pro Silva passe par deux ensembles d'opérations périodiques : les martelages et les travaux dans le sous-étage.

Les martelages visent soit le bois d'œuvre soit le bois de chauffage. Dans les deux cas, tout commence toujours par la question « quel est l'arbre dominant de meilleure qualité possible dans la zone ? ». La zone en question comprend généralement un petit nombre d'arbres (moins d'une dizaine), sur maximum un à deux ares. Le gestionnaire estime que chaque individu a une chance de garder sa place au sein du groupe, en fonction de la valeur commerciale et/ou de sa valeur écologique. Une fois le dominant identifié, le niveau de « gêne potentielle » occasionnée par ses voisins est discuté. Ceux qui s'avèrent entraver le développement du houppier de l'arbre-objectif sont martelés, ceux qui ne gênent pas sont conservés. Si l'arbre dominant a atteint sa dimension d'exploitabilité, il peut être récolté. Pour les coupes de bois d'œuvre, le forestier fait appel à un abatteur-débardeur avec qui il a l'habitude de travailler, et l'impose à l'acheteur à un prix fixé avec l'exploitant et connu de l'acheteur.

Pour le bois de chauffage, c'est-à-dire les feuillus de moins de 100 cm de circonférence ou des bois plus gros d'essences qui ne sont pas recherchées sur le marché, ces mêmes questions se posent aussi autour d'arbres en phases de croissance (perche de chênes entourées de hêtres, par exemple) ou quand des perches d'essences d'ombre altèrent l'intégrité du houppier d'essences de lumière dans la futaie. Des brins de taillis sont ainsi régulièrement prélevés. Contrairement à l'exploitation du bois d'œuvre, le bois de chauffage est vendu par lots de gré à gré aux particuliers qui viennent eux-mêmes exploiter les arbres marqués lors du martelage.

Les arbres d'intérêt biologique ou remarquables sont conservés. Ils aident alors à remplir les fonctions écologiques et culturelles de l'écosystème forestier. Ainsi, un vieux tilleul de très grosses dimensions, dont la grume est difficilement valorisable, sera par exemple gardé jusqu'au stade sénescant.

Les travaux dans le sous-étage concernent principalement le suivi de la régénération (du semis à la qualification des perches). Les travaux se limitent à du cassage et à de l'élagage. L'annellation n'est pas encore une pratique très utilisée au domaine ; le sciage à 1 m de hauteur (avec une scie à main) des perches lui est préféré pour tenir à distance les cervidés des baliveaux. Une attention particulière est mise sur le chêne, souvent en concurrence avec le hêtre, lors de ces opérations.

La gestion des bois du domaine s'est faite jusqu'à maintenant sans avoir recours à l'utilisation de repères chiffrés pour atteindre un état d'équilibre (surface terrière ou volume par hectare). Le gestionnaire utilise principalement ce qu'il observe sur le terrain pour décider des actions à mener (développement de la végétation herbacée et de la régénération, ouverture ou fermeture du couvert, niveau de compétition entre les arbres, etc.).

3.1.4 Forces et faiblesses du domaine d'Haugimont

La définition de la forêt future et les choix de gestion du plan d'aménagement dépendent de caractéristiques positives et négatives liées au domaine (tableau 24). Si ces caractéristiques sont intrinsèques aux bois, elles constituent des forces (positif) ou des faiblesses (négatif). Au contraire, si elles ont une origine externe, ce sont des opportunités ou des menaces.

Tableau 24. Forces, faiblesses, opportunités et menaces du domaine.

	Positif	Négatif
Origine interne (Forces et faiblesses)	Diversité en essences et en stations ; Peuplements irréguliers ou en voie d'irrégularisation ; Abondance du chêne sessile ; Infrastructures d'accueil et d'exploitation (voiries et quais) ; Suivi de la régénération des chênes indigènes par l'ouvrier forestier ; Bonne capacité d'accueil du gibier (sanglier, chevreuil et cerf).	Dépérissement du frêne (chalarose), du douglas (rouille suisse et <i>Contarinia</i>) et du mélèze du Japon ; Tassement local du sol dans les parcelles.
Origine externe (Opportunités et menaces)	Popularité auprès des acheteurs de bois d'œuvre (possibilité d'exploitation entre le 1/10 et le 31/12 par abatteur-débardeur imposé) ; Système de vente des gros bois efficace grâce à la coopérative SOCOFOR ; Popularité auprès des acheteurs de bois de chauffage (petits lots jouxtant un chemin empierré, exploitation du 1/01 au 31/08) ; Forêt de référence (Pro Silva) ; Revenus chasse et pêche élevés ; Collaboration avec des institutions externes renommées (GxABT, ULiège, DEMNA, Comptoir forestier, Pro Silva Wallonie, Forêt.Nature, ...).	Changements climatiques (canicules, sécheresses et tempêtes principalement) ; Population de cervidés en augmentation et augmentation des dégâts (frottis, écorçage).

3.1.5 Définition de la forêt future

La composition future des bois du domaine d'Haugimont ne sera pas fort différente de celle d'aujourd'hui. Les peuplements feuillus mélangés vont évidemment le rester, en privilégiant toujours les essences autochtones et leur régénération naturelle. Certaines d'entre elles pourraient voir leur importance diminuer. C'est déjà le cas pour le frêne, fortement touché par la chalarose, et cela peut potentiellement le devenir pour le hêtre qui réagit mal aux sécheresses de plus en plus fréquentes ces dernières années, et qui pourrait trouver refuge dans les stations les plus fraîches (versant nord, fonds de vallée). Ces essences seront peu à peu remplacées par d'autres, comme l'érable sycomore à la place du frêne, ou le chêne sessile à la place du hêtre, selon les conditions stationnelles.

D'un point de vue productif, le chêne sessile restera l'essence principale. Davantage résistant à la sécheresse que le chêne pédonculé, il assurera la production de gros bois d'œuvre dans la durée. Dans le domaine, les deux essences se mélangent sur les plateaux, le chêne sessile se trouve plus souvent sur les versants sud et le chêne pédonculé dans les fonds de vallées. Sa croissance soutenue, bien que lente, la qualité de son bois sa robustesse face aux aléas en ont fait une des essences phares de la forêt d'Europe de l'Ouest.

Avec lui, les érables sycomore, plane et champêtre font office d'essences productives de choix en remplacement du frêne. Compagnons naturels de ce dernier et tout autant pionniers, ils tolèrent mieux l'ombrage au stade adulte. Leur croissance est rapide et précoce mais non soutenue. Leur hauteur totale est de ce fait plus petite. Ils sont cependant assez sensibles aux déficits hydriques, donc aux sécheresses. Leur subsistance sur stations pauvres en eau et sur versant chaud pourrait donc être compromise (fichierecologique.be, 2022).

Parmi les autres feuillus indigènes, certaines essences secondaires plantées dans les années 1980-1990 pourront à terme être envisagées pour la production de bois d'œuvre, comme le merisier, pour autant qu'il se régénère naturellement en quantité suffisante et qu'il retrouve un marché profitable. L'aulne, le sorbier des oiseleurs, l'alisier torminal et les bouleaux verruqueux et pubescent, selon les stations et les situations, peuvent rejoindre cette catégorie.

Pour ce qui est des peuplements résineux, l'objectif du gestionnaire est de les diversifier en profitant de la régénération naturelle feuillue afin d'en faire des peuplements mixtes résineux-feuillus. Cet objectif de diversification des parcelles résineuses permettra de varier les types de produits ligneux, améliorer la résilience sanitaire des arbres et favoriser une plus grande biodiversité.

Parmi les essences résineuses productives encore présentes, seules le douglas et le pin sylvestre subsistent encore largement sur plusieurs parcelles en peuplements purs, l'épicéa n'étant plus que dispersé dans le domaine. Les mélèzes ne représentent qu'une petite partie des peuplements résineux, et se trouvent également en îlots ou en petites parcelles dans d'autres peuplements. Ces essences se trouvent principalement dans les bois de Gesves (pin sylvestre, douglas, mélèze) et de l'Abbaye (pin sylvestre et douglas). A long terme, les résineux ne seront probablement plus guère présents, n'étant pas autochtones à ces altitudes ou dans ces types de sols.

L'un des objectifs de l'aménagement est de conserver une structure irrégulière dans les peuplements feuillus et d'irrégulariser les peuplements résineux. Cette structure permet de répondre aux besoins de production de bois de qualité en continu, tout en assurant efficacement le renouvellement des individus qui fourniront plus tard, à leur tour, du bois de qualité une fois leur dimension cible atteinte. Dans les peuplements résineux équiennes, cette irrégularisation se fera progressivement, en effectuant des éclaircies par le haut.

De plus, la futaie irrégulière a un impact bénéfique sur la biodiversité, de par la distribution hétérogène de la lumière qui influence le développement de la végétation, ou encore par l'étagement de cette dernière qui offre un grand nombre de (micro)habitats pour l'accueil de la faune (Schütz et de Turckheim, 2010).

Le maintien de - ou le passage à - la futaie irrégulière nécessite de contrôler la densité des peuplements afin de permettre le bon développement des gros bois tout en assurant le renouvellement de ceux-ci par régénération naturelle. Cette densité varie en fonction des essences en présence (tableau 25).

Tableau 25. Valeurs-cibles de surface terrière en fonction des essences principales des peuplements.

Peuplement	GHA cible (m ² /ha)
Autres feuillus	12 - 15
Chêne	12 - 16
Chêne-frêne	12 - 16
Chêne-hêtre	13 - 17
Erable	12 - 15
Frêne	12 - 15
Frêne-érable	12 - 15
Hêtre	14 - 18
Hêtre-chêne-frêne	13 - 17
Mélèze	21 – 25
Pins	21 – 25
Douglas	28 - 34

3.2 Parcellaire et choix de gestion

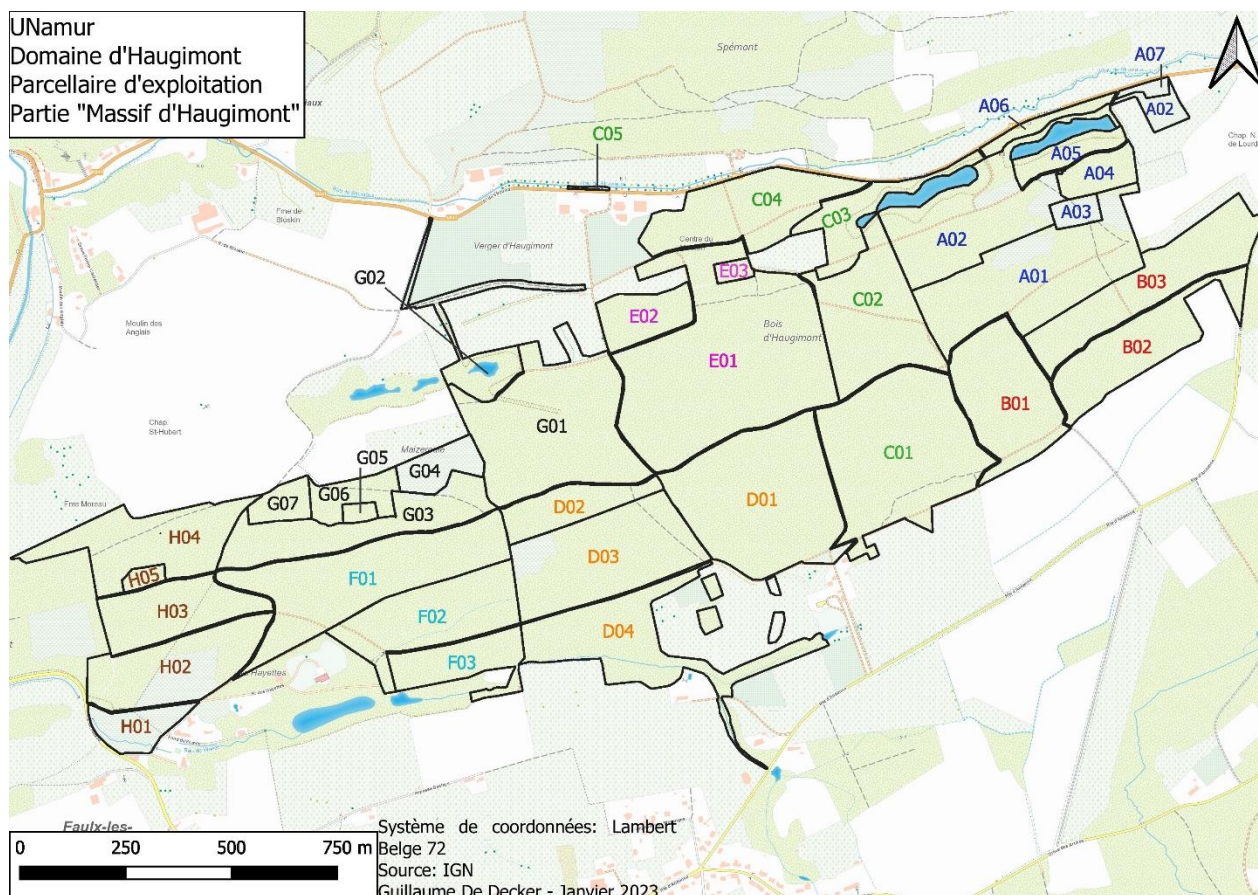
3.2.1 Parcellaire d'exploitation

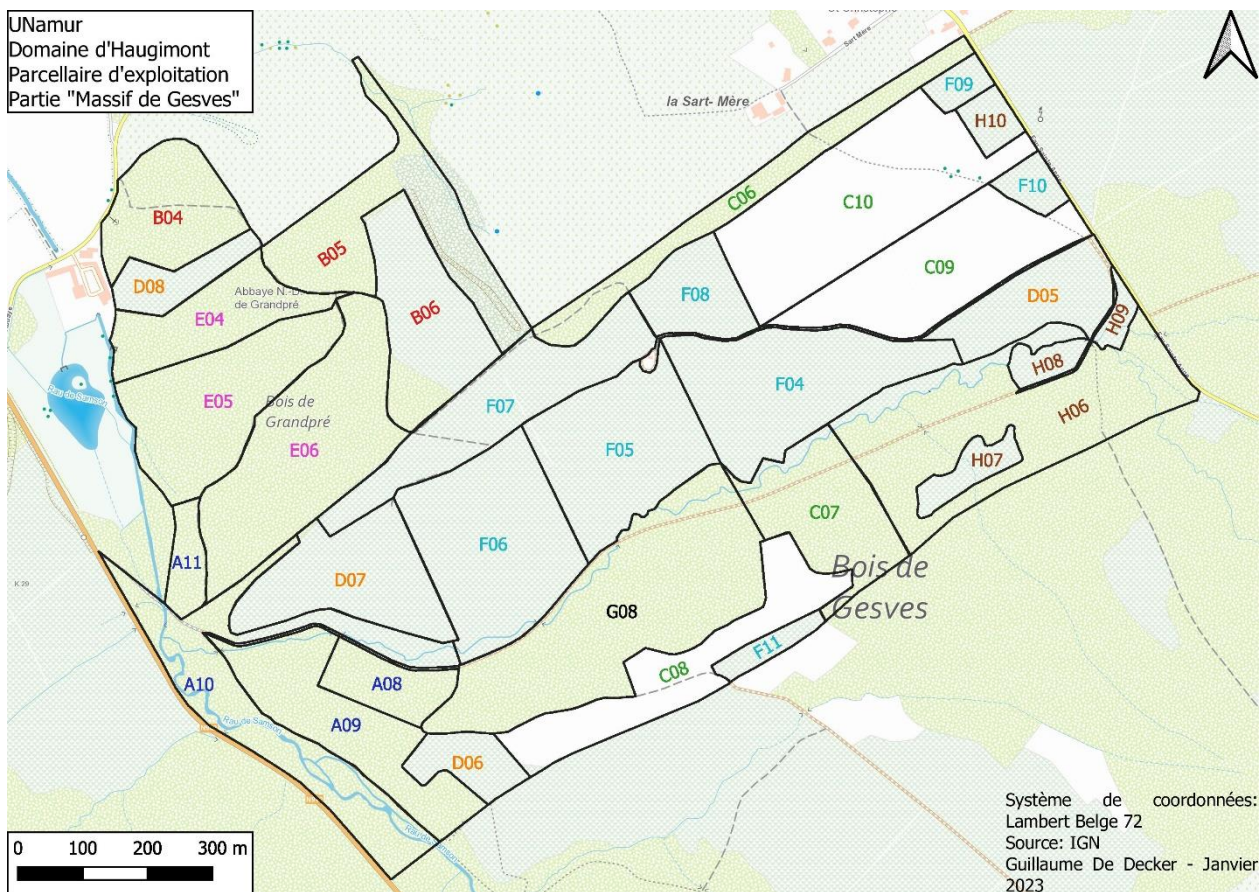
Le nouveau parcellaire d'exploitation (cartes 6a et 6b) a été construit sur base des résultats de l'analyse de la gestion passée (point 2.3), des connaissances du terrain, et de l'ancien parcellaire du plan d'aménagement de V. Nivarlet (2000, annexe 1). Le temps de rotation étant de huit ans, il est composé de huit coupes. Une coupe représente un ensemble de parcelles qui sont parcourues la même année.

L'une des volontés du gestionnaire est de parvenir à obtenir des recettes plus ou moins constantes d'année en année. Pour ce faire, les lots de bois qui génèrent le plus de revenus (principalement le chêne) ont été associés à ceux qui rapportent moins (typiquement les résineux, mais aussi le hêtre ou d'autres feuillus dont le marché n'est actuellement pas au plus haut). En conséquence, une même coupe d'exploitation rassemblera toujours différentes essences (chêne et douglas, chêne-hêtre-autres feuillus ou encore chêne et pin sylvestre).

Un autre objectif de ce nouveau parcellaire est de simplifier l'organisation des parcelles et d'harmoniser les deux massifs qui composent le domaine. Ainsi, plusieurs petites parcelles anciennement résineuses, mises à blanc, ou qui ont fait l'objet de plantations par le passé, ont été regroupées avec des parcelles voisines de plus grandes superficies, pour autant que leurs compositions soient proches l'une de l'autre (une petite parcelle de pin sylvestre ne sera pas ajoutée à une grande parcelle de hêtre, par exemple). De plus, ce nouveau parcellaire marque la fin de la séparation en deux séries d'exploitation des massifs de Gesves et d'Haugimont, étant donné la diminution de la part de résineux purs dans le bois de Gesves. Ils seront désormais réunis en une seule série, les coupes et les parcelles étant alors réparties entre les cinq bois (tableau 26).

Dans les bois d'Haugimont, de Maizeroulle et de Strud, l'ordre des coupes reste le même : la coupe A commence dans le bois de Strud (à l'est) et la coupe H finit dans le bois de Maizeroulle (à l'ouest). Les parcelles des bois de Gesves et de l'Abbaye ont été construites afin de compléter ces coupes, tout en considérant les objectifs décrits ci-dessus, ce qui explique qu'elles soient plus dispersées dans le massif. Il est à noter que l'organisation d'est en ouest des coupes, toujours en vigueur dans le massif d'Haugimont par souci de simplicité, disparaît dans le massif de Gesves. Cela faisait sens d'aller contre les vents dominants (venant du sud-ouest) lorsque les bois étaient exploités par mise à blanc afin de limiter les risques de chablis dans les parcelles voisines, mais cette contrainte disparaît en exploitant les arbres pied par pied.





Cartes 6a et 6b. Parcellaire d'exploitation des bois du domaine d'Haugimont.

Tableau 26. Résumé de l'organisation du parcellaire d'exploitation avec les surfaces associées.

Coupes	Parcelles	Bois	Surfaces (ha)	Totaux
A	A01 à A07	Strud	22.8	35.5
	A08-A09-A10	Gesves	11.9	
	A11	Abbaye	0.9	
B	B01-B02-B03	Strud	18.2	30.3
	B04-B05-B06	Abbaye	12.1	
C	C01 à C05	Haugimont	27.3	50.8
	C06 à C10	Gesves	23.6	
D	D01 à D04	Haugimont	30.2	39.5
	D05-D06-D07	Gesves	8.0	
	D08	Abbaye	1.3	
E	E01-E02-E03	Haugimont	20.2	34.9
	E04-E05-E06	Abbaye	14.7	
F	F01-F02-F03	Maizeroulle	18.5	43.5
	F04 à F11	Gesves	25.0	
G	G01 à G07	Maizeroulle	23.8	33.1
	G08	Gesves	9.3	
H	H01 à H05	Maizeroulle	18.3	29.1
	H06 à H10	Gesves	10.9	

3.2.2 Rotation et coupes

Comme mentionné au point précédent, le temps de rotation est de huit ans. Chaque année, une des huit coupes sera donc parcourue par la coupe jardinatoire et une deuxième fera l'objet d'un passage à mi-rotation. Un passage à mi-rotation est possible en cas de surcapitalisation afin d'étaler les prélèvements dans le temps. Il servira aussi aux travaux autour des baliveaux et de la régénération. L'entrée en vigueur de cet aménagement étant fixée à 2023 et, tenant compte des coupes précédemment exploitée, la rotation commencera par la coupe F (tableau 27).

Tableau 27. Planification des passages en coupe sur la période 2023-2030.

Coupes	Surfaces (ha)	Essences principales	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
A	35.5	Chêne, hêtre, frêne, érable, autres feuillus				1				1/2
B	30.3	Chêne, frêne, pin sylvestre, autres feuillus	1/2				1			
C	50.8	Chêne, frêne, pin sylvestre, autres feuillus, mises à blanc		1/2				1		
D	39.5	Chêne, autres feuillus, douglas			1/2				1	
E	34.9	Chêne, hêtre, érable				1/2				1
F	43.5	Chêne, pin sylvestre	1				1/2			
G	33.1	Chêne, hêtre, autres feuillus, mélèze		1				1/2		
H	29.1	Chêne, hêtre, frêne, érable, autres feuillus			1				1/2	

Remarque : les petites parcelles résineuses incluses dans des coupes globalement feuillues ne seront pas parcourues l'année prévue mais le seront en même temps que des grandes parcelles de même essence. Exemple : A07 sera parcourue en même temps les parcelles F04 à F11, H05 en même temps que D05 à D08 et H10 avec G04. Ceci permettra d'éviter d'avoir des petits lots de résineux difficilement vendables lors de coupes majoritairement feuillues.

3.2.3 Dimensions d'exploitabilité

Les dimensions d'exploitabilité économique des essences envisagées pour la production s'appliquent pour les arbres de qualité A ou B (tableau 28) en bon état sanitaire. La dimension d'exploitabilité économique est le moment où l'arbre produit le plus de bois et dont les débouchés sur le marché sont les plus profitables et les plus nombreux. Ces valeurs varient en fonction des conditions stationnelles dans lesquelles l'arbre se développe. Un arbre de qualité dont la productivité serait diminuée à cause des conditions de son environnement se verra récolté à une dimension proche de la valeur basse de la fourchette de valeurs ou en dessous de la valeur minimale espérée. Par contre, un arbre vigoureux présentant une croissance forte (houppier bien développé, charpentières en bon état et peu de défauts) pourra être préservé jusqu'aux valeurs hautes de dimensions d'exploitabilité, voire au-delà.

Tableau 28. Dimensions d'exploitabilité des essences productives du domaine (en conditions stationnelles optimales).

Essence	C150 (cm)
Bouleaux	150 - 180
Chêne	300 et +
Erable	200 et +
Frêne	200 et +
Hêtre	220 - 250
Merisier	210 - 230
Aulnes	170 - 180
Chêne rouge d'Amérique	300 et +
Pins	180 et +
Douglas	300 et +
Mélèze	300 et +

3.2.4 Itinéraires sylvicoles

Un ensemble de fiches dédiées à chaque parcelle du domaine d'Haugimont a été construit. Regroupées en un fichier par coupe d'exploitation, celui-ci commence par un historique de la coupe sur base de l'analyse dendrométrique des précédents inventaires.

Pour chacune des parcelles, la fiche débute par une description succincte avec : le nom (lettre de coupe et numéro de parcelle), le bois auquel la parcelle appartient, sa superficie, le peuplement qu'elle abrite, l'unité d'inventaire dans laquelle elle se trouvait en 2019, les valeurs des paramètres (GHA, NHA, VHA, accroissement périodique en volume) lors du dernier inventaire, sa position topographique, son exposition, l'altitude, la pédologie et enfin la phytosociologie. Ces dernières informations référant aux conditions stationnelles de la parcelle ont été reprises de V. Nivarlet (2000), à l'exception des données concernant le bois de l'Abbaye qui n'a rejoint le domaine qu'en 2006.

Vient ensuite un historique des prélèvements spécifiques à la parcelle, reprenant les volumes et les essences récoltés.

En-dessous se trouve le détail des opérations sylvicoles qui vont être réalisées lors des passages à rotation et mi-rotation.

Finalement, un tableau d'inventaire termine la fiche. La mise en place d'inventaires de gestion avant le passage en coupe sera détaillée au point 3.2.5.

Un exemple de fiche, pour la parcelle A01, est disponible à l'annexe 10. L'ensemble des fiches du parcellaire se trouve dans le matériel supplémentaire accompagnant ce travail.

- Peuplements feuillus

La gestion des peuplements du domaine continuera selon les principes de la sylviculture Pro Silva. Etant considérée comme l'essence de production principale, une attention particulière sera portée au chêne sessile mais les autres essences ne seront pas pour autant négligées, en fonction de contexte stationnel et de la composition du peuplement.

Les arbres arrivés à maturité (donc à leur dimension d'exploitabilité) seront récoltés lors du passage en coupe. Les arbres qui n'ont pas atteint leurs dimensions cibles (moyens et gros bois) seront éclaircis en faveur des plus beaux individus. L'intensité de ces éclaircies dépendra de la densité du peuplement et du nombre de pieds dans ces deux catégories (voir tableau 25 pour les surfaces terrières objectif). En situation de surcapitalisation trop importante, il est préférable d'étaler les prélèvements dans la durée en profitant du passage à mi-rotation plutôt que de trop décapitaliser d'un coup, afin de préserver la stabilité du peuplement et de s'assurer une bonne réaction des arbres restants (éviter les « coups de soleil », de salir le tronc et d'éventuellement exposer des fourches dans le sens du vent). A l'équilibre, les prélèvements en volume seront similaires aux niveaux d'accroissements.

A la fois lors du passage en coupe et à mi-rotation, il est important d'agir dans la régénération. Ainsi, les perches et les baliveaux feront également l'objet d'éclaircies. Quelques brins de taillis supplémentaires pourront aussi être prélevés afin de gérer l'arrivée de la lumière dans le sous-bois. Comme déjà mentionné à plusieurs reprises, une attention particulière sera portée aux semis de chêne sessile, qui rentrent souvent en concurrence avec ceux de hêtre. Ces derniers seront cassés pour préserver le gainage naturel du chêne tout en lui assurant la dominance apicale.

- Peuplements résineux purs et mixtes

La gestion des peuplements résineux aura pour objectif principal leur irrégularisation et diversification. Cela se fera grâce à des éclaircies fortes afin de favoriser l'installation de semis feuillus (bouleaux, hêtre, sorbier des oiseleurs, chêne sessile...). Les éventuels semis naturels résineux (pins, épicéa, douglas) pourront être conservés pour gagner et éduquer les semis feuillus.

Parmi les trois grandes essences résineuses du domaine, seul le douglas et certaines parcelles de pin sylvestre sont encore présents en peuplements purs. Les mélèzes (hybride, d'Europe ou du Japon) sont soit réparties dans des parcelles d'autres essences soit forment des petites parcelles abritant déjà une certaine diversité d'essences en régénération. Il est à noter qu'une partie de la parcelle G04 (bois de Maizerouille) accueille un dispositif expérimental de détournage de mélèze hybride de Gembloux Agro-Bio Tech depuis 1988.

Sur les parcelles D05 et D08, sur lesquels le douglas est en optimum stationnel, profitant de sa productivité soutenue, les individus dominants seront préservés et détournés en priorité. Les parcelles D06 et D07 présentent par endroits un niveau hydrique xérique, ce qui est un facteur limitant- voire excluant- pour la sylviculture du douglas. Les effets de la rouille suisse (*Phaeocryptopus gaeumannii*) y sont d'ailleurs plus visibles que dans les autres douglasaies. Elles feront donc l'objet d'une transformation progressive vers d'autres essences, en fonction de ce que se régénérera dans ces conditions. Peu d'espèces semblent être en mesure de s'implanter sur des sols aussi secs. Le chêne sessile et le pin sylvestre, en tolérance stationnelle, pourrait venir à terme y remplacer le douglas.

Les parcelles F04 à F11 du bois de Gesves et B06 du bois de l'Abbaye constituent les grandes pineraies du domaine. Certaines d'entre elles sont sur la voie de la diversification (F04, F06, F09) les autres sont encore en peuplements purs. L'objectif pour toutes ces parcelles est de les diversifier et de les irrégulariser. Etant généralement plus âgés que les douglas, certains arbres ont déjà atteint leurs dimensions d'exploitation et pourront être progressivement récoltés. Les arbres de qualité n'ayant pas encore atteint ce stade seront détournés vigoureusement afin de préparer l'irrégularisation des peuplements.

De la même manière que pour les peuplements feuillus, la décapitalisation de ces parcelles pourra se faire à la fois lors du passage en coupe et du passage à mi-rotation. Il faudra également porter une

attention particulière au bon développement des essences feuillues dans le sous-bois (élagage, gestion de la concurrence entre essences héliophiles et sciaphiles, maintien de la régénération résineuse en dessous des feuillus).

- Régénération des parcelles mises à blanc

Dans le bois de Gesves se trouvent six parcelles mises à blanc pour un total de 18.6 ha (C08, C09, C10, H07, H08, H09). Elles accueilleraient autrefois des pessières qui ont été décimées par les scolytes et exploitées en 2018 et 2019. La parcelle C08 a d'ailleurs fait l'objet d'une prime à la régénération de 3000 €/ha (12 600 € au total) grâce au projet « Forêt Résiliente » lancé en 2021 par la Ministre wallonne de l'environnement.

Le reboisement de ces parcelles passera par la régénération naturelle uniquement et l'utilisation des principes Pro Silva pour leur gestion. Les semis d'essences-objectifs seront localisés et la concurrence sera dégagée par cassage ciblé. Quand cela s'avère nécessaire, des élagages et tailles de formation seront effectuées jusqu'à une circonférence égale au tiers de la dimension d'exploitation. Les élites seront détournées une fois leur hauteur de fût (6 à 8 m) atteinte et qu'ils seront sortis de la phase de compression (25 ans pour le chêne, 10 ans pour le bouleau, 20 ans pour le sorbier des oiseleurs, par exemple).

Les parcelles C09 et C10 font actuellement l'objet d'un projet de réserve naturelle sur une partie de leur étendue. L'objectif est de maintenir un milieu ouvert, qui serait pâturé par des moutons de l'UNamur sur un hectare dans un premier temps et, si cela évolue positivement, la réserve sera agrandie jusqu'à 6 ha. La répartition exacte de ces surfaces est encore à déterminer, et un remodelage du parcellaire à cet endroit sera probablement nécessaire en temps voulu, afin de clairement délimiter ce qui entrera dans la gestion forestière. Dans le cas où le projet n'aboutirait pas, ces deux parcelles rentreront dans le domaine forestier et seront gérées selon l'itinéraire décrit ci-dessus.

3.2.5 Inventaire de gestion

Afin de continuer l'effort de suivi des bois du domaine d'Haugimont, les inventaires en plein se poursuivront. Cependant, ils ne seront plus menés ponctuellement sur l'entièreté du domaine mais périodiquement (tous les huit ans), à l'échelle des coupes d'exploitation. Ils permettront de quantifier la situation des peuplements avant le martelage et de prévoir précisément ce qui devra être prélevé lors du passage à rotation et ce qu'il restera à faire à mi-rotation.

Ainsi, en début d'année de passage en coupe, toutes les parcelles d'une même coupe d'exploitation seront parcourues pour en faire l'inventaire. La circonférence seuil de 20 cm à 1.5 m en vigueur ces dernières années sera conservée. Les coupes étant de superficies comprises entre 29 et 44 ha (sans compter les parcelles C09 et C10 mises à blanc dans le bois de Gesves), et sachant que pour l'inventaire de 2009 un homme parcourait en moyenne 3 ha par jour, l'inventaire en plein des coupes d'exploitation prendra entre 10 et 15 journées d'homme (entre 3.3 et 5 journées si le travail est effectué à trois personnes, comme ce fût le cas précédemment).

L'intégration de nouveaux outils technologiques tels que des compas électroniques est envisageable et laissée à discrétion du gestionnaire. Ceci peut améliorer l'efficacité des inventaires grâce à l'obtention d'une mesure précise et d'une position GPS, le tout encodé instantanément.

3.2.6 Mesures de protection du sol

Dans l'objectif de protéger le sol forestier du tassement dû aux engins d'exploitation, il est proposé de mettre en place un système de « cloisonnements ».

Avant de construire de nouveaux cloisonnements, il faudra tout d'abord recenser et localiser à l'aide d'un GPS les layons d'exploitations existants et les zones tassées. Selon leur disposition, forme et écartement, ceux qui seront sélectionnés pourront être identifiés sur le terrain grâce à des marques de peinture. Les autres ne devront plus être empruntés.

Dans le cas où des cloisonnements manqueraient, de nouveaux pourront être mis en place avec des écartements d'environ 20 m, rectiligne ou non selon la topographie du terrain et des contraintes d'exploitation.

De plus, un plan des cloisonnements pourra être communiqué à l'abatteur-débardeur au moment de l'exploitation pour faciliter l'organisation de son travail. L'obligation de procéder à l'abattage et au débardage des gros bois après la première battue tout début octobre et jusqu'à la mi-novembre, permet de bénéficier des meilleures conditions d'exploitation (sols secs et portants). Les acheteurs de bois de chauffage lourdement équipés devront aussi rester sur les cloisonnements.

3.3 Bilan et discussion

Le plan d'aménagement construit dans ce travail permettra au gestionnaire du domaine d'Haugimont de répondre à différents objectifs pour les huit prochaines années.

Grâce aux méthodes de gestion Pro Silva, la production de gros bois de qualité sera assurée, principalement composée de gros arbres feuillus. Les résineux vont peu à peu diminuer en importance dans le bois de Gesves à mesure que les peuplements vont s'irrégulariser et se diversifier en essences feuillues autochtones. Partout, la régénération naturelle sera utilisée dans son plein potentiel pour atteindre la diversité recherchée. Ces mêmes méthodes de gestion continueront à participer à la préservation d'une biodiversité riche et d'un écosystème forestier sain, capable d'assurer un grand nombre de services écosystémiques et de s'adapter aux aléas climatiques futurs.

Il sera toutefois important de suivre l'évolution des essences aujourd'hui en difficulté, comme le frêne (chalarose), le douglas (rouille suisse), ou encore le hêtre (suite aux sécheresses et aux canicules), et de réagir en conséquence ; coupe précoce/sanitaire ou encore favoriser les baliveaux d'autres essences autour de l'arbre concerné. La mise en place d'inventaires périodique permettra en outre de suivre de près ces problèmes, tout en suivant précisément l'évolution du capital des bois du domaine.

4 Conclusion et perspectives

L'objectif de ce travail était de proposer un nouveau plan d'aménagement pour le domaine d'Haugimont et d'évaluer les effets de la sylviculture Pro Silva menée ces dernières décennies grâce à la comparaison d'inventaires en plein et aux données économiques disponibles.

Après une présentation de la zone d'étude, l'analyse dendrométrique s'est basée sur la comparaison de quatre inventaires en plein réalisés entre 1979 et 2019. Des indices de densité (surface terrière et nombre d'arbres par hectare) ont été utilisés pour caractériser la structure des peuplements à chaque inventaire, ventilés par essences afin de rendre compte de leur composition. Grâce à l'historique des ventes de bois et au calcul des volumes, des valeurs d'accroissements et de prélèvements périodiques ont aussi pu être déterminés. Cette analyse a montré que, grâce à l'application de la sylviculture Pro Silva, l'ensemble des peuplements ont évolué – ou sont en train d'évoluer – vers la futaie irrégulière mélangée. Les essences feuillues sont celles qui se retrouvent le plus souvent dans cette configuration, tandis que les pins et les mélèzes sont en voie d'irrégularisation, et que les douglasaies, plus jeunes, doivent encore amorcer leur transition.

L'analyse économique, quant à elle, a fait appel à des indicateurs comme le revenu moyen net, la valeur de consommation des arbres sur pied, le taux interne de rentabilité et le temps de retour du capital. Ils ont principalement été calculés grâce à l'historique des ventes et des dépenses du domaine. Cette partie du travail a pu démontrer que, dans le contexte du domaine d'Haugimont, le passage à Pro Silva a permis d'atteindre des niveaux de revenus moyens confortables (environ 180€/ha/an en moyenne, en euros 2019) et de considérablement augmenter la valeur du capital sur pied en misant sur la production de gros bois de qualité (78 % d'augmentation moyenne de la valeur de consommation). En outre, il a été démontré que la sylviculture Pro Silva menée dans ce contexte pouvait être jugée rentable (taux interne de rentabilité toujours positif) et de plus en plus intéressante financièrement en comparaison avec des taux bancaires. Enfin, les valeurs de temps de rotation du capital ont montré que les bois d'Haugimont, de Maizerouille et de Gesves pouvaient réagir potentiellement rapidement aux perturbations.

Sur la base de ce qui précède, les deux maximes les plus souvent citées concernant la sylviculture Pro Silva (« *le premier euro gagné en forêt est celui que l'on n'a pas dépensé* » et « *imiter la Nature et hâter son œuvre* » - Huffel, 1860 ») ont prouvé leur véracité durant ces vingt dernières années à Haugimont.

Par la suite, un nouveau plan d'aménagement a pu être proposé pour la période 2023-2031. Il a pour but d'organiser la gestion des bois du domaine avec l'application des principes de Pro Silva. Sur base des résultats des sections précédentes, un nouveau parcellaire a été construit et les itinéraires de gestion pour les feuillus, les résineux et les coupes rases sanitaires ont été dressés. Pour guider le gestionnaire dans le futur, des inventaires périodiques seront mis en place, améliorant ainsi le suivi des coupes et réduisant la surface à inventorier d'un coup. De plus, la mise en place de cloisonnements a été proposée afin de mieux protéger le sol forestier à l'avenir.

Ce travail s'est donc principalement focalisé sur les fonctions productives de la forêt. L'aspect biodiversité de la sylviculture Pro Silva s'est arrêté à la description de certains des avantages qu'elle procure (diversité en essence, apport de la lumière dans toutes les strates, développement de la végétation au sol, accueil de la faune...). Dans le futur, le domaine d'Haugimont pourrait bénéficier d'un approfondissement de ces thématiques. Ainsi, la caractérisation des différents micro-habitats pourra par exemple être faite et mise en relation avec la gestion en futaie irrégulière. Des inventaires de biodiversité pourront aussi être mis en place, en complément des inventaires de gestion proposés précédemment. De plus, à la rencontre de l'écologie et de l'économie, une quantification des services écosystémiques pourrait être menée afin d'estimer l'ensemble des valeurs des services que procure

l'écosystème forestier. A plus large échelle, l'analyse du rôle des bois du domaine dans leurs réseaux écologiques respectifs pourrait aussi être intéressante à faire.

Un approfondissement des analyses économiques présentées dans ce travail peut aussi être envisagé, incluant alors les aspects fonciers de la propriété ou encore l'influence des investissements en voiries sur l'attractivité des acheteurs de bois d'œuvre ou de chauffage. Vu l'abondance des données disponibles, cette thématique mériterait sans doute d'aller plus loin.

Bibliographie

Association Futaie Irrégulière, 2020. Valorisation de la base AFI. Janvier 2020.

Baar F. et al., 2008. Sylviculture Pro Silva : Définitions, objectifs et mesures sylvicoles préconisées. *Forêt Wallonne*, (95), pp.10–25.

Bille F., 2012. *Contribution à l'aménagement forestier du domaine d'Haugimont à Faulx-Les Tombes*. Travail de Fin d'Etudes Gembloux : Gembloux Agro Bio-Tech. Université de Liège. 57 p +annexes.

Dagnelie P., Rondeux J. & Palm R., 2013. *Cubage des arbres et des peuplements forestiers - Tables et équations*, Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgium.

Delacre J., 2015. La « poussée silencieuse ». Avenir de la chasse en battue aux ongulés ou utopie ? *Chasse et Nature*, Février 2015, pp.39-43.

Delcambre B & Pingot J.-L., 2018. *Carte Géologique de Wallonie. 48/5-6 Gesves – Ohey*, SPW Editions, DGARNE.

Fédération Nationale des Experts Forestiers ASBL, 2019. Prix moyen des bois sur pied. Automne 2019.

Fichier écologique des essences, sd. Disponible sur : www.fichierecologique.be

IRM, sd. Statistiques climatiques des communes belges. Gesves (INS 92054). Disponible sur : <https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/climat-dans-votre-commune> (1/03/2022).

Johann E., 2006. Historical development of nature-based forestry in Central Europe. In: Diaci, éd. *Nature-based forestry in Central Europe alternatives to industrial forestry and strict preservation*. Ljubljana, Slovenia: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 1-17.

Longrée C., 2016. *Elaboration d'un Plan Simple de Gestion multifonctionnel en zone Natura 2000 : application au domaine forestier d'Haugimont (Faulx-Les-Tombes, Condroz)*. Travail de Fin d'Etudes Gembloux : Gembloux Agro-Bio Tech – Université de Liège. 78p + annexes.

Mason W.L. et al., 2022. Continuous cover forestry in Europe: usage and the knowledge gaps and challenges to wider adoption. *Forestry: An International Journal of Forest Research* **95**(1), 1–12.

Microsoft Corporation, 2022. *Microsoft Excel*, disponible sur : <https://office.microsoft.com/excel>

Ministère de la Région wallonne, 2008. *Décret du 15 juillet 2008 relatif au Code Forestier*. Moniteur Belge du 12/09/2008.

Natagriwal, sd. Guide de gestion Natura 2000.

Nivarlet V., 2000. *Aménagement forestier du domaine d'Haugimont*. Travail de fin d'étude en vue d'obtenir le titre de gradué en Agronomie, année de spécialisation en Gestion Environnementale, Ciney, Institut supérieur provincial d'agronomie de Ciney.

OCDE, 2023. Taux d'intérêt à long terme (indicateur). doi: 10.1787/4e01728c-fr (24/12/2022).

Oldenhove de Guertechin F. B., 1968. *Texte explicatif de la planchette de Gesves 156W de la Carte des Sols de la Belgique*.

Pro Silva, 2012. Pro Silva Principles.

Puettmann K.J et al., 2015. Silvicultural alternatives to conventional even-aged forest management - what limits global adoption? *Forest Ecosystems* **2**(1), 8.

RStudio Team, 2020. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA
URL <http://www.rstudio.com/>.

Schütz J.-P. & de Turckheim B., 2010. La gestion forestière écosystémique multifonctionnelle et son importance pour la biodiversité (essai) | Multifunctional forest ecosystem management and its importance for biodiversity (essay). *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* **161**(8), 311–315.

SPW, 2015. Carte Numérique des Sols de Wallonie. Disponible sur le Géoportail de Wallonie : <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/c5bedf2b-1cac-4231-9d9a-854e0ef2c9ce.html> (24/05/2022).

Statbel, sd. Indice des prix à la consommation. Disponible sur : <https://statbel.fgov.be/fr/themes/prix-la-consommation/indice-des-prix-la-consommation#figures> (19/07/2022).

Annexes

Voir dossier ad-hoc