



# Diagnostic de vulnérabilité

Démarche d'adaptation au changement  
climatique de la **Forêt de Soignes**



## Auteurs

---

Etienne AULOTTE ; Frederik VAES ; Stéphane VANWIJNSBERGHE – Bruxelles Environnement

## Relecture et mise en page

---

RNF et LPO

## Remerciements

---

Nous remercions l'ensemble des experts de Bruxelles Environnement ayant participé à l'élaboration de ce diagnostic.

## Citation de l'ouvrage

---

AULOTTE E. ; VAES F. 2021. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique de la forêt De Soignes – Région Bruxelloise. LIFE Natur'Adapt – Rapport Bruxelles Environnement. 43p.

# Table des matières

---

RÉSUMÉ	5
INTRODUCTION	6
FORET DE SOIGNES	8
Présentation de la forêt de Soignes	8
La forêt de Soignes et le changement climatique	9
Des changements déjà observés	9
LA DÉMARCHE NATUR'ADAPT	10
La forêt de Soignes comme site test	11
Un haut potentiel d'extrapolation des résultats	11
LE CLIMAT PASSÉ, PRÉSENT, FUTUR	12
Caractérisation du climat local	12
Stabilité climatique depuis 10.000 ans	12
Méthodologie	12
Station de référence	12
Valorisation des études réalisées	12
Les évolutions de la température atmosphérique	13
Tendances actuelles	13
Des extrêmes déjà observés	13
Les évolutions de la pluviométrie	14
Tendances actuelles	14
Les évolutions de l'insolation annuelle	15
Tendances actuelles	15
Evolutions des principaux paramètres climatiques à l'horizon 2100	16
QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES ACTIVITÉS HUMAINES ?	17
Caractérisation des activités humaines	17
Production forestière	17
Tourisme	17
Activités sportives	18
Méthodologie	18
S'inspirer et accélérer les pratiques déjà mises en œuvre dans le cadre de l'actuel plan de gestion 2019-2043	18
Exploiter les retours d'expertises et du terrain	18

Résultats de l'analyse de l'évolution des activités humaines	19
Anticiper et atténuer l'accélération des changements climatiques sur les activités humaines	19
Exploiter les opportunités	20
QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES OUTILS ET MOYENS DE GESTION ?	21
Caractérisation des outils et moyens de gestion	21
Un premier plan de gestion en 2003...	21
...modifié en 2019 pour notamment intégrer le changement climatique	21
Méthodologie	23
Exploiter les nouveaux modes de gestion déjà en cours via l'actuel plan de gestion	23
Exploiter les connaissances des experts dont forestiers pour anticiper les nouveaux changements attendus ou l'accélération des changements en cours	24
Résultats de l'analyse de l'évolution des outils et moyens de gestion	25
Mieux mesurer et antagonisme de certains modes de gestion	25
Exploiter les opportunités	25
QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DU PATRIMOINE NATUREL ?	26
Caractérisation du patrimoine naturel	26
Une dominante qu'est la hêtraie	26
Un patrimoine sol exceptionnel et une étonnante diversité pour une forêt urbaine	26
Méthodologie	28
Faire remonter les observations du terrain	28
Analyser un nombre limité d'éléments représentatifs de la forêt de Soignes	28
Résultats de l'analyse de vulnérabilité du patrimoine naturel existant	29
Anticiper l'accélération des changements	29
Exploiter les opportunités	31
Résultats de l'analyse des nouveaux arrivants	32
Les récents retours des forestiers	32
Une législation IAS et un monitoring de certaines espèces IAS à venir	33
RÉCIT PROSPECTIF DE NOM DE L'AIRE PROTÉGÉE SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	34
Synthèse de la vulnérabilité pour les principaux objets étudiés	34
Analyse croisée de la vulnérabilité	34
La synthèse de la vulnérabilité des différents objets étudiés	34
Le récit prospectif	37
CONCLUSION	38
LISTE DES ACRONYMES	39
GLOSSAIRE	40
BIBLIOGRAPHIE	41

# RÉSUMÉ

---

Le réchauffement climatique ne relève plus de la fiction. Les gestionnaires forestiers de Bruxelles Environnement en sont déjà pleinement conscients et mettent déjà en œuvre toute une série de mesures d'adaptation au changement climatique dans leur gestion quotidienne de la forêt de Soignes.

Le hêtre est encore aujourd'hui l'essence la plus présente en forêt de Soignes. Tenant compte de sa vulnérabilité face aux effets du changement climatique, Bruxelles Environnement s'est doté d'un nouveau plan de gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes en 2019 (qui revoit le précédent datant de 2003) et qui permet déjà d'évoluer vers une forêt plus résiliente en intégrant des actions en lien direct avec l'adaptation au changement climatique. Cette augmentation de la résilience de la forêt implique une diminution de la part du hêtre, une plus grande diversification des essences et une amélioration de la structure de la plupart des peuplements. L'objectif du plan de gestion est d'arriver après son terme de validité – 24 ans, soit en 2043 – à réduire la part du hêtre à 50 % de la surface du massif. L'enjeu climatique est réel et les forestiers s'attendent et anticipent les effets du changement climatique en modifiant dès aujourd'hui leurs pratiques de gestion (diversification des essences, futaie mélangée, abandon des coupes à blanc, gestion futaie irrégulière par pied, etc.) tout en combinant ces nouveaux modes de gestion forestière avec une pression humaine sur la forêt en constante augmentation surtout en période de canicule.

L'enjeu aujourd'hui sera d'aller encore plus vite dans cette conversation (horizon 10 ans) tout en anticipant mieux les multiples pressions sur le massif et les effets cocktails générés par l'ensemble de ces pressions.

Pour se faire, Bruxelles Environnement a réalisé ce premier diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité qui met en avant les pratiques de gestion adaptatives déjà mises en œuvre et décrites en partie ci-dessus tout en proposant toute une série de nouvelles mesures pour les éléments bien représentatifs de la forêt de Soignes que sont les habitats prioritaires Natura 2000 - 9120 (Hêtraie acidophile atlantique) et 9160 (chênaie-charmaies) mais aussi d'autres éléments abiotiques (modification attendues des conditions pédologiques et hydriques dont abaissement du niveau des nappes mais aussi des éléments liés à l'utilisation de la forêt (modification des pratiques forestières) et pressions récréatives accrues attendues.

Ce diagnostic est aussi l'occasion pour Bruxelles Environnement d'identifier et d'exploiter les opportunités liées au réchauffement climatique dont le développement économique de filières courtes à haute valeur ajoutée lié à des pratiques sylvicoles plus durables, l'encadrement des nouvelles pratiques d'utilisation de la forêt comme la sylvo-thérapie et plus largement renforcer les services écosystémiques rendus par la forêt tout en préservant celle-ci. De nouvelles opportunités existent aussi en matière de sensibilisation et communication vis-à-vis des citoyens utilisateurs de la forêt en vue de les faire devenir des citoyens acteurs. Des opportunités de créer de nouveaux emplois et nouvelles fonctions dont les stewards de la forêt de Soignes ont été aussi relevées.

Ce document est destiné à être évolutif et n'est en aucun cas un document scientifique.

# INTRODUCTION

---

Bruxelles Environnement a répondu à l'Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) lancé en Octobre 2020 par Réserves Naturelles de France (RNF) en vue de faire partie des 15 sites sélectionnés pour tester les outils développés et expérimentés dans le cadre du projet LIFE Natur'Adapt.

Ce projet LIFE rassemble différents partenaires que sont : Réserves Naturelles de France, EUROPARC Fédération, Muséum national d'Histoire naturelle, Tela Botanica, LPO, Asters - Conservatoire des espaces naturels de Haute-Savoie, Fédération des réserves naturelles catalanes, Syndicat mixte du Parc naturel régional du Morvan, Syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Association Petite Camargue Alsacienne.

Ce projet a développé différents outils dont une méthodologie pour élaborer un Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO) et un plan d'adaptation et les sites tests sont là pour les tester et faire des suggestions en vue de leur amélioration. C'est donc un processus de co-construction. Ces outils sont destinés à évoluer encore bien entendu. Aussi ce projet a proposé une formation en ligne (COOC) ouverte à tous et a développé une communauté de praticiens sensibles à la cause de l'adaptation des aires protégées au changement climatique. Tous ces éléments se retrouvent sur le site du projet LIFE NATUR'ADAPT - <https://naturadapt.com/>

C'est dans ce cadre que la forêt de Soigne (partie bruxelloise) a été sélectionnée comme site test avec comme intention de bénéficier de ces outils pour :

- Rassembler tout ce qu'on connaît déjà en matière d'adaptation au changement climatique tout en mettant en avant les bonnes pratiques déjà mises en œuvre dans le cadre du plan de gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes approuvé en 2019.
- Anticiper plus rapidement les changements liés au changement climatique en rebondissant sur la prise de conscience des gestionnaires et acteurs de la forêt des impacts climatiques.
- Réaliser le diagnostic de vulnérabilité et mettre en avant des nouveaux axes d'adaptation à valider avec l'ensemble des gestionnaires et utilisateurs de la forêt.

**Ce diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO) n'est pas une nouvelle étude scientifique. Il vise simplement à rassembler les connaissances actuelles que nous avons sur le sujet. Ceci en analysant les études qui ont déjà été réalisées sur le sujet et en tenant compte des témoignages et des expériences du terrain de nos experts. L'objectif étant aussi de tester la méthodologie proposée par le projet LIFE Natur'Adapt en l'appliquant sur un site test européen qu'est la forêt de Soignes. C'est donc un document structurant mais résolument évolutif.**

Le projet apportera des contributions sur les questions suivantes :

- Comment aller plus vite dans l'objectif d'une conversion accélérée à l'horizon 10 ans ?
- La diversification des essences en cours est-elle suffisante ?
- Quel positionnement du monde forestier quant à l'acceptation voire l'intégration (migration assistée) d'essences plus adaptées dont méditerranéennes ?
- Quelles modifications des écosystèmes sont attendues et quel impact pour les plans de gestion Natura 2000 ?

- Quels nouveaux modes de gestion des zones tampons doivent être mis en place notamment en matière de maintien du capital sur pied?
- Comment mieux appréhender les multiples pressions à venir et leur effet cocktail ?

Ce projet permettra d'enrichir les débats et de proposer des nouveaux éléments de réflexion qui s'inscriront dans l'actuel plan de gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes.

# FORET DE SOIGNES

---

## Présentation de la forêt de Soignes

Avec ses 4383 hectares, la forêt de Soignes est le plus grand massif forestier du Brabant. Elle est répartie sur les trois régions du pays : 56 % en Flandre, 38 % à Bruxelles et 6 % en Wallonie. Chaque région gère sa partie et adopte son propre plan de gestion.

La forêt de Soignes est exceptionnelle à plus d'un titre. Au cours du temps, sa surface a fortement été réduite mais depuis son classement par arrêté du 2 décembre 1959 et son inscription en zone verte au plan de secteur de 1979 la forêt de Soignes est protégée. La forêt de Soignes n'a jamais été cultivée. Les sols n'ont ainsi jamais été perturbés. C'est un patrimoine remarquable remontant à l'ère glaciaire avec un relief qui n'a quasi pas changé depuis. L'ensemble de la forêt de Soignes est classée Natura 2000 par l'arrêté de désignation de la ZSC1 du 14 avril 2016. En 2008, les 3 Régions se sont engagées sur des objectifs communs de gestion sur l'ensemble du massif via un schéma structure. Le plan de gestion multifonctionnel reprend ces objectifs, l'état de conservation des habitats et des espèces lors du classement ainsi que l'état de conservation à atteindre.

Depuis 2017, 61 hectares de vieux peuplements de hêtres sont classés comme patrimoine mondial de l'Unesco (réserves forestières intégrales) en région bruxelloise. Pour la totalité de la forêt de Soignes, 5 composantes représentant 269 ha de vieilles hêtraies font partie de ce patrimoine. Ces sites sont intégrés dans la liste des biens en série du Patrimoine mondial de l'Unesco « Forêts primaires et anciennes forêts de hêtres des Carpates et d'autres régions d'Europe » qui regroupe 94 hêtraies réparties sur 18 pays européens pour un total de 98.000 ha de vieilles hêtraies avec 300.000 ha comme zones tampons autour de ces 94 composants.

Un patrimoine sol  
conservé depuis  
10.000 ans ayant  
mené à des  
hêtres  
exceptionnels



# La forêt de Soignes et le changement climatique

## Des changements déjà observés

Le hêtre est encore aujourd'hui l'essence la plus présente en forêt de Soignes. Tenant compte de sa vulnérabilité face aux effets du changement climatique, l'objectif principal du plan de gestion est d'évoluer vers une forêt plus résiliente. Cette augmentation de la résilience de la forêt implique une diminution de la part du hêtre, une plus grande diversification des essences et une amélioration de la structure de la plupart des peuplements. L'objectif du plan de gestion est d'arriver après son terme de validité – 24 ans, soit en 2043 – à réduire la part du hêtre à 50 % de la surface du massif. L'enjeu climatique est réel et les forestiers s'attendent et commencent à anticiper les effets du changement climatique en modifiant leurs pratiques de gestion (dont diversification des essences, futaie mélangée, abandon des coupes à blanc et une gestion futaie irrégulière par pied) tout en devant accueillir une demande citoyenne de plus en plus importante surtout en période de canicule. L'enjeu aujourd'hui sera d'aller encore plus vite dans cette conversation (horizon 10 ans) tout en anticipant mieux les autres pressions sur le massif et les effets cocktails générés par l'ensemble de ces pressions. L'effet tampon du massif sur les entités à statut Unesco est également très important ainsi que son statut comme îlot de fraîcheur pour la ville de Bruxelles.

En ce qui concerne les enjeux, le hêtre est l'espèce emblématique de la forêt de Soignes. Il couvre actuellement encore 65 % de la surface de la forêt. L'âge moyen des peuplements de hêtre est d'environ 140 ans. La gestion sylvicole conservatrice pratiquée par le passé est à l'origine d'un paysage remarquable unique : la Hêtraie cathédrale. La position du hêtre est actuellement remise en question dans le cadre du changement climatique. À l'horizon 2100, il pourrait disparaître des plateaux et ne subsister que dans les vallons, là où le sol reste frais. Cela signifie que la hêtraie cathédrale et les peuplements dominés par le hêtre vont inéluctablement régresser. Paradoxalement une régénération naturelle et abondante du hêtre ne s'installe que depuis les années 2005. On observe actuellement de bonnes fainées bisannuelles, une fréquence quasi trois fois plus élevée qu'avant.

**Une régénération naturelle du hêtre accrue depuis 2005...**

**Couplée à une nécessaire évolution des pratiques de gestion telle la gestion en futaie irrégulière par pied.**

Le chêne pédonculé est la deuxième essence la plus présente en forêt de Soignes. Il couvre près de 15 % de la surface de la forêt. Dans le cadre du changement climatique, il n'est pas mieux positionné que le hêtre et ce malgré le fait que les augmentations de température semblent lui être favorable au niveau de la

croissance radiale, et ce depuis les années 60 à tout le moins sur les sites tolérants à la sécheresse, ce qui n'est pas le cas du hêtre (Muys, 2012). Par contre, son cousin, le chêne sessile, aussi présent en forêt de Soignes, est mieux positionné.

Les quelques peuplements d'épicéas (*Picea abies*) ont quasi entièrement été attaqués et ravagés par des scolytes (*Ips typographus*) suite aux sécheresses de 2018 et 2019. On observe ces dernières années des cas de suie d'érable (*Cryptostroma corticale*) sur des sujets d'érable sycomore. Cette maladie se présente sur des arbres exposés à la sécheresse et la chaleur.

Le changement climatique a déjà des effets sur les activités socio-économiques notamment en matière de gestion sylvicole.

## LA DÉMARCHE NATUR'ADAPT

---

# La forêt de Soignes comme site test

## Un haut potentiel d'extrapolation des résultats

Bruxelles Environnement a proposé la partie Bruxelloise de la forêt de Soignes comme site test dans le cadre de l'AMI (Appel à Manifestation d'Intérêt) lancé en Octobre 2020 par le coordinateur du projet LIFE NATUR'ADAPT à savoir RNF (Réserves Naturelles de France). La forêt de Soignes a ainsi été proposée pour le lot n°12 de l'AMI : Tout statut d'aire protégée – Tous types de milieux– **Pays de l'Union Européenne hors France.**

La forêt de Soignes a été officiellement sélectionnée en Mars 2021 pour un démarrage de la démarche en Juin 2021.

Ce site est particulièrement intéressant pour les raisons suivantes :

Effet multiplicateur réel. Les expériences menées à Bruxelles sur 1665 ha seront extrapolées aux 3 autres régions soit 4400 ha au total. Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité et la stratégie d'adaptation permettront de retirer des recommandations pour les plans de gestion Natura 2000 pour les habitats et espèces visés. Celles-ci seront mises en avant dans les Groupes de Travail (GT) de la Commission européenne dont le CGBN (Coordination Group for Biodiversity and Nature) récemment renommé « EU Biodiversity Platform ».

Le récent Nature Dialogue tenu entre la Belgique et la Commission Européenne (CE) insiste sur le besoin de démontrer les pratiques résilientes et adaptatives en sites N2000 à Bruxelles. Ce projet est donc le bienvenu et sa promotion assurée auprès de la CE. Des recommandations seront aussi généralisées à l'ensemble des sites UNESCO (vieilles hêtraies) répartis dans 12 pays européens. Processus facilité par la prise en main par la Fondation Forêt de Soignes du secrétariat (tournant) UNESCO pour ces hêtraies.

Enfin, de par sa gestion multifonctionnelle incluant bon nombres d'acteurs, les mesures d'adaptation permettront de sensibiliser d'autres acteurs que les forestiers aux enjeux climatiques que sont les urbanistes, les monuments et sites pour la protection du patrimoine naturel et les nombreuses associations naturalistes actives sur le site qui deviendront nos ambassadeurs du changement climatique.

# LE CLIMAT PASSÉ, PRÉSENT, FUTUR

---

## Caractérisation du climat local

### Stabilité climatique depuis 10.000 ans

La forêt de Soignes est caractérisée par un climat de type tempéré océanique.

Comme mentionné sur le site de l'asbl « Les amis de la forêt de Soignes » - <https://www.amisdesoignes-zonienwoudvrienden.be>, ce climat a existé, avec des variations mineures depuis 10.000 ans. Avant cette période se situe la dernière glaciation d'une série de 10 ayant eu lieu au cours des derniers 1,8 millions d'années.

La forêt de Soignes reçoit en moyenne une précipitation annuelle de 820mm d'eau avec des valeurs mensuelles comprises entre 55 et 75mm. La pluviosité de l'année 2021 est de 1011mm mesurée à Uccle ce qui est exceptionnel et démontre un des effets extrêmes en lien avec le changement climatique. Le nombre de jours de neige était encore de 27 jours par an en 2021, on est actuellement à une moyenne de 19 jours par an.

## Méthodologie

### Station de référence

La station météorologique d'Uccle, à proximité immédiate de la forêt de Soignes et située sur le même plateau et à la même altitude que la forêt de Soignes nous fournit des statistiques climatiques depuis 1833 et nous permet d'analyser et comparer les données climatiques ainsi que d'avoir une vue sur les évolutions de ces données dans les années futures.

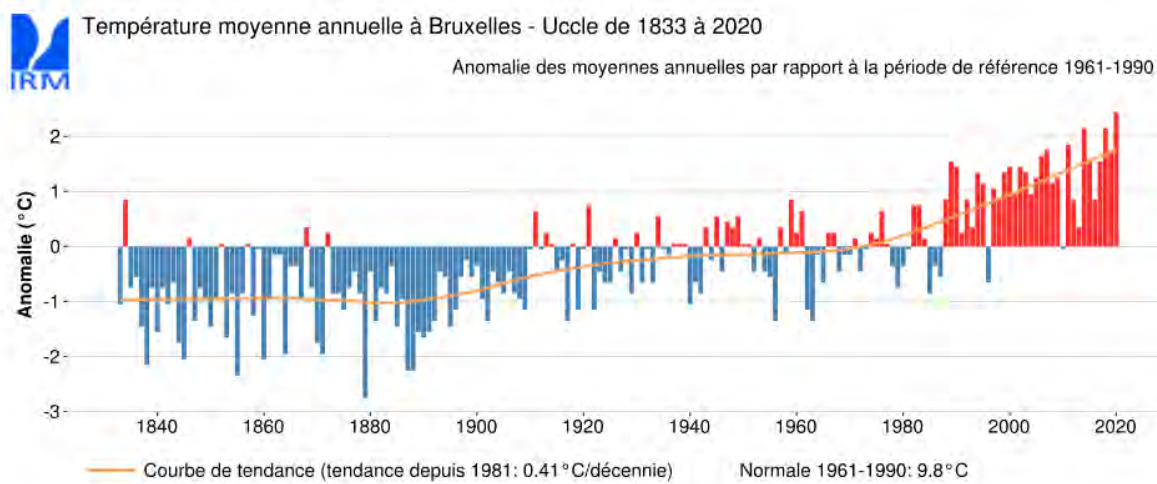
### Valorisation des études réalisées

Outre les données fournies par la station météorologique d'Uccle, en lien avec le changement climatique, un système de suivi sanitaire a été mis en place pour évaluer la vitalité et l'évolution de la forêt, notamment pour les essences principales : le hêtre et le chêne. Une étude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes dans le contexte du changement climatique a été menée en décembre 2009 (ULg – GxABT, 2009). Plus récemment, en décembre 2015 (ULg – GxABT, 2015), une analyse de l'influence du changement climatique sur la croissance du hêtre en Forêt de Soignes a été réalisée par l'Université de Gembloux/ULG AGRO BIOTECH.

# Les évolutions de la température atmosphérique

## Tendances actuelles

L'évolution des températures depuis 1833 est illustrée sur la figure ci-dessous. Cette augmentation de la température moyenne annuelle + 1,5 °C à + 2,0 °C) est supérieure à la moyenne mondiale. Cette différence est due à un réchauffement plus accentué pour les latitudes plus élevées. Le réchauffement est également plus élevé sur les continents.



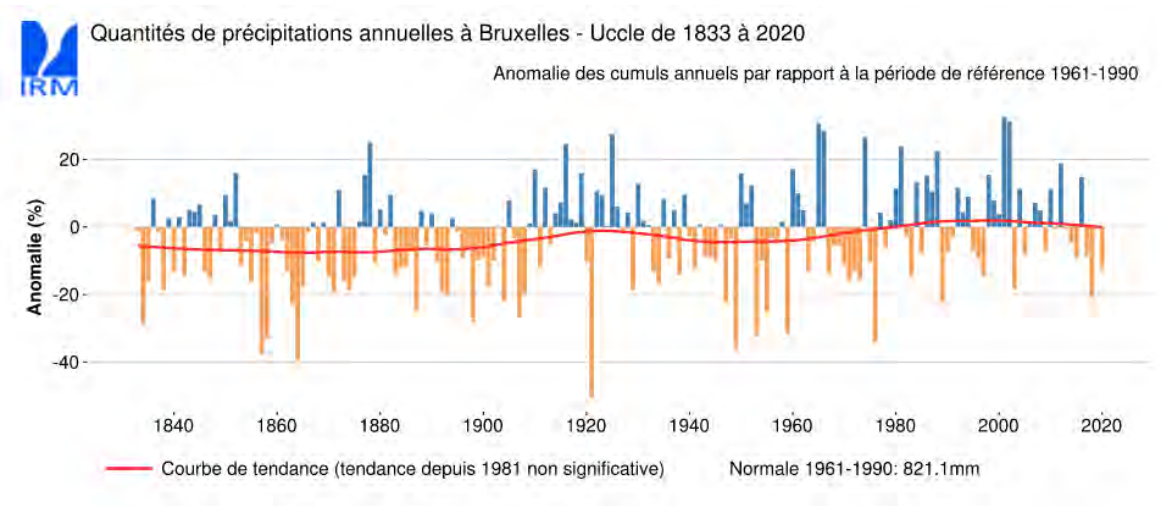
## Des extrêmes déjà observés

En 2020, la **température moyenne** annuelle à **Uccle** a été de 12,2 °C (normale : 10,6 °C). C'est un nouveau record absolu depuis 1833 car, pour la première fois, elle dépasse 12 °C. Le record précédent (11,9 °C) datait de 2018 et de 2014.

Les vagues de chaleur sont définies par l'IRM comme étant : « *une période d'au moins cinq jours consécutifs au cours de laquelle les deux critères suivants sont vérifiés simultanément : la température maximale atteint ou dépasse 25°C chaque jour et la température maximale atteint ou dépasse 30°C au moins à trois reprises durant la période considérée* ». Depuis l'année 1981, toutes les tendances sont à la hausse concernant cet évènement à Uccle. Le nombre de vagues de chaleur augmente en moyenne d'une valeur de 0,3 unités par décennie et il y a eu au minimum une vague de chaleur ces 5 dernières années, ce qui n'était jamais arrivé depuis 1892. Leur durée évolue elle aussi avec en moyenne un gain de 2 jours par vague tous les 10 ans. Enfin, il est également constaté que les températures maximales estivales augmentent depuis 1981 d'environ 0,85°C par décennie.

# Les évolutions de la pluviométrie

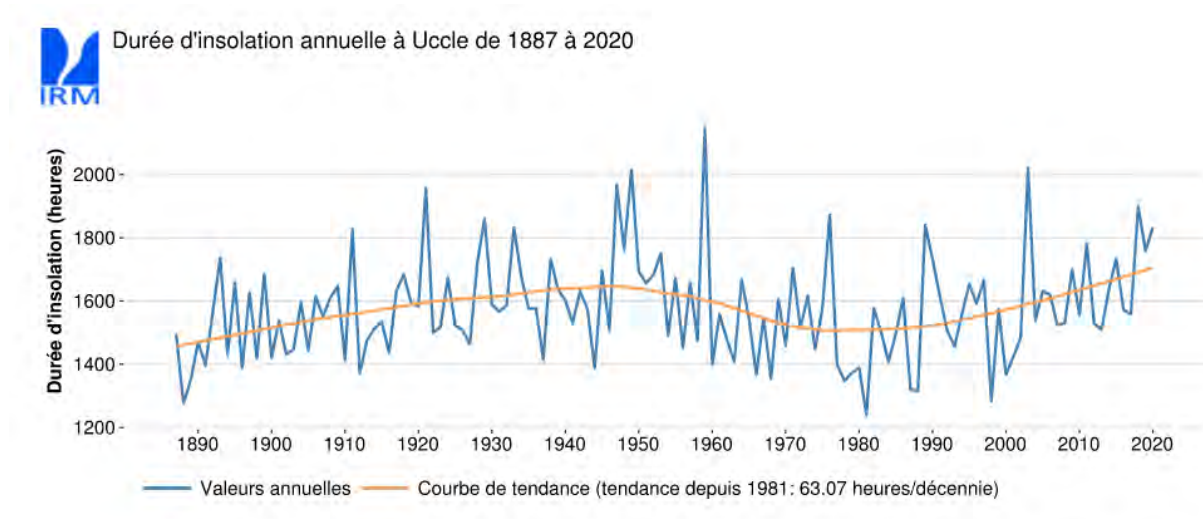
## Tendances actuelles



Depuis 1981 à Uccle, il a été constaté qu'au printemps les sécheresses sont de plus en plus fréquentes et leur durée maximale augmente avec en moyenne 1,5 jours supplémentaires tous les 10 ans. A la fin de ce siècle, il est prédit que le nombre de sécheresses ainsi que leur intensité vont augmenter mais plutôt durant les mois d'été, ce qui est en lien avec la baisse des précipitations prévue pour cette même saison (IRM, 2020)

# Les évolutions de l'insolation annuelle

## Tendances actuelles



Depuis les années 1980, il y a eu une nette **augmentation du nombre d'heures d'insolation**. Au cours des 30 dernières années, la durée d'ensoleillement a augmenté de 94 heures à Uccle par rapport à la période 1961-1990, dont plus de la moitié de l'augmentation a eu lieu depuis la période 1981-2010. Cette augmentation de l'énergie solaire atteignant la surface de la Terre est en partie due à une amélioration de la qualité de l'air dans nos régions, grâce aux efforts de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

## Evolution des principaux paramètres climatiques à l'horizon 2100

L'étude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes (Zone bruxelloise) dans le contexte du changement climatique réalisée en 2009 par l'ULG/Gembloux AGRO BIO TECH (ULg – GxABT, 2009) résume très bien l'évolution attendue (voir tableau 1 ci-dessous) selon différents indicateurs climatiques exprimé de manière quantitative ou qualitative.

Tableau 1 - Synthèse des changements climatiques à prévoir pour l'horizon 2100

	Horizon 2100	Remarques
<b>Température moyenne annuelle</b>	9,1 + 2,5 = 11,6 °C	Si efforts politiques pour diminuer le réchauffement
	9,1 + 3,2 = 12,3 °C	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<b>Température moy. (juin-juillet-août)</b>	16 + 2 = 18 °C	Si efforts politiques pour diminuer le réchauffement
	16 + 3,9 = 20,1	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<b>Précipitations</b>		
<b>Précipitations annuelles</b>	-4% (770 à 740 mm)	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<i>Saison de végétation (avril-octobre)</i>	-15% (470 à 400 mm)	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<i>En été (juin-juillet-août)</i>	-24% (218 à 166 mm)	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<i>En hiver (décembre-janvier-février)</i>	+18% (182 à 214 mm)	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<b>Variations des températures et extrêmes</b>		
<i>Jours de gel</i>	Diminution	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<i>Vagues de chaleur</i>	Augmentation	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<i>Saison de végétation</i>	Augmentation	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<b>Variations des précipitations et extrêmes</b>		
<i>Intensité des précipitations</i>	Augmentation	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<i>Episodes secs</i>	Augmentation	Prévisions selon le scénario A1B du GIEC
<b>Vitesse du vent</b>		
<i>Intensité</i>	Augmentation	Prévisions selon le scénario A2 du GIEC
<i>Fréquence des tempêtes</i>	Augmentation	Prévisions selon le scénario A2 du GIEC



# QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES ACTIVITÉS HUMAINES ?

---

## Caractérisation des activités humaines

### Production forestière

Si la production de bois n'est pas un objectif de gestion en soi, des arbres sont néanmoins prélevés pour atteindre les objectifs en matière de paysage, de conservation de la nature et d'accueil du public. Annuellement, près de 4000 m<sup>3</sup> de bois sont exploités dans la partie bruxelloise de la forêt de Soignes. La gestion de la Forêt de Soignes bruxelloise est certifiée durable depuis novembre 2003 selon les principes développés par le Forest Stewardship Council (FSC). Le nouveau plan de gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes s'inscrit dans ces principes. Les inventaires forestiers récents démontrent un accroissement annuel de 5m<sup>3</sup>/ha, ou en total un accroissement annuel d'environ 8000 m<sup>3</sup>. Cela veut dire que le capital sur pied augmente actuellement de façon significative avec environ 4000m<sup>3</sup>/an et que la forêt fonctionne comme un puits de carbone actif.

Même si l'objectif de production de bois n'est pas le premier visé, mentionnons également que la productivité du hêtre en forêt de Soignes est actuellement une des plus élevées au niveau mondial (on a mesuré un accroissement annuel qui dépasse 15m<sup>3</sup>/ha dans un peuplement de hêtre âgé de 82 ans). Cela s'explique par la richesse des limons calcaires conservés en dessous d'une couche plus dense et restée intacte située entre 40 et 120 cm qu'est le fragipan (voir description plus loin). Cette productivité élevée, sans doute en lien avec les effets du changement climatique (la saison de croissance plus longue et un taux de carbone plus élevé) peut s'arrêter brusquement quand la sécheresse devient contraignante et/ou quand certains nutriments arrivent en pénurie (comme le Mg) (communication orale B. De Vos 2017).

### Tourisme

La forêt de Soignes est considérée comme le poumon vert de Bruxelles. Elle représente à elle seule 60 % des espaces verts ouverts au public. Un public nombreux vient s'y promener ou pratiquer son sport. Une pré-étude réalisée sur une zone de 80 hectares proche de la ville a évalué le niveau de fréquentation à dix mille visites par hectare et par an pour cette partie de la forêt. Si ces résultats ne sont pas extrapolables à l'ensemble du massif, ils montrent l'intensité de la fréquentation et les problèmes/opportunités que cela peut engendrer. Le principal étant la compaction des sols et le dérangement de la flore et de la faune. Cette sur-fréquentation de la forêt est en effet très préjudiciable à la structure des sols (compaction et érosion des sols). Surtout pour des sols à haute teneur en particule limoneuses (structure fragile) avec une présence quasi inexistante d'organismes vivants tels que vers de terre et taupes pourtant essentiels pour reconstituer la structure des sols. Ce qui veut dire qu'un sol dégradé aujourd'hui le restera encore longtemps.

## Activités sportives

Il s'agit essentiellement du vélo, de la randonnée, du jogging et de cavaliers. Un réseau de sentiers balisés parfois mixtes, parfois propres a été développé. Force est de constater que la pression sur les milieux naturels augmentent constamment avec un non-respect des signalisations et du code forestier par certains utilisateurs.

## Méthodologie

### S'inspirer et accélérer les pratiques déjà mises en œuvre dans le cadre de l'actuel plan de gestion 2019-2043

Le nouveau plan de gestion de la forêt de Soignes prévoit déjà bon nombres d'actions visant à atténuer l'impact du changement climatique. L'article paru dans Forêt&Nature (Stéphane Vanwijnsberghe, 2020) résumé bien les nouveaux éléments de ce plan de gestion.

Au niveau forestier, la promotion de méthodes d'exploitation plus douces bien balisées via chemins forestiers et layons permettra de maintenir la structure des sols et d'éviter ou de limiter la compaction des sols sensibles. Facteur très préjudiciable qui vient s'ajouter à ceux des effets provoqués par le changement climatique et qui accentue ceux-ci.

Au niveau touristique, le développement de « portes d'accueil » en Région Bruxelloise (Rouge Cloître et Hippodrome de Boitsfort) doit permettre d'accueillir et canaliser ce public toujours plus nombreux qui fréquente la forêt, limiter les impacts de ce public (dérangement de la faune, dégradation des écosystèmes, compaction des sols) tout en préservant le patrimoine naturel. L'objectif présenté dans le plan de gestion est d'aménager ces portes d'accueil pour répondre aux principales demandes du public qui vient en forêt et ainsi, diminuer la pression du grand public sur le reste du massif tout en protégeant le cœur du massif forestier.

La toute récente Fondation Forêt de Soignes apporte aussi une première réponse par un renforcement des actions de sensibilisation (journée de la forêt, quinzaine de la forêt, etc.) et de communication autour des enjeux de la forêt de Soignes.

## Exploiter les retours d'expertises et du terrain

Trois départements interne à Bruxelles Environnement ont activement participé à cette première analyse à savoir le département biodiversité et connaissance territoriale, le département forêt et le département eau.

Ces premiers résultats seront ensuite plus largement discutés via des réunions ad-hoc organisées au sein de la Fondation Forêt de Soignes (voir plan d'action). Celle-ci réunissant non seulement les gestionnaires mais aussi les autres utilisateurs de la forêt (associations actives sur le terrain, etc.).

# Résultats de l'analyse de l'évolution des activités humaines

## Anticiper et atténuer l'accélération des changements climatiques sur les activités humaines

### Production forestière

- Pour préserver le patrimoine sol et éviter la compaction qui accentue les effets liés au réchauffement climatique, nécessité de travailler dans le futur avec des méthodes d'exploitation encore plus douces (traction chevaline, téléphérage, autres) donc générant potentiellement moins de revenus pour l'exploitant ce qui demandera une meilleure mise en valeur du bois local au travers du (re)développement de filières courtes générant une plus forte valeur ajoutée régionale.
- Valorisation des bois locaux par les pouvoirs publics quasi nulle. Actuellement seulement quelques dizaines de m<sup>3</sup> sont utilisés en régie horaire par les forestiers pour du mobilier (caillebotis, clôtures). Le reste part à l'exportation.
- Filière économique de valorisation du bois (exploitant, 1<sup>ère</sup> transformation (scierie), 2<sup>ème</sup> transformation (menuiserie), utilisateurs finaux (charpentier, entreprises du bâtiment)) incomplète en région bruxelloise ne permettant pas une pleine valorisation du bois en RBC. Le maillon scierie n'existe plus à Bruxelles et le nombre de menuisiers se compte sur les doigts d'une main. L'exploitation actuelle de la forêt de Soignes est actuellement sous-traitée via marché public et, vu le caractère incomplet de la filière économique, la majorité de nos grumes partent vers l'étranger pour être valorisées. La plus-value liée à l'exploitation des bois se fait donc à l'extérieur de la région bruxelloise.
- Premier test de dissocier l'exploitation de la vente assez mitigé (initiative du Parc à Grume).
- Récemment une coopérative « Sonian Woodcoop » a été lancée. La Sonian Wood Coop travaille avec des propriétaires forestiers, des scieries, des menuiseries et d'autres partenaires pour garder le bois de la Forêt de Soignes aussi local que possible. Il conviendra de voir comment pérenniser ce type de structure.

### Tourisme

- Monitoring fin des activités touristiques inexistant (nombre de visiteurs par porte d'entrée, déplacement moyen selon profil des utilisateurs, etc.)
- Impact des promeneurs élevé sur la biodiversité (notamment sur le chevreuil) et en augmentation notamment lié au nombre de chiens non tenus en laisse au sein du massif
- Trop faible sensibilisation des utilisateurs aux enjeux du changement climatique et aux enjeux du maintien de la biodiversité. Activités en cours de développement via la toute récente Fondation Forêt de Soignes.

### Activités sportives

- Conflit permanent avec certains utilisateurs (exemple des VTT)

## Exploiter les opportunités

Les opportunités suivantes méritent d'être étudiées et mises en œuvre selon type d'activités :

### **Production forestière**

- Redéploiement d'une filière économique du bois la plus complète possible à haute valeur ajoutée pour Bruxelles pour compenser la perte économique liée à une gestion forestière plus douce

### **Tourisme et activités sportives**

- Développement de nouveaux métiers (steward de la forêt de Soignes) en s'inspirant de l'exemple existant pour la forêt de Fontainebleau.
- Nouvelles économies liées à la sylvothérapie et autres disciplines « bien-être » (Yoga, Taichi, sophrologie, classes nature, etc.)
- Mise en place de la charte « tourisme durable » via la Fondation Forêt de Soignes

# QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DES OUTILS ET MOYENS DE GESTION ?

---

## Caractérisation des outils et moyens de gestion

### Un premier plan de gestion en 2003...

Le plan de gestion multifonctionnel de la partie bruxelloise de la forêt de Soignes, approuvé par le Gouvernement le 30 avril 2003, était prévu pour une durée de 24 années.

En résumé (Stéphane Vanwijnsberghe, 2020), celui-ci vise à :

- augmenter la biodiversité
- maintenir les faciès paysagers et assurer une diversité de paysage de qualité (restauration de drèves, préservation des arbres remarquables, 21km de lisières étagées, la hêtraie cathédrale etc.)
- mettre en valeur le patrimoine historico-culturel
- maintenir la forêt dans un bon état de propreté, assurer un bon accueil du public (en termes d'accès, de sécurité...)
- rencontrer les multiples demandes récréatives du public sans dégrader les milieux, protéger les ressources en eau (créer de nouvelles zones marécageuses, préserver les sources et assurer la bonne qualité des eaux souterraines...).

### ...modifié en 2019 pour notamment intégrer le changement climatique

Le plan de gestion de 2003 a été revu anticipativement pour mieux intégrer les mesures d'adaptation aux changements climatiques, mieux intégrer les objectifs liés au statut Natura 2000 et implémenter les principes du Schéma de structure interrégional adopté en 2008 par les 3 régions. Cette version revue a été officiellement adoptée par le Gouvernement régional le 6 juin 2019 sur base de l'Ordonnance Nature et le 9 juillet sur base du Code Bruxellois de l'Aménagement du Territoire (CoBAT). Il est valable pour une nouvelle durée de 24 ans.

Le nouveau Plan de Gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes prévoit de maintenir la hêtraie sur 50% du massif et, sur les 50% restants, de diversifier la forêt avec :

- d'autres espèces de feuillus : chênes, tilleuls, charmes, bouleaux, frênes, érables, fruitiers... (30%);
- des résineux : pins sylvestres, pins noirs, mélèzes... (10%) ;
- des zones ouvertes : clairières, drèves, étangs... (10%).

Pour limiter l'impact sur le paysage forestier, la vieille hêtraie sera régénérée à un rythme de 15 ha par an soit 9 ha par régénération naturelle en hêtraie (gestion futaie irrégulière par pied) et 6 ha transformés

en futaie de différentes essences avec une dominance de chêne sessile (le rythme actuel est environ 9 ha de chêne sessile par an à cause des plantations de rattrapage).

Ces conversions/transmutations se font par plantation de cellules là où un gros hêtre a disparu ou a été récolté (gestion futaie irrégulière par pied – photos ci-dessous) et/ou en valorisant au maximum la régénération naturelle.



Régénération naturelle du hêtre



Gestion futaie irrégulière par pied

Sur la période de 24 ans couverte par le plan de gestion (2019-2043), 350 ha au total seront ainsi régénérés.

## Méthodologie

### Exploiter les nouveaux modes de gestion déjà en cours via l'actuel plan de gestion

Le nouveau plan de gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes intègre déjà des mesures pour anticiper la disparition attendue d'une partie de la hêtraie suite aux changements climatiques. La hêtraie cathédrale sera ainsi fortement réduite, tout en cherchant à conserver un échantillon représentatif de ce paysage unique. En compensation, un paysage forestier cathédral de substitution sera développé : la chênaie cathédrale à base de chênes sessiles.

D'autres mesures d'adaptation sont prises : évolution des peuplements mono spécifiques à base de hêtre en futaie mélangée en y introduisant d'autres essences comme le chêne sessile, les tilleuls et amélioration de la structuration des peuplements équiennes vers des peuplements irréguliers. En lien avec le changement climatique, un système de suivi sanitaire est mis en place pour évaluer la vitalité et l'évolution de la forêt, notamment pour les essences principales : le hêtre et le chêne. Pour se faire, une étude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soigne dans le contexte du changement climatique a été menée en décembre 2009 (ULg – GxABT, 2009). Plus récemment, en Décembre 2015 (ULg – GxABT, 2015), une analyse de l'influence du changement climatique sur la croissance du hêtre en Forêt de Soignes a été réalisée par l'Université de Gembloux/ULG AGRO BIOTECH.



Hêtraie dite « cathédrale »



Chênaie à orientation cathédrale

## Exploiter les connaissances des experts dont forestiers pour anticiper les nouveaux changements attendus ou l'accélération des changements en cours

3 départements interne à Bruxelles Environnement ont activement participé à cette première analyse à savoir le département biodiversité et connaissance territoriale, le département forêt et le département Eau.

Ces premiers résultats seront ensuite plus largement discutés via des réunions ad-hoc organisées au sein de la Fondation Forêt de Soignes. Celle-ci réunissant non seulement les gestionnaires forestiers mais aussi les autres utilisateurs de la forêt (associations actives sur le terrain, etc.).



# Résultats de l'analyse de l'évolution des outils et moyens de gestion

## Mieux mesurer et antagonisme de certains modes de gestion

- Pas de méthodologie et outils à l'échelle européenne pour caractériser et cartographier les vieilles hêtraies et comparer les services écosystémiques rendus
- Le bilan carbone actuel utilise des facteurs de conversion pas toujours adaptés aux circonstances locales ce qui ne permet pas de répondre aux nombreuses questions sur le rôle exact des forêts comme puit de carbone selon les modes de gestion appliqués
- Antagonisme entre statuts de protection notamment en termes d'augmentation du capital sur pied demandé par le statut UNESCO dans les zones tampons (maintien du microclimat des hêtraies denses) et les objectifs de conservation Natura 2000 qui demandent une réduction de ce capital sur pied. Pour rappel, le capital sur pied ou surface terrière est la surface de la section d'un arbre mesurée à 1,30m du sol. Cet indicateur donne une bonne idée de la densité des peuplements. Maintenir une forte densité de peuplement peut maintenir un certain niveau de fraîcheur au sol mais peut aller à l'encontre des objectifs Natura 2000 où une plus faible densité favorisera la pousse d'autres espèces. Sous l'angle du changement climatique, les mesures de gestion préconisées pour les sites UNESCO sont plus favorables que celles préconisées pour les sites NATURA 2000. Sous l'angle de la biodiversité, c'est l'inverse. Il faudra donc voir où mettre le curseur à l'avenir pour rendre ces deux objectifs (biodiversité et atténuation des changements climatiques) compatibles.
- Antagonisme entre la gestion douce en futaie irrégulière par pied menée par Bruxelles Environnement par rapport à la gestion en futaie irrégulière par paquets qui implique des trouées de 30 ares ou plus qui affectent l'ambiance forestière dans la zone tampon) et nécessité d'harmoniser les pratiques au niveau des 3 régions. En effet, la Région Bruxelloise utilise les trouées naturelles (lors de chablis par exemple) pour introduire un nombre limité de nouvelles espèces (gestion par pied) tandis que, en Région Flamande, des grandes éclaircies sont opérées (30 ares ou plus) pour replanter d'autres espèces. Ces deux pratiques pour un même massif mériteraient d'être harmonisées.

## Exploiter les opportunités

- La fondation forêt de Soignes assume depuis 2020 le secrétariat UNESCO pour les forêts primaires et anciennes de hêtres des Carpates et d'autres régions d'Europe et ce pour une période de quatre ans ce qui lui donne l'opportunité de mettre sur la table certaines propositions d'optimisation des pratiques de gestion des hêtraies
- La fondation Forêt de Soignes coordonne actuellement un nouveau projet européen LIFE (projet LIFE Prognose - <https://lifeprognoses.eu/> ). Ce projet vise à mieux étudier les services écosystémiques (focus récréation/tourisme) rendus par les vieilles hêtraies.
- La forêt de Soignes dispose d'un schéma de structure de la forêt de Soignes qui vise à harmoniser les pratiques des gestionnaires au sein des 3 régions que couvrent le massif. Il convient d'utiliser pleinement ce schéma de structure et la dynamique qui est derrière pour promouvoir et disséminer ce diagnostic et actions en vue de lutter contre les effets du changement climatique.

# QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DU PATRIMOINE NATUREL ?

---

## Caractérisation du patrimoine naturel

### Une dominante qu'est la hêtraie

La forêt de Soignes est composée d'une mosaïque de milieux différents. 1490 ha sont par ailleurs en habitat prioritaire. Pour les milieux forestiers, 3 habitats sont bien représentés à savoir les hêtraies acidophiles (9120), hêtraies de l'Asperulo-Fagetum (9130) les chênaies-charmaies (9160) et les forêts alluviales (91E0). Pour les milieux ouverts, ceux-ci comprennent des prairies maigres, prairies à crénelle, prairies à *Caltha palustris*. Pour les milieux humides, ceux-ci comprennent les lacs eutrophes, les mégaphorbiaies, les forêts alluviales, les roselières et magnocaricaies. Bien que la forêt de Soignes couvre les 3 régions (wallonne, flamande et Bruxelloise), la portion de forêt située en Région Bruxelloise (1665 ha) est une forêt péri-urbaine et constitue un véritable poumon vert pour la ville/région de Bruxelles qui compte actuellement plus de 11 millions d'habitants.

### Un patrimoine sol exceptionnel et une étonnante diversité pour une forêt urbaine

La forêt de Soignes n'a jamais été cultivée. Les sols n'ont ainsi jamais été perturbés. C'est un patrimoine remarquable dont les caractéristiques actuelles remontent à l'ère glaciaire et qu'il convient de protéger.

Les sols limoneux à présence d'un Fragipan sont uniques au niveau mondial. Le Fragipan est un horizon perduré présent dans les sols limoneux en forêt de Soignes présentant des fissures à partir d'une profondeur de 30 cm. La présence de ce fragipan date d'il y a plus de 10.000 ans. Les sols non labourés en forêt de Soignes ont maintenu ces caractéristiques quasi intactes avec un effet sur l'enracinement des arbres. La photo suivante montre la présence de cet horizon perduré avec une présence de fissures à partir d'une profondeur de 30 cm. Les racines des arbres ne peuvent passer que via ces fissures, ainsi que l'eau qui y percole.



La forêt de Soignes présente également une diversité de milieux et une richesse en espèces étonnante pour une forêt urbaine. On dénombre 539 espèces de plantes supérieures et fougères dont soixante sont identifiées comme espèces rares. La Forêt de Soignes est la plus riche forêt du Benelux en bryophytes avec 195 espèces recensées. Pour les mammifères, on dénombre 52 espèces observées dont 18 chiroptères (la Belgique en compte 24) qui ont grandement contribué au classement Natura 2000. Le chevreuil est le plus grand herbivore avec plus de 150 individus. Le nombre de sangliers est également en expansion. On dénombre 132 espèces d'oiseaux en forêt de Soignes dont Autour des palombes, épervier, bondrée apivore, faucon hobereau, pic mar et pic noir. On note aussi l'observation de 786 insectes différents avec dans les

réserves forestières intégrales au sein du massif une diversité comparable avec celle retrouvée dans d'autres anciennes hêtraies ailleurs en Europe. Les papillons de nuit (320 espèces) et les coléoptères (168 espèces) sont les plus nombreux, parmi lesquels le Lucane cerf-volant. Pour les arachnides, on note la présence de 137 espèces dont une espèce unique pour la Belgique et plusieurs espèces rares.

## Méthodologie

### Faire remonter les observations du terrain

Le nouveau plan de gestion multifonctionnel de la forêt de Soignes intègre déjà des mesures pour anticiper les changements et les impacts attendus et liés au changement climatique. C'est une réponse directe aux changements climatiques observés par nos forestiers et autres experts sur le terrain. L'analyse de la vulnérabilité a synthétisé ces premiers retours.

### Analyser un nombre limité d'éléments représentatifs de la forêt de Soignes

Nous avons opté pour choisir un nombre limité d'éléments naturels étudiés à savoir les habitats Natura 2000 les plus représentatifs (hêtraie acidophile (9120) et chênaie-charmaie (9160)), la pédologie et la ressource en eau. Ce choix a été fait sur base de la disponibilité des données au sein du réseau d'experts de Bruxelles Environnement. Il nous a en effet été impossible, faute de temps et de moyens, d'étudier tous les milieux et espèces pris individuellement faute de monitoring poussé par site et faute de suffisamment de retour sur l'impact que le climat peut avoir sur tous ces milieux et espèces.

Les éléments étudiés sont ainsi les plus représentatifs et caractéristiques de la forêt de Soignes.

# Résultats de l'analyse de vulnérabilité du patrimoine naturel existant

## Anticiper l'accélération des changements

De manière générale pour les habitats Natura 2000 présents, le monitoring des habitats Natura 2000 nous montre une faible présence des espèces clés dans les habitats (exemple des espèces clés de l'habitat 9120 que sont les hêtraies acidophiles) ce qui ne renforce pas l'état de conservation favorable des habitats. Les espèces sont toutes là dans le massif, mais souvent peu abondantes et assez locales. Le « pourquoi » est à étudier par exemple en comparant des zones 9120 avec beaucoup d'espèces clef avec des zones sans selon différents critères abiotiques – azote/phosphate/lumière/compaction sol....

L'augmentation des températures, en plus d'avoir une action sur la croissance des arbres, agit aussi sur le cycle de développement des ravageurs (exemple de l'Ips typographe qui affectionne les températures élevées et les faibles précipitations).

Plus spécifiquement pour les différents éléments étudiés :

### Hêtraies

- Régression inéluctable de la hêtraie
- Disparition du hêtre des plateaux à l'horizon 2100 et maintien des hêtres dans les vallons au sol plus frais pour autant que ceci n'est pas en contradiction avec les objectifs N2000 dans ces vallons
- Affaiblissement du hêtre et vulnérabilité accrue aux maladies, pathogènes et ravageurs dû aux hivers plus doux
- Phénomène dit de « descente des cimes » en augmentation.



Illustration de la descente de cime du hêtre

- Sensibilité accrue du hêtre aux stress hydriques et à la compaction des sols (sur-fréquentation de certaines aires avec tassements des sols et mise à nu des racines), pollutions atmosphériques, phénomènes extrêmes dont tempêtes (augmentation du nombre de chablis vu l'enracinement superficiel), sensibilité aux gelées tardives.
- Pas de possibilité pour le hêtre de monter en altitude vu l'altitude moyenne faible de la forêt de Soignes (inférieure à 100m).

### Chênaie

- Sensibilité accrue du chêne pédonculé par rapport au chêne sessile. Le chêne pédonculé n'est plus en station
- Sensibilité du chêne sessile aux sols engorgés.
- Est-ce que le chêne sessile est vraiment l'essence clé ?
- Compétition renforcée avec d'autres espèces (érables, châtaigniers, autres) nécessitant une gestion ad-hoc (mesures parfois impopulaires)
- Antagonisme avec la libre évolution actuelle de nos forêts. Le hêtre est encore l'essence dominante dans nos forêts tempérées.
- Milieux plus dynamiques que les hêtraies donc plus difficiles à gérer (plus d'apports de lumières et arrivées invasives)
- Questionnement sur les provenances du chêne aux origines multiples en comparaison au hêtre (provenance plus locale). Est-ce souhaitable ?
- Anticiper les pénuries en approvisionnement en chêne dont sessile vu le nouvel engouement des forestiers pour cette nouvelle espèce

### Éléments abiotiques

- Sols limoneux sont très sensibles à la compaction liée au passage d'engins lourds mais aussi à la sur-fréquentation du massif. Compaction non généralisée car canalisation forte du public sur sentiers et portes d'entrée de la forêt de Soignes en cours de développement. Pour maintenir des peuplements de qualité, il faut au maximum limiter le tassement des sols via engins forestiers.
- Notons que la compaction du sol trouve aussi une origine non anthropique (cas du « Fragipan » de la forêt de Soignes). Ce Fragipan est parfois présent dès 30/40cm de profondeur et correspond à une couche de limon dense dans laquelle les racines ne peuvent pénétrer sauf quand des fissures sont présentes. Ce Fragipan peut donc aussi expliquer les chablis réguliers observés durant les épisodes de tempêtes (épisodes récurrents et en augmentation) pour les arbres n'ayant pas un enracinement profond. Phénomène qui pourrait encore être accéléré avec le réchauffement climatique vu l'affaiblissement des arbres sur le long terme.
- La nappe des sables du Bruxellien tend à baisser depuis 2004. Les étangs bruxellois étant en équilibre avec la nappe, la piézométrie générale des étangs subit cette baisse. La dépendance des étangs aux eaux de surface et de ruissellement est croissante alors que les bassins versants effectifs sont fortement réduits par rapport à leur surface originelle, ce qui diminue également l'alimentation des étangs par cette eau de surface (Bruxelles Environnement, 2022). Ces nappes phréatiques baissent et ressortent de plus en plus bas dans les vallées et cela laisse les étangs amonts orphelins. Comme l'étang du Fer à Cheval par exemple (qui est régulièrement alimenté par des lâchers d'eau de Vivaqua, au détriment de la biodiversité selon nos experts « eau »). L'impact est important pour les milieux humides et espèces liées. La nappe phréatique est cependant pour la plupart de la forêt hors zone racinaire. C'est donc la pluviosité et l'enracinement des arbres qui sont les facteurs critiques quant à leur croissance et leur résistance aux effets du changement climatique.

- Les modifications des conditions physico-chimiques des étangs liées à l'eutrophisation et au réchauffement climatique, provoquent des modifications du compartiment biologique, des changements dans les dynamiques saisonnières du plancton, une chute des concentrations en oxygène des conditions d'habitats des zones profondes, et la perturbation des périodes de développement d'espèces-clés pour les populations piscicoles. Ces changements ont des effets en cascade sur les autres maillons des réseaux trophiques. Les étangs constituent ainsi des sentinelles face aux potentielles crises écologiques à venir. (Bruxelles Environnement, 2022)
- Une amélioration de l'hydromorphologie permettra aux étangs d'être plus résilients aux changements climatiques et hydriques. (Bruxelles Environnement, 2022)

## Exploiter les opportunités

### Hêtraies

- Régénération naturelle du hêtre accélérée depuis 2005 (fainées bisannuelles 3 fois plus abondantes depuis 2005)
- Adaptation phénotypique du hêtre en cours et à venir (débourrement plus précoce, sénescence des feuilles plus tardive) ce qui augmente la saison de végétation. Cet avantage peut néanmoins être contrebalancé par les gelées tardives et par les périodes de sécheresse qui provoquent une sénescence précoce.
- Adaptation génotypique potentielle à venir?
- Les projets de reconnexion des hêtraies dans une logique de parc naturel reconnectant différents massifs forestiers (Bois de Hal, forêt de Soignes, Forêt de Meerdael)

### Chênaie

- Développement de nouvelles filières de multiplication via sociétés externes ou sur site BE

### Eléments abiotiques

- Meilleur accès aux nutriments. (évolution du pH en lien potentiel avec la diminution du dioxyde d'azote = plus de mycorhizes en bon état = accélération de l'apport de nutriments)
- Le Fragipan est une force si les arbres arrivent à s'ancrer dedans et si les racines arrivent à passer via les fissures jusqu'au loess calcaire en-dessous de ce fragipan + fertilité.

# Résultats de l'analyse des nouveaux arrivants

## Les récents retours des forestiers

Le changement climatique aura certainement comme effet que des espèces non-indigènes s'installent de façon naturelle (migration naturelle des espèces). Celles-ci ne sont pas forcément invasives (exemple du tabac d'Espagne (*Argynnis paphia*) dont l'actuelle abondance peut trouver une explication dans le réchauffement climatique). Des études complémentaires sont donc à mener à ce sujet.

Notre analyse des nouveaux arrivants est donc incomplète faute d'étude et d'un monitoring ad-hoc. Ce sera d'ailleurs une des pistes d'actions du plan d'action Natur'Adapt.

Bruxelles Environnement achète les données issues des sciences participatives. Pour les nouveaux arrivants (incluant les invasives), ces données sont reprises sur le site <https://observations.be/species/invasieve-exoten>. Ces données viennent compléter les données issues du schéma de monitoring officiel mis en place par BE. Ce schéma de monitoring officiel ne permet cependant pas d'avoir un suivi rapproché par site. Les sciences participatives sont et seront donc un précieux allié pour nous alimenter dans le suivi des espèces par site en ce compris les nouveaux arrivants.

Seules quelques observations, sans valeur scientifique, sont reprises ci-dessous. Ces observations traitent plus des espèces non indigènes et invasives (IAS ou EEE), sans lien spécifique avec le changement climatique.

Cette partie est donc de loin la moins approfondie faute de données.

- Possible accélération du développement de certaines espèces (*Prunus serotina*, *Phytolacca sp.*)
- Pollution récurrente via déversements illicites de déchets des jardins (lamier jaune (*Lamium galeobdolon 'Florentinum'*), jacinthe espagnole (*Hyacinthoides hispanica*) qui s'hybride avec notre jacinthe des bois dans Habitat 9130)
- Les écrevisses invasives, qui par le biais d'eaux connectées peuvent se retrouver dans des réserves naturelles ou protégées comme la forêt de soignes. Même histoire pour les plantes ripicoles ou aquatiques qui peuvent être amenées par des oiseaux ou d'autres moyens. La *Fallopia japonica*, plante très invasive, par exemple, a déjà été détectée en forêt de soignes.
- Développement important du fraisier des Indes (*Duschesnea indica*).
- Le Tamia (*Tamias sibiricus*) est déjà bien présent
- L'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*) est une menace potentielle
- Le Raton laveur (*Procyon lotor*) est une menace potentielle et déjà observé en forêt de Soignes

A côté de ces observations du terrain, il ne faut pas sous-estimer l'augmentation du risque d'agents pathogènes exotiques liés à la mondialisation ni le développement et la dispersion rapide et soudaine de certains pathogènes déjà présents sur site mais qui attendent de meilleures conditions climatiques pour se développer. Le changement climatique pourrait leur apporter ces meilleures conditions.



## Une législation IAS et un monitoring de certaines espèces IAS à venir

En ce qui concerne les invasives, actuellement, il existe plusieurs réglementations à différents niveaux qui obligent les gestionnaires à prendre des mesures pour contrôler les populations d'espèces exotiques envahissantes.

A ce titre, la Belgique est tenue de lutter contre un certain nombre d'espèces exotiques envahissantes en application du règlement européen N° 1143/2014: <https://www.iasregulation.be/fr/124/>

Lorsque nous parlons de mesures de gestion des espèces exotiques envahissantes dans la politique de la nature, une approche réfléchie est requise basée sur des évaluations de l'impact de ces espèces sur les populations indigènes. Chaque espèce, et souvent aussi chaque population d'une espèce, est évaluée pour décider de la mesure de gestion à prendre. Cela peut aller de l'éradication de l'espèce à la tolérance de populations déjà largement réparties, et tout ce qui se trouve entre les deux.

Bruxelles Environnement est « lead partner » d'un vaste projet LIFE sur la question des invasives. Dans ce projet, les autorités belges s'associent afin d'optimiser la gestion des espèces exotiques envahissantes en bordure de rivières et dans les étangs par-delà les frontières régionales. Ce projet est rendu possible grâce au cofinancement de l'Union européenne dans le cadre du programme LIFE. Ce projet servira à avoir une meilleure connaissance des espèces invasives et des moyens de lutte que les gestionnaires des bassins versants doivent mettre en place. Plus d'infos : <http://www.riparias.be/fr>

# RÉCIT PROSPECTIF DE NOM DE L'AIRE PROTÉGÉE SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## Synthèse de la vulnérabilité pour les principaux objets étudiés

### Analyse croisée de la vulnérabilité

Le projet Life Natur'Adapt propose une méthodologie intéressante de l'analyse de la vulnérabilité des objets étudiés selon la matrice suivante :

		Capacité d'adaptation globale (7)			
Sensibilité intrinsèque (1)	Exposition au CC (3)	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Forte	Défavorable	Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne
Moyenne		Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
Faible		Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité faible
Forte	Neutre	Indifférent	Indifférent	Indifférent	Indifférent
Moyenne					
Faible					
Faible	Favorable	Opportunité faible	Opportunité faible	Moyennement opportuniste	Opportunité forte
Moyenne		Opportunité faible	Opportunité moyenne	Opportunité forte	Opportunité très forte
Forte		Opportunité moyenne	Opportunité forte	Opportunité très forte	Opportunité très forte

### La synthèse de la vulnérabilité des différents objets étudiés

Le travail d'analyse et d'identification de la vulnérabilité des différents objets étudiés a été réalisé principalement avec les gestionnaires forestiers de la forêt de Soignes car disposant d'une grande expertise en la matière, mais aussi à partir d'exemples inspirants en provenance des autres régions et pays dont celui de la forêt de la Massane - site pilote du Life Natur'Adapt – et confronté aux mêmes questionnements que nous sur l'avenir de la hêtraie, même si les conditions géomorphologiques et climatiques sont fort différentes. En concertation avec les gestionnaires forestiers de la forêt de Soignes, et en appliquant cette matrice au cas de la forêt de Soignes, on obtient le tableau synthétique ci-dessous.

Les codes couleurs utilisés sont les suivants :

	Nulle
	Faible
	Moyenne
	Forte
	Très forte

Objet	E	S	A	V	Commentaires
<b>Hêtraie acidophile (Habitat N2000 - 9120)</b>					La hêtraie va inévitablement se réduire au profit d'autres espèces et faciès. Le dépérissement des hêtres est visible. Le phénomène dit de « descentes de cimes » est visible. Des études complémentaires sont à mener sur une potentielle adaptation phénotypique (plasticité phénotypique) voir génotypique des hêtres. La migration latitudinale est possible mais limitée vu le morcellement des territoires (migration vers le nord). La migration altitudinale est impossible et les phénomènes climatiques extrêmes à venir vont accélérer l'affaiblissement des hêtres favorisant les attaques parasitaires.
<b>chênaies charmaies (Habitat N2000 - 9160 - focus chêne pédonculé)</b>					Le chêne pédonculé semble atteindre ses limites au profit d'autres espèces du même genre dont le chêne sessile.
<b>Pédologie (sols) - compaction</b>					<p>Au-delà d'une potentielle hausse de la fertilité des sols (à vérifier via études plus poussées sur les effets du CC sur la fertilité des sols), les limons acides caractéristiques de la forêt de Soignes sont très sensibles surtout que la pédofaune est naturellement quasi inexistante voire nulle. La compaction a donc un effet encore plus dommageable sur celle-ci. Le principal facteur impactant les sols est la compaction liée à l'activité forestière suivi d'une augmentation attendue de la fréquentation malheureusement pas toujours respectueuse de la forêt par le grand public dans les années à venir. Pour ce dernier point, il « suffit » d'obliger le public à rester sur les chemins et, en ce qui concerne l'exploitation forestière, dans certains cas, il serait préférable de ne plus autoriser la circulation d'engins lourds même sur un cloisonnement d'exploitation et analyser les solutions alternatives existantes pour une exploitation plus durable de la forêt (traction chevaline, téléphérage voir abandon de l'exploitation).</p> <p>Il convient à tout prix de maintenir ce patrimoine remarquable dont les caractéristiques géomorphopédologiques actuelles remontent à l'ère glaciaire.</p>
<b>Nouveau arrivants dont IAS (invasives)</b>					Grande vigilance requise face au développement visible et attendu des espèces exotiques envahissantes vu leur grande capacité d'adaptation mais aussi par le fait que leur développement peut être renforcé par le réchauffement climatique. Suivi et études plus poussées manquantes.
<b>Éléments abiotiques (H<sub>2</sub>O)</b>					Diminution des hauteurs des nappes observées.
<b>Gestion Forestière</b>					Le nouveau plan de gestion de la forêt intègre déjà les nouvelles mesures de gestion face au changement climatique. Il conviendra d'aller encore plus vite dans l'adaptation

					des mesures de gestion et de sensibiliser le monde forestier à cette nécessaire évolution.
Objet	E	S	A	V	Commentaires
<b>Tourisme et services écosystémiques rendus aux citoyens</b>					Il convient de maximiser encore plus les services écosystémiques rendus par la forêt. Les attentes des citoyens vis-à-vis des espaces verts au sens large est en constante augmentation (besoin de reconnexion à la nature, pression sur les espaces verts surtout en période de canicule ou pandémie). Une étude universitaire est en cours pour mieux mesurer les services écosystémiques rendus (focus récréation/tourisme) par les vieilles hêtraies (projet LIFE Prognose - <a href="https://lifeprognoses.eu/">https://lifeprognoses.eu/</a> ). La pression touristique sur la forêt de Soignes est grandissante avec tous les impacts liés à cette pression (dégradation des milieux, dérangement des espèces, compaction, etc.).

## Le récit prospectif

Le réchauffement climatique est là et s'accroîtra dans le futur comme le démontrent les prévisions climatiques. L'impact de ce réchauffement sur la forêt de Soignes est déjà bien visible et s'accroîtra.

Les faciès actuels de la forêt de Soignes vont changer. La hêtraie dite cathédrale est vouée à régresser au profit d'une forêt inéquienne et diversifiée dans ses essences.

C'est un véritable changement de paradigme qui est occupé à s'opérer au sein du monde forestier tant la vitesse des transformations attendue est rapide et l'adaptation des pratiques demandées va encore s'accroîtrer même si le but premier de la forêt de Soignes n'était déjà pas la production de bois.

Le changement attendu s'opère déjà comme le montre les deux photos avant/après ci-dessous.



Avant : Forêt équienne mono-spécifique



Après : Forêt inéquienne en voie de diversification

# CONCLUSION

---

Le nouveau plan de gestion de la forêt de Soignes de 2019 intègre déjà les nouvelles mesures de gestion face au changement climatique. Il conviendra d'aller encore plus loin et plus vite dans l'adaptation des mesures de gestion à l'horizon des 10 ans à venir dans le respect de la forêt.

Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité a permis d'identifier les modifications attendues pour différents objets comme les activités humaines, les pratiques de gestion appliquées et l'impact attendu du changement climatique sur certains milieux naturels (Habitats Natura 2000 et éléments abiotiques).

Le suivi des impacts du changement climatique sur la forêt (adaptation phénotypique potentielle, évolution pédologique, etc.) ainsi que le suivi plus rapproché de l'impact des nouveaux arrivants est à planifier au travers d'études complémentaires et par la mise en place d'un monitoring plus poussé à l'échelle « micro ».

Ce diagnostic a inévitablement remis sur la table la question de l'acceptation des nouveaux arrivants et du changement inéluctable attendus pour différents écosystèmes dont l'emblématique hêtraie cathédrale. Ce diagnostic peut être une bonne base pour ré-ouvrir un dialogue avec l'ensemble des utilisateurs de la forêt au sujet de la politique bruxelloise à définir face à ces nouveaux arrivants (lutte, acceptation, facilitation de certaines espèces voire oser le débat sur la translocation d'espèces).

Les changements attendus sont aussi sources d'opportunités qu'il conviendra d'exploiter aussi bien en termes d'évolution naturelle (fainée naturelles plus abondante par exemple) que sociales et économiques (développement d'une filière bois locale, nouveaux métiers comme les stewards, développement de nouvelles activités de détente (sylvo-thérapie), etc.).

# LISTE DES ACRONYMES

---

**IRM** : Institut Royal Météorologique

**CGBN** : Coordination Group for Biodiversity and Nature

**ZSC** : Zone Spéciale de Conservation

**UNESCO** : Organisation des Nations Unies pour la Science, l'éducation et la culture

**FSC** : Forest Stewardship Council

**CoBAT** : Code Bruxellois de l'Aménagement du Territoire

# GLOSSAIRE

---

## **Natura 2000**

L'Union européenne a adopté deux directives la Directive Oiseaux (1979) et la Directive Habitats (1992) qui constituent la base d'un vaste réseau écologique : le réseau Natura 2000.

## **Fragipan**

Horizon perduré présent dans les sols limoneux en forêt de Soignes présentant des fissures à partir d'une profondeur de 30 cm

## **Forêt inéquienne**

Futaie composée d'arbres de différents âges



# BIBLIOGRAPHIE

---

Bruxelles Environnement. (2022). *Plan de gestion de l'eau*.

Muys, V. K. (2012). Radial growth change of temperate tree species in response to altered regional climate and air quality in the period 1901–2008. *Climatic Change (2012) 115:343–363*.

Stéphane Vanwijnsberghe, F. V. (2020, Juin). Un nouveau plan de gestion pour la forêt de Soignes. *Forêt&Nature*, p. 14.

ULg – GxABT. (2009). *Etude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes (Zone bruxelloise) dans le contexte du changement climatique*.

ULg – GxABT. (2015). *Analyse de l'influence du changement climatique sur la croissance du hêtre en forêt de Soignes*.



[naturadapt.com](http://naturadapt.com)

**Le projet LIFE Natur'Adapt** vise à intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés européens. Coordonné par Réserves Naturelles de France, il s'appuie sur un processus d'apprentissage collectif sur 5 ans (2018-2023), autour de trois axes :

- L'élaboration d'outils et de méthodes opérationnels à destination des gestionnaires d'espaces naturels, notamment pour élaborer un diagnostic de vulnérabilité au changement climatique et un plan d'adaptation ;
- Le développement et l'animation d'une communauté transdisciplinaire autour des espaces naturels et du changement climatique ;
- L'activation de tous les leviers (institutionnels, financiers, sensibilisation...) nécessaires pour la mise en œuvre concrète de l'adaptation.

Les différents outils et méthodes ont été expérimentés sur six réserves partenaires du projet, puis revus et testés sur 15 autres sites, avant la dernière phase de déploiement aux échelles nationale et européenne.

## Coordinateur du projet



Grâce au soutien financier de



Contact : [naturadapt@rnfrance.org](mailto:naturadapt@rnfrance.org) / 03.80.48.91.00

## Partenaires engagés dans le projet



## Financeurs du projet



The Natur'Adapt project has received funding from the LIFE Programme of the European Union