

Université Libre de Bruxelles
Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire
Faculté des Sciences
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

**"Gestion forestière et *Ips typographus* : Une crise survenue en 2018
Étude de cas de la France, Belgique, Allemagne et Autriche"**

Mémoire de Fin d'Études présenté par
Thomas, POTTIER
en vue de l'obtention du grade académique de
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement
« Finalité Gestion de l'Environnement M-ENVIG »

Année Académique : 2021-2022

Directeur : Prof. Jean-Michel Decroly

Co-Promoteur : Jean-Claude Grégoire

Remerciements

À Monsieur Jean-Michel Decroly, Directeur de ce mémoire,

Pour avoir accepté de diriger ce Travail de Fin d'Étude.

À Monsieur Jean-Claude Grégoire, Co-promoteur du mémoire,

Pour son investissement durant l'encadrement de ce Travail de Fin d'Étude.

À toutes les personnes qui ont accepté de participer à ce projet,

Pour leur bienveillance.

À mes proches,

Pour leur soutien.

Résumé

La crise du scolyte de l'épicéa (*Ips typographus*) qui a débuté en 2018 a surpris l'ensemble du secteur après une augmentation soudaine des attaques sur l'épicéa commun (*Picea abies*), empêchant la mise en place d'une gestion conventionnelle, alors moins efficace. La communication entre les pays européens sur les solutions à la crise ayant fait défaut, fait confirmé ultérieurement par un entretien avec l'agent DSF-1, l'objectif de cette étude est de centraliser les étapes manquantes et problématiques, leurs solutions potentielles et les réponses politiques engagées dans la lutte et le reboisement post-crise en France, Belgique (Wallonie), Allemagne et Autriche par le biais d'entretiens avec des professionnels forestiers et chercheurs en entomologie. Le sujet n'ayant fait l'objet que d'une seule enquête (Sénécal et al., 2020) sur les questions de crise, cette enquête permet de porter un regard neuf sur la situation et les avancées un an et demi après la première. Cependant, d'autres enquêtes seront nécessaires pour clore le sujet. Pour des raisons financières et techniques, les étapes qui se sont avérées les plus problématiques sont l'évacuation, le transport et le stockage du bois. L'absence de certaines mesures comme l'incinération, l'écorçage et l'utilisation d'insecticides semble également avoir limité la capacité à contenir les épidémies d'insectes. En réponse à ces problèmes, les états et les organisations forestières ont mis en place des réglementations. Dans un deuxième temps, les États ont profité de la crise COVID-19 pour mettre en place des plans de reboisement et d'adaptation de la filière-bois, ainsi que des projets de gestion des scolytes, qui leur permettront à l'avenir de limiter les effets néfastes des ravageurs forestiers sur le territoire européen dans le contexte du changement climatique, en s'appuyant sur différents axes d'action : l'adaptation au changement climatique, la prise en compte de la biodiversité et de la durabilité dans la gestion forestière, et la modernisation de la gestion forestière et de la filière-bois.

Abstract

The spruce bark beetle (*Ips typographus*) crisis that started in 2018 took the whole sector by surprise after a sudden increase in attacks on common spruce (*Picea abies*), which prevented the implementation of conventional, then less efficient, management. As communication between European countries on the solutions to the crisis was lacking, later confirmed by an interview with the DSF-1 agent, the objective of this study is to centralize the missing and problematic steps, their potential solutions, and the political responses engaged in post-crisis control and reforestation in France, Belgium (Wallonia), Germany, and Austria through interviews with forestry professionals. As the subject has only been the subject of one survey (Sénécal et al., 2020) on crisis issues, this survey provides a fresh look at the situation and progress one and a half years after the first. However, further surveys will be needed to bring the subject to a close. For financial and technical reasons, the stages that proved to be the most problematic were timber evacuation, transport, and storage. The lack of certain measures like incineration, debarking, and the use of insecticides seems to have limited the capacity to contain insect outbreaks. In response to these problems, states and forestry organizations have put in place regulations. In a second phase, the states used the COVID-19 crisis to implement reforestation and adaptation plans for the timber industry, as well as bark beetle management projects, which will allow them to limit the adverse effects of forest pests on European territory in the context of climate change in the future, based on various lines of action: adaptation to climate change, the inclusion of biodiversity and sustainability in forest management, and modernization of forest management and wood sector.

Table des matières

Remerciements.....	2
Résumé.....	3
Abstract.....	4
Liste des abréviations.....	8
I. Introduction.....	9
Méthodologie.....	11
II. Revue de la littérature.....	12
A. L'Europe, ses forêts et les problématiques qui s'y rattachent.....	12
1. Menaces.....	12
2. Les sécheresses et incendies.....	12
3. Le glissement des aires climatiques.....	13
4. Impacts sur les écosystèmes forestiers.....	14
B. Le changement climatique et les ravageurs forestiers.....	14
1. Taille des populations.....	15
2. Aires de répartition.....	15
3. Coïncidence phénologique.....	15
4. La sécheresse.....	16
5. Les tempêtes.....	16
C. Une étude un an après le début de la crise.....	16
1. Présentation de l'étude.....	16
2. Des problèmes inhérents à la crise relevés en 2019.....	17
3. Une limite de temporalité.....	17
III. Les acteurs biologiques de la crise, <i>Picea abies</i> et.....	18
Ips typographus.....	18
A. Présentation de <i>Picea abies</i>	18
1. Description physique.....	18
2. Distribution naturelle et cultivée.....	19
B. Présentation d' <i>Ips typographus</i>	19
1. Son cycle de développement.....	20
2. Effet de la température sur le typographe.....	20
3. Distribution.....	21
C. Les symptômes de colonisation.....	21
IV. Gestion d' <i>Ips typographus</i> , prévention, gestion courante et épidémique.....	22
A. La prévention.....	22
B. La gestion courante.....	22
C. Gestion épidémique.....	23
V. Les problématiques de la gestion de crise.....	24
A. Les États et la filière bois.....	24
1. Un retard pris dès le début de la crise.....	24
2. Task force « scolytes » en Région wallonne.....	24
3. L'Autriche et l'Allemagne, des États fédéraux.....	25
4. Les États, les propriétaires et la forêt.....	26
B. Une gestion aux antipodes des recommandations traditionnelles.....	27
1. Une détection précoce difficile et partielle.....	27
2. Des étapes manquantes.....	28
3. Une absence de priorité en début de crise, arbres rouges et lisières.....	30
4. Exploitation de arbres verts non-scolytés, témoignage de la peur des propriétaires.....	31
C. Évacuation et transport des bois.....	32

1. Un manque de synchronisation et d'évacuation au sein de la filière ?.....	32
2. Un manque de moyens financier.....	32
3. Un manque de moyens humains et techniques.....	33
4. L'Autriche, un cas particulier.....	34
D. Stockage et piégeage.....	34
1. Un stockage difficilement réglementaire.....	34
2. Qu'est-ce qu'un piège à scolytes ?.....	35
3. Efficacité et déploiement du piégeage.....	35
4. Quels autres inconvénients ?.....	36
E. Quel avenir pour <i>Picea abies</i> et la sylviculture ?.....	37
1. <i>Picea abies</i> , une essence à l'avenir incertain.....	37
2. Quelles essences à l'avenir ?.....	37
3. Épicéa ou non, pourquoi cette dichotomie ?.....	39
4. Une sylviculture plus naturelle.....	39
VI. La réponse des États, plans, programmes et projets.....	41
A. Le reboisement post-crise.....	41
B. La Recherche et le Développement (R&D).....	43
C. Modernisation de la filière-bois.....	46
D. La durabilité et biodiversité.....	48
E. La communication au sein de la filière.....	50
F. Le projet Debarking Heads, un projet allemand et autrichien.....	51
1. Présentation du projet.....	51
2. Premier constat du projet.....	51
Bibliographie.....	61
Annexes.....	71
Annexe n°1 : Photographie du stockage de bois à proximité d'une pinède dans le sud-ouest de la France.....	71
Annexe n°2 : Photographie des insectes attrapés dans les pièges à scolytes, dans le sud-ouest de la France.....	72
Annexe n°3 : Essences à l'étude en Belgique.....	73
Annexe n°4 : Essences à l'étude dans l'arboretum de Wuppertal.....	74
Annexe n°5 : Atouts et faiblesses des essences forestières.....	76
Annexe n°6 : Questionnaire des interviews.....	78
Annexe n°7 : Liste des répondants à l'enquête du mémoire.....	79

Index des tableaux

<i>Tableau n°1 : Description physique des organes de Picea abies.....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau n°2 : Symptômes de colonisation d'Ips typographus.....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau n°3 : La gestion préventive, les actions et leur(s) rôle(s).....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau n°4 : La gestion courante, les actions et leur(s) rôle(s).....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau n°5 : La gestion épidémique, les actions et leur(s) rôle(s).....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau n°6 : Organisation forestière, organismes, rôle et réglementation.....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau n°7 : Récapitulatif des leviers du projet d'investissement dans l'industrie du bois.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau n°8 : Étapes intermédiaires du « Plan National d'Action : Vieux Bois et Forêts Subnaturelles ».....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau n°9 : Tableau récapitulatif des organismes responsables du financement et de l'encadrement des plans et programmes politiques en réponse aux crises sanitaires forestières et les réglementation associées.....</i>	<i>53</i>
<i>Tableau n°10 : Tableau récapitulatif des projets français pour adapter la Forêt et la Filière-bois au changement climatique.....</i>	<i>54</i>
<i>Tableau n°11 : Tableau récapitulatif des projets belges pour adapter la Forêt et la Filière-bois au changement climatique.....</i>	<i>56</i>
<i>Tableau n°12 : Tableau récapitulatif des projets allemands pour adapter la Forêt et la Filière-bois au changement climatique.....</i>	<i>57</i>
<i>Tableau n°13 : Atouts et faiblesses des essences forestières face au changement climatique.....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau n°14 : Liste des répondants à l'enquête sur la crise du scolyte de l'épicéa de 2018.....</i>	<i>79</i>

Liste des abréviations

BFW : Bundesforschungszentrum für Wald
(Centre fédéral de recherche_Département de la protection des forêts) (Autriche)

BMEL : Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Ministère fédéral de l'Alimentation et de l'Agriculture) (Allemagne)

CNPF : Centre National de la Propriété Forestière (France)

CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière (France)

DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques (France)

DNF : Département de la Nature et des Forêts (Belgique)

DSF : Département de la Santé des Forêts (France)

EPPO : European and Mediterranean Plant Protection Organization (Tous)

FEE : Fichier Écologique des Essences (Belgique)

FSC : Forest Stewardship Council (Tous)

GEFF : Groupement des Entomologistes Forestiers Francophones (France et Belgique)

IFFF : Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection (Institut d'entomologie forestière, de pathologie forestière et de protection des Forêts) (Autriche)

IGN : Institut Géographique National (France et Belgique)

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel (France)

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (France)

KWF : Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (Conseil pour le travail en forêt et la technique forestière) (Allemagne)

LiDAR : Light Detection and Ranging (France)

MAA : Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (France)

MFR : Matériel Forestier de Reproduction (France)

MTE : Ministère de la Transition Écologique (France)

ÖBF : Österreichische Bundesforste (Unité de conservation de la Nature Forestière aux Forêt Fédérale autrichiennes) (Autriche)

OEWB : Office Économique Wallon de Bois (Belgique)

ONF : Office National des Forêts (France)

OVSF : Observatoire Wallon de la Santé des Forêts (Belgique)

PEFC : Programme de reconnaissance des certifications forestières (Tous)

PEPR : Programmes et Équipements prioritaires de recherche (France)

PIA4 : 4eme Programme d'investissements d'avenir (France)

PNA : Plan National d'Action (France)

PPA : Peste porcine africaine (Belgique)

PSG : Plan Simple de Gestion (France)

SPW : Service Public de Wallonie (Belgique)

SRFB : Société Royale Forestière de Belgique (Belgique)

SRGS : Schéma Régional de Gestion Sylvicole (France)

I. Introduction

Les scolytes n'ont pas un historique récent, ces insectes ravageurs sont connus depuis longtemps. Des travaux réalisés sur leur biologie et leur écologie sont datés du début du 19ème siècle (Lévieux et al., 1985). Mais depuis le milieu du 20ème siècle, c'est un scolyte en particulier qui a inquiété le secteur forestier, le typographe (*Ips typographus*). Après les tempêtes Vivian et Wiebke de 1990, plusieurs millions de mètre-cubes de chablis ont été constaté en Europe et auront permis la pullulation du typographe. *Ips typographus* aura menacé 7.640.000 hectares de forêt dont environ 3.000.000 ont été référencés comme attaqués, à la suite des évènements météorologiques de 1990, durant la période 1990-2001 (Grégoire et Evans, 2004).

En 1999, les tempêtes Lothar et Martin sont venues moins de dix ans après Vivian et Wiebke frapper l'Ouest de l'Europe. En France c'est alors 89.000.000 de mètre-cubes de chablis de résineux qui sont recensés. Les arbres encore debout et en bonne santé verront la canicule de 2003 entacher leur résistance aux scolytes. Les 21.000.000 de mètre-cubes de chablis d'épicéa conduiront à une infestation de scolytes responsable de 2.100.000 à 3.150.000 mètre-cube d'épicéas scolytés (Nageleisen, 2009). Mais c'est depuis 2018, qu'*Ips typographus* a surpassé les crises précédentes à la suite de trois années de sécheresses, touchant toute l'Europe. En quatre années d'épidémie, le typographe est responsable de 14.500.000 de mètres-cubes d'épicéas scolytés en Autriche (BFW, 2020 ; BFW, 2021), 19.000.000 en France (DSF, 2021), 3.000.000 en Belgique (OEWB, 2021) et 130.000.000 en Allemagne (BMEL, 2021) selon les chiffres de la fin d'année 2021.

À la vue de l'absence de communication entre pays francophones (France et Belgique) et les pays germanophones (Allemagne et Autriche), il paraît adéquat de s'intéresser aux problématiques rencontrées lors de la gestion de crise, à leurs solutions et aux plans et programmes politiques qui en sont issus. Ainsi la problématique « Quelle gestion et quels programmes politiques pour les forêts européennes en réponse à la pullulation d'*Ips typographus* à la suite de conditions climatiques défavorable aux forêts ? » viendra guider et appuyer cette étude.

Pour traiter la problématique énoncée, des entretiens semi-directifs ont été menés avec les acteurs de la filière-bois, chercheurs-enseignants et des experts français, belges, autrichiens et allemands. Ces entretiens étaient sur base de la communication d'un questionnaire, dont plus de détails se situent dans la partie « Méthodologie ».

Lors de ma participation au Groupement des Entomologistes Forestiers Francophones (GEFF), sur invitation de mon co-promoteur de mémoire Jean-Claude Grégoire, un agent du Département de la Santé des Forêts (DSF-1), a signalé un manque de communication entre pays frontaliers confrontés à la crise sanitaire du scolyte.

Si le DSF a participé à un comité européen sur ce sujet, les informations principales discutées concernaient les dégâts subis pour les forêts et la filière-bois (DSF-1). Les réponses développées pour faire face aux problématiques de gestion et les orientations, plans et programmes choisis pour la forêt du « futur » n'étant pas abordés, l'agent du DSF a exprimé le fait qu'une communication accrue sur les points précédents aurait pu permettre d'éviter certaines problématiques rencontrées, en partageant une expérience de terrain avec des homologues étrangers.

Cette étude a pour objectif de venir centraliser et répertorier les informations sur les problématiques issues de la gestion, sur l'avis des acteurs de la filière et des chercheurs sur cette gestion et ses améliorations potentielles, venir informer les acteurs des plans, programmes et projets étranger liés à la crise du scolyte et définir les essences forestières à l'essai pour le reboisement post-crise dans un contexte de changement climatique, pour répondre à la demande de l'agent DSF-1. Dans cette optique, les choix de la France, de la Belgique, de l'Allemagne et de l'Autriche ont été fait.

Pour entamer l'approche du sujet, nous présenterons les relations majeures entre les forêts et le changement climatique à travers les menaces auxquelles elle est soumise, suivi des relations entre ravageurs et le changement climatique, afin de connaître les facteurs ayant influencer la pullulation d'*Ips typographus*.

Dans un second temps, je dresserai un portrait de l'épicéa commun (*Picea abies*) et d'*Ips typographus* de manière à connaître leur apparence, leur distribution, le cycle de reproduction du typographe et les symptômes engendrés par la colonisation des arbres hôtes.

Dans un troisième temps, je mentionnerai les étapes de la gestion des crises d'*Ips typographus*, leur description, leur utilité, et les modalités changeantes en cas de déclaration de phase épidémique, afin de cerner le travail fait par la filière-bois pour éviter la propagation de l'insecte.

Dans un quatrième temps, nous évoquerons les problèmes rencontrés par les filières-bois française, belge, allemande et autrichienne au travers des éléments mis en avant par les chercheurs, agents, experts, ingénieurs rencontrés, tout en exposant les mesures apportées en solution de ces problèmes.

Puis nous terminerons en abordant les réponses des États à travers les programmes, plans et projets qui sont réalisés ou en cours de réalisation pour rendre les forêts européennes et la filière-bois plus résilientes face aux ravageurs forestiers, pullulant dans le contexte du changement climatique.

Méthodologie

Pour répondre à la problématique avancée dans cette étude « Quelle gestion et quels programmes politiques pour les forêts européennes en réponse à la pullulation d'*Ips typographus* à la suite de conditions climatiques défavorable aux forêts ? », l'approche choisie correspond au début du travail à une étude du ravageur *Ips typographus*, de son hôte *Picea abies* et de la gestion du scolyte par l'intermédiaire de lectures d'articles scientifiques.

En prenant en considération les objectifs de l'étude, la centralisation des problématiques de gestion, des recommandations des acteurs de la filière-bois pour l'amélioration de la gestion, des plans et programmes politiques, une liste non-exhaustive des essences de reboisement dans le contexte du changement climatique, la méthode qui est apparue être la meilleure est celle du passage d'un questionnaire pendant les entretiens dans un but qualitatif. Les entretiens menés sont semi-directifs à réponses libres (Savoie-Zajc, 1997 ; Lincoln, 1995 ; Imbert, 2010) et supposent l'envoi du questionnaire en amont, permettant à l'interlocuteur de préparer ses réponses avant l'entretien, de répondre par écrit si l'interview n'est pas possible, ou de me conseiller un collègue plus qualifié sur le sujet. Les questions ouvertes et générales¹ posées et élaborées avec mon co-promoteur Jean-Claude Grégoire ont permis d'obtenir une vision assez large de la situation selon le rôle joué par le répondant dans la gestion ou la recherche sur le scolyte de l'épicéa. Chaque interlocuteur avait la possibilité de mettre en avant les éléments qu'il jugeait plus importants et plus révélateurs de la crise.

L'analyse des données se fait par une approche thématique, les acteurs ayant des rôles différents, le choix de séparer les points de vues selon leur appartenance semblaient pertinents également. Le choix des thèmes a été fait par la récurrence de certains propos, les propos plus souvent avancés étant considérés comme plus pertinents car partagés par de nombreux individus. La différenciation des points de vues entre les interlocuteurs selon leur profession a été abandonnée, les interlocuteurs n'étant pas assez nombreux et suffisamment répartis dans les métiers de la filière-bois et de la recherche, rendant les résultats non qualitatifs.

Au total, vingt-cinq personnes ont été interrogées entre une et deux fois selon les besoins et les disponibilités des répondants. Les interviews se sont déroulées de septembre 2021 à février 2022, soit en distanciel soit en présentiel si cela était possible.

Les contacts étant limités, cette étude ne se verra pas être représentative de la zone géographique étudiée et les résultats exposés seront inhérent à une période donnée.

1 Annexe n°6 : Questionnaire des interviews

II. Revue de la littérature.

A. L'Europe, ses forêts et les problématiques qui s'y rattachent

1. Menaces

Les forêts sont soumises à deux types de pressions, les menaces abiotiques ou menaces physiques et chimiques, correspondant aux incendies, aux sécheresses, aux tempêtes, à la pollution, à la fragmentation des forêts par la création de structure routière etc (Nègre, 2021 ; Henry, 2020). Les menaces biotiques, qui correspondent aux menaces créées par les êtres vivants, notamment le gibier, les insectes ravageurs, les champignons etc (Nègre, 2021 ; Henry, 2020).

Environ 3 à 6% des surfaces forestières sont endommagées par un ou plusieurs de ces facteurs chaque année en Europe. (Nègre, 2021 ; Henry, 2020). Les sécheresses et les tempêtes prennent de plus en plus le caractère « d'évènements extrême », fragilisant les populations locales, les rendant vulnérables aux attaques d'insectes et champignons, tel que le scolytes durant ces cinq dernières années. Si les superficies forestières augmentent, l'état des forêts lui se détériore. Sur les parcelles étudiées lors de la réalisation du « Rapport 2020 sur l'état des forêts d'Europe », 26,4 % des arbres ont perdu 25 % ou plus de leur feuillage entre 2012 et 2018 (Forest Europe, 2020). La santé et la vitalité des forêts et de leurs écosystèmes sont donc engagées, et les facteurs qui en sont à l'origine sont amplifiés par le réchauffement climatique (Henry, 2020). Ces menaces sont d'autant plus fortes, sur les forêts de petites tailles, monospécifiques ou fragmentées, les trois facteurs réunis formant un cocktail particulièrement inquiétant à l'avenir (Sabatini, 2018 ; Sabatini et al., 2018).

2. Les sécheresses et incendies

Parmi les premiers effets observables de cette hausse des températures, figurent les sécheresses. De plus en plus fréquentes et intenses, elles provoquent des dégâts importants sur la végétation, les sols se dessèchent, limitant la ressource en eau pour la flore (DSF, 2019 ; Courbet, 2019 ; Pluess et al., 2016). La plante n'ayant plus accès à l'eau, voit ses feuilles flétrir, jaunir ou rougir prématurément, pour finir par tomber, ces dégâts ont été facilement observables en 2018, sur les chênes, les hêtres, ou encore les charmes des régions Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est (France) à la suite de trois années de cumul de tarissement (DSF, 2019). Ces effets sont d'autant plus forts dans les sites à une faible réserve d'eau et exposés au sud (DSF, 2019). En plus d'agir sur la foliation des végétaux, les sécheresses influent sur les capacités de régénération et induisent le dépérissement des essences. L'épicéa commun (*Picea abies*) en a subi les conséquences, sa grande demande en eau associée aux fortes chaleurs et aux sécheresses répétées de ces dernières années ont provoquées un affaiblissement des peuplements, les rendant plus sensibles aux attaques de scolytes (OWSF, 2018).

Un autre effet notable de cette élévation des températures, couplé à l'assèchement des sols, est la multiplication des incendies de forêts (Prévosto, 2020). La chute des feuilles et aiguilles, après leur dessèchement vient former au sol, un tapis continu sec, entre les arbres par ailleurs secs, favorisant la transmission des feux d'arbres en arbres (Dupuy et al., 2015). L'impact des feux varie en fonction des essences et de la surface forestière concernée.

D'autres symptômes peuvent être observés, comme les coups de soleil sur les arbres à écorce fine, se caractérisant par des nécroses en tache ou en bande, une fissuration et un craquellement de l'écorce, qui se détache parfois localement, comme chez le Douglas (DSF, 2015 ; DSF, 2019). Le développement de feuilles atrophiées constitue une autre conséquence, qui limite la photosynthèse et induit une plus forte sensibilité de l'arbre aux aléas climatiques. Une possible fructification abondante, comme chez le châtaignier, ou la mort des organes pérennes, la présence de houppiers clairs comme chez les chênes peuvent être des conséquences de l'assèchement (DSF, 2019). Les espèces soumises à des conditions défavorables répétées peuvent migrer vers des terres plus clémentes (Lebon et Badeau, 2010 ; Legay et Paillereau, 2021 ; Pluess et al., 2016).

3. Le glissement des aires climatiques

A la suite de ces événements, il est observé une convergence vers le Nord des climats méditerranéens au détriment des influences océaniques, montagnardes et continentales, induisant une modification profonde des distributions des essences forestières (Lebon et Badeau, 2010 ; Legay et Paillereau, 2021 ; Pluess et al., 2016). Les sécheresses, les incendies et le stress hydrique ne sont pas les seuls facteurs induisant ce phénomène, la modification d'autres conditions physiques, chimiques et biologiques (précipitations, compétition etc.), agit sur les périodes favorables de développement, mais aussi sur la durée des phases de développement elles-mêmes (Lebon et Badeau, 2010). On constate donc une importante modification des conditions de croissance (Legay et al., 2008), qui amène les essences forestières à remonter vers le nord. La migration vers le nord serait de quelques centaines de kilomètres en moyenne et en altitude de quelques centaines de mètres à la fin du siècle (Legay et al., 2008). La migration de ces espèces se réalise entre deux fronts, le front de progression, vers le nord et le front de retrait, situé au sud (Legay et al., 2008). Néanmoins, ces deux fronts ne sont pas symétriques, on parle donc de dissymétrie des fronts (Legay et al., 2008). Ainsi, une essence régressant de 150 kilomètres au Sud ne voit pas forcément son front Nord augmenter de 150 kilomètres, différents facteurs venant limiter la progression. La méthode de dissémination (anémochorie, barochorie ou encore hydrochorie), leur nature (dépérissement, sensibilité à un facteur local, mortalité, taux d'échecs etc.), chaque essence voit sa migration se faire à son propre rythme (Legay et al., 2008 ; Davi, 2016) désignant des essences « gagnantes »² et « perdantes »³ (Rigolot, 2019).

2 Essences dont le front de progression est supérieur au front de retrait (augmentation de l'aire de distribution)

3 Essences dont le front de retrait est supérieur au front de progression (diminution de l'aire de distribution)

Ainsi, le Hêtre a gagné 70 mètres d'altitude entre 1945 et 2000 (Labonne et al.,2019), car moins vulnérable dans ses premières années aux influences du changement climatique, ce qui n'assure pas pour autant la survie des spécimens adultes et pourrait voir son aire être réduite de manière drastique dans les années à venir, comme l'épicéa (Piedallu et al., 2009). Ces deux essences verraient leur aire de répartition divisée par deux entre les périodes 1961-1990 et 2011-2040, pour une diminution à la fin du siècle de 80 à 93% et 92 à 99% de leur aire, respectivement pour le hêtre et l'épicéa (Piedallu et al., 2009).

Cependant, si les espèces sont capables de survivre en migrant vers des terres plus appropriées, cela ne veut en aucun cas dire que les écosystèmes seront épargnés, si chaque espèce à son propre rythme d'avancée, de nouveaux mélanges, voir des relations de symbioses et de compétitions différentes pourraient voir le jour, modifiant fortement le fonctionnement des écosystèmes (Legay et al., 2008 ; Labonne et al., 2019).

4. Impacts sur les écosystèmes forestiers

Outre ces mélanges potentiellement inédits, nous pourrions observer de nombreuses désynchronisations entre espèces, dû à ces différentes capacités de déplacement et de colonisation, certaines espèces pourraient avoir une alimentation décalée, certaines périodes de floraison pourraient ne plus correspondre à l'arrivée des pollinisateurs, limitant par cette même occasion leur survie mutuelle (Labonne et al., 2019).

Une population forestière particulière, peut en partie être favorisé par le changement climatique, les ravageurs forestiers. En effets, de nombreux ravageurs subissent également les effets du changement climatique, de manière bénéfique ou néfaste (Marçais et al., 2000). Toujours est-il que dans le cas où des végétaux sont affaiblis par les effets du changement climatique, ces derniers possèdent des défenses réduites, une capacité de réponse qui devient insuffisante en cas d'attaques répétées, si les ravageurs sont quant à eux favorisés d'une part par les changements globaux, mais également par le manque de résistance de leurs hôtes (Marçais et al., 2000).

Ainsi les conditions de pression croissante sur la végétation auraient la possibilité de conduire certains ravageurs à être plus agressif en fréquence et en intensité dans certaines régions sous l'influence des changements globaux, dans les décennies à venir (Marçais et al.,2000).

B. Le changement climatique et les ravageurs forestiers

Le changement global influence fortement les ravageurs forestiers et leurs impacts. Si les végétaux sont capables de migrer à la recherche de conditions favorables (Lebon et Badeau, 2010 ; Legay et al.,2008 ; Davi ,2016), il en va également des insectes et micro-organismes qui leurs sont liés. Comme pour les végétaux, nous remarquons une avancée vers le Nord et en altitude des ravageurs forestiers, ou une limitation de ces derniers dans leur partie la plus méridionale (Marçais et al., 2000 ; Marçais, 2019).

1. Taille des populations

Le changement climatique a des effets sur les températures, mais également sur la pluviosité. Or, de nombreux insectes et maladies voient leur développement directement influencé par ces facteurs. Les phases de dissémination, d'attaque ou de multiplication deviennent précoces et plus efficaces chez les insectes comme les scolytes (Marçais et al., 2000 ; DSF, 2021). Notons, que les taux d'humidité nécessaires peuvent être faibles ou forts selon les organismes, les rouilles préférant de fortes pluviosités au contraire de l'Oïdium (Marçais et al., 2000).

Les insectes étant des organismes poïkilothermes, la température du milieu extérieur régit de manière directe l'ensemble de leur cycle de développement, et se présente donc comme un facteur limitant de leur extension. Dans les cas, où la température n'est pas limitante, l'augmentation des populations d'insectes peut dépasser un seuil critique, engendrant une hausse considérable des nuisances (Marçais et al., 2000). C'est par exemple le cas pour le puceron vert de l'épicéa (*Elatobium abietinum*) ou le scolyte de l'épicéa (*Ips typographus*), au contraire de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) qui a connue une décroissance démographique dans le sud de la France (Marçais et al., 2000).

2. Aires de répartition

En conséquence des impacts de la température et de l'humidité, beaucoup de ces ravageurs voient leur aire de distribution se modifier. Par exemple, *Phytophthora cinnamoni* (maladie de l'encre du chêne), introduit en France à la fin du XXe siècle, ne peut survivre que peu de temps à des températures négatives, et se trouve par contre ultra-actif dans une fourchette de 20 à 25°C. Les hivers doux et les étés chaud lui sont donc favorable à l'instar d'*Ips typographus* (Marçais et al., 2000 ; Marçais, 2019)

A l'inverse, *Xanthomonas populi* (chancre bactérien du peuplier), ne se trouvant qu'au-dessus de la Loire, se voit défavorisé par les températures élevées (Marçais et al., 2000). Le *Phytophthora* de l'Aulne (*Phytophthora alni*), est également défavorisé par des températures trop hautes (Marçais, 2019). Nous voyons donc ici, entre *Phytophthora cinnamoni* et *Phytophthora alni*, qu'au sein d'un même genre, des espèces peuvent réagir de manière différenciée à ces changements.

3. Coïncidence phénologique

Les ravageurs attaquent leurs hôtes à des moments précis de leur développement, et la désynchronisation des espèces provoquée par le changement climatique pourrait enrayer ce processus. Une trop grande avance ou un retard trop important, par rapport au cycle des hôtes, peut aboutir à des attaques réduites en durée et/ou en impact, aboutissant à une descendance réduite. Il faut, pour qu'il y ait infection (pathogènes) ou attaque (ravageurs), une coïncidence entre le stade infectieux des pathogènes, ou le stade agressif des insectes et le stade sensible de l'hôte (Marçais et al., 2000 ; Marçais, 2019).

La resynchronisation entre les ravageurs et les hôtes peut être possible, dans le cas d'une progression lente de l'hôte vers le nord ou en altitude, ou si le ravageur possède une capacité d'adaptation suffisante pour cibler d'autres hôtes à la coïncidence plus étroite. Les ravageurs spécialistes sont fortement désavantagés dans cette circonstance (Marçais et al., 2000 ; Marçais et al., 2009).

4. La sécheresse

Ses impacts ayant été évoqués dans « Les sécheresses et incendies », nous savons qu'elle provoque un affaiblissement relativement important des végétaux, selon son intensité et sa durée (Marçais et al., 2000 ; Jactel et al., 2012). Ceci peut générer, dans le cas des scolytes, une hausse considérable de leur population, menant à l'attaque d'arbres sains par répétition des tentatives de pénétration et épuisement des hôtes sur le long terme (Marçais et al., 2000 ; Jactel et al., 2012), expliquant ainsi l'explosion des populations de scolytes de l'épicéa depuis 2018 (DSF, 2019).

5. Les tempêtes

Les tempêtes entrent également en compte en ce qui concerne les pullulations d'insectes. Ces événements plus ou moins violents produisent, en relation avec leur intensité et leur durée, des dégâts non négligeables aux forêts touchées. Les chablis incapables de se défendre fournissent des ressources parfois très abondantes à divers ravageurs forestiers. L'occurrence des tempêtes est un facteur aggravant connu concernant les pullulations d'insectes ravageurs tels que *Ips typographus* (Jactel et al., 2012 ; DSF 2019).

C. Une étude un an après le début de la crise

1. Présentation de l'étude

L'étude menée par Samuel Sénécal fin 2019 (Sénécal et al., 2020) avait pour but, après enquête auprès d'acteurs de la filière, de mettre en avant les premières constatations de la crise du scolyte, sur le plan organisationnel et l'application de la lutte en comparaison avec des pays frontaliers de la France (Allemagne et Belgique).

L'étude s'est également intéressée au soutien de l'État sous la forme de réaction initié par les pouvoirs publics, mais aussi à l'après-crise en abordant l'avenir de la filière-bois et des forêts de la zone d'étude.

Au final, l'étude aura centralisée l'avis de quarante et un acteurs de la crise, dont les postes d'occupation sont en amont (gestionnaires, propriétaires etc), en aval (transformateur, transporteur etc) et en recherche et développement pour le secteur forestier.

2. Des problèmes inhérents à la crise relevés en 2019

Le premier problème relevé dans l'étude concerne l'anticipation⁴ de la crise. En effet, d'après les résultats avancés, seul sept des quarante et une personnes interrogées ont agi avant la déclaration de crise en 2018, malgré une expérience avec les tempêtes et crises sanitaires précédentes. Dans la majorité des cas, les organisations qui ont pu anticiper la crise sont de grandes entreprises avec un capital financier élevé, facilitant les adaptations. C'est également le cas du Département de la santé des forêts (DSF), qui avait publié différents articles sur l'évolution des scolytes en France métropolitaine. Deux actions semblent avoir favorisé les réactions précoces, le remplacement des épicéas dans les zones hors station et l'intégration du mélange d'essences en amont de la crise, limitant dans le premier cas le nombre d'épicéa affaiblis par les sécheresses et dans le deuxième cas en limitant le nombre d'hôte potentiel pour le scolyte. Cependant, l'étude précise que la densité d'épicéa en mélange, plus faible que dans une monoculture, ne permet pas de repérer efficacement les dépérissements.

Le deuxième problème abordé est la collaboration au sein de la filière, marqué par des avis divergents entre acteurs ralentissant les communications. L'étude relève également un manque de collaboration européenne en ce qui concerne la transmission des données, solutions et décisions prises pour gérer la crise. Cependant, la communication intra-nationale semble s'être améliorée au cours de la crise, les acteurs finissant par trouver des accords et des ententes.

L'étude a aussi mis en avant une différence entre les transformateurs sur le rendement des bois scolytés. Le bleuissement provoqué par le champignon symbiotique du scolyte provoque une baisse des prix du bois, le bois perdant de sa qualité visuelle. Cependant, les bois rapidement coupés et transportés ainsi que les bois de plus gros diamètre sont moins impactés par le bleuissement, la transformation du bois étant engagé avant le développement du champignon. Pour les aides et le soutien financier, les acteurs français, belges et allemands s'estiment, d'après les résultats de l'enquête, être satisfaits. Une exception est faite côté français, les sommes allouées apparaissant trop faibles pour lutter efficacement face aux scolytes.

3. Une limite de temporalité

L'étude est réalisée entre novembre 2019 et janvier 2020 et ne concerne, comme précisé par les auteurs, que la situation connue à ce moment. Les problèmes potentiellement rencontrés ultérieurement n'ont pu être intégrés dans le rapport final de l'étude. La crise du scolyte de l'épicéa s'étendant jusqu'en 2021, voire 2022 avec le printemps chaud et sec, deux années de gestion et de plans et programmes supplémentaires n'ont pas été passées en revue. Il paraît donc à ce moment, important de reconduire cette étude pour la compléter sur la durée totale de la crise, en s'intéressant d'avantage aux plans et programmes politiques en réponse à celle-ci.

4 Réalisation d'action de lutte avant l'automne 2018 (Sénécal et al., 2020)

III. Les acteurs biologiques de la crise, *Picea abies* et *Ips typographus*

A. Présentation de *Picea abies*

1. Description physique

L'épicéa commun (*Picea abies*) est un arbre résineux monoïque de la famille des Pinaceae (Baudouin et Spoelberch, 1992). Ce conifère peut atteindre cinquante à soixante mètres de hauteur, pour une moyenne d'une trentaine de mètres. Son diamètre est de cinquante centimètres en moyenne. Cette essence forestière a une espérance de vie de deux cent à trois cent ans (Baudouin et Spoelberch, 1992 ; Spohn, M. et Spohn R., 2008). Sa silhouette conique régulière, étroite en forêt et ses branches horizontales ou arquées vers le haut permettent de le différencier des autres conifères (Baudouin et Spoelberch, 1992 ; Spohn, M. et Spohn R., 2008). Son écorce et son bois sont très reconnaissables à leur couleur, respectivement brun-gris craquant en écaille et blanc-crème. D'autres éléments permettent de différencier *Picea abies* des autres Pinaceae :

Description de <i>Picea abies</i>			
Organes	Taille	Couleurs	Caractéristiques
La fleur mâle	<ul style="list-style-type: none"> • Inflorescence • 1 à 2,5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Cramoisie • Jaune à maturité 	<ul style="list-style-type: none"> • Pousse sur les rameaux des années précédentes • Forme globuleuse
La fleur femelle	<ul style="list-style-type: none"> • Inflorescence • 5 cm • Dressées • 10 à 16 cm post-fécondation • Pendante post-fécondation 	<ul style="list-style-type: none"> • Rouge carmin 	<ul style="list-style-type: none"> • Pousse sur les rameaux de l'année actuelle
Les aiguilles	<ul style="list-style-type: none"> • 2,5 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Vert foncé avec rayure légèrement blanche 	<ul style="list-style-type: none"> • Section quadrangulaire
La graine	<ul style="list-style-type: none"> • 4 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Marron 	<ul style="list-style-type: none"> • Possède une membrane en forme d'aile (Samare)

Tableau n°1 : Description physique des organes de *Picea abies*.⁵

⁵ (Tjoelker et al., 2007 ; Caudullo et al., 2016 ; Skroppa, 2013)

2. Distribution naturelle et cultivée

L'épicéa commun est une essence forestière boréale et montagnarde, dont l'aire de distribution naturelle se divise en trois zones principales : la zone nordique, de la Norvège à la Sibérie d'ouest en est et de la Scandinavie à la Biélorussie du nord au sud ; la zone hercynio-carpathique, en Roumanie et enfin la zone alpine, de l'est de la France au sud de la Pologne d'ouest en est et du sud de l'Allemagne au nord de l'Italie du nord au sud. L'altitude de développement naturel se situe entre 800 et 2000 mètres (Ricodeau et Pierangelo, 2020 ; FEE, 2021 ; Tjoelker et al., 2007).

Cet arbre fortement planté durant la période suivant la seconde guerre mondiale dans un objectif de reconstruction et de relance des pays européens. De nombreuses plantations de cette essence ont vu le jour, y compris dans des stations non-favorables. L'épicéa commun est recensé en culture, à des altitudes en-dessous de 300 mètres, voir à quelques mètres du niveau de la mer (Ricodeau et Pierangelo, 2020). L'épicéa présent naturellement des Vosges aux Alpes françaises, a été introduit dans les plaines d'Alsace et de Lorraine, dans le Massif Central, les Pyrénées et dans les Hauts de France (INPN, 2022). En Belgique, toutes les forêts d'épicéa sont des forêts plantées formées depuis le 19ème siècle, situées en majeure partie en Ardennes où *Picea abies* est présent sur 56 % des placettes forestières de la région (FEE, 2021).

L'épicéa a une place importante dans la sylviculture européenne, avec des proportions plus ou moins importantes de la sylviculture nationale. En France, l'épicéa représente 8 % de la production sylvicole. En Allemagne la couverture de *Picea abies* occupe 25 % de la surface forestière totale, principalement en forêt noire (Klößner, 2021). En Autriche, l'épicéa commun se retrouve sur l'ensemble du territoire avec une proportion de 49 % de la surface forestière totale (Russ, 2019). En Belgique, *Picea abies* représente 26 % de la surface forestière (Thysebaert et al., 2022).

B. Présentation d'*Ips typographus*

Le typographe (*Ips typographus*) est un coléoptère de la famille des Curculionidae et de la sous-famille des Scolytinae. Cet insecte, mesurant cinq à six millimètres au stade adulte est le ravageur principal des forêts européennes actuelles (EPPO, 2022 ; Nageleisen et Grégoire, 2021).

Le typographe est un ravageur de résineux, dont les hôtes sont les pins, le mélèze, les sapins et majoritairement les épicéas (EPPO, 2022). Normalement ravageur secondaire s'attaquant aux arbres hôtes malades et affaiblis, le typographe est capable dans le cas d'infestations de niveau épidémique, de devenir ravageur primaire (EPPO, 2022 ; Nageleisen et Grégoire, 2021, Grégoire et al., 1997). Cette capacité vient avec l'augmentation du nombre d'insecte dans la population, permettant une répétition des attaques sur les hôtes sains, les épuisant et dépensant leur capacité de lutte (De Proft et Grégoire, 2007).

1. Son cycle de développement

Ips typographus sort de son hibernation lorsque les températures hivernales laissent place aux températures plus douces du printemps, sur une durée de quelques jours. Après plusieurs jours passés avec une température de 16°C ou plus, le typographe est capable de lancer son activité biologique et sort des écorces ou de la litière pour trouver un nouvel hôte (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Bonhomme, 2020 ; Wermelinger, 2004).

La première perforation de l'écorce de l'hôte est à l'initiative d'un mâle. Le mâle creuse dans le liber la première chambre appelée « chambre nuptiale ». La galerie creusée est prête à accueillir des partenaires. À ce moment, des phéromones d'agrégation sont relâchées par le mâle « originel », attirant les congénères mâles et femelles, plusieurs couple 1 mâle/2-3 femelles pouvant ainsi se former sur un hôte (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Lévieux et al., 1985 ; Adam, 2004). Après la reproduction, les femelles entreprennent le creusement de galeries dans le sens du tronc, sous l'écorce nommées « galeries maternelles » (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Lévieux et al., 1985 ; Adam, 2004 ; OWSF, 2020). Lors du creusement des galeries maternelles, chaque femelle y pond de part et d'autres ses œufs, dans des encoches individuelles refermées par des copeaux de bois. Chaque femelle pond 40 à 50 œufs, pouvant éclore au bout de une à deux semaines. Lorsque les œufs éclosent, les larves apodes et blanches se nourrissent du liber, formant de petites galeries perpendiculaires à la galerie maternelle (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Lévieux et al., 1985 ; OWSF, 2020). La larve atteint au bout de trois à six semaines son dernier stade de développement, s'immobilise et forme une nymphe sans enveloppe nymphale. La nymphe, après quelques jour, laisse place au jeune adulte, de couleur jaune paille dont la cuticule deviendra noire brillante après maturation. La maturation atteinte, le nouvel adulte essaime et peut entreprendre à son tour le cycle de reproduction (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Lévieux et al., 1985 ; OWSF, 2020).

2. Effet de la température sur le typographe

La température est le facteur abiotique le plus influant sur la capacité du typographe à se développer, de nombreux travaux ont mis en relation la réalisation du cycle de vie du coléoptère et la température. *Ips typographus* possède une valence écologique pour la température situé entre -20°C et 50°C sur des arbres directement exposés au soleil, deux températures au-delà desquelles il lui est impossible de survivre (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Annala, 1969). Mais la température régit l'entièreté du cycle de vie d'*Ips typographus*. Les processus physiologiques des individus débutent à partir de 6 à 8°C pour un optimum entre 25 et 30°C (Nageleisen et Grégoire, 2021 ; Wermelinger, 2004 ; Annala, 1969). Le creusement des galeries est accéléré lorsqu'une température de 20°C minimum est constatée, atteignant 5 à 10 mm par jour (Nageleisen et Grégoire, 2021), l'essaimage est possible à partir de 16,5°C avec un optimum entre 22 et 26°C. Le développement larvaire passe de 44 jours à une température de 14°C, à 13 jours pour une température de 24°C, soit une vitesse de développement multipliée par trois, pour un ajout de 10°C

supplémentaire (Lévieux et al., 1985). Les canicules et les sécheresses ayant affaiblis les épicéas, ont aussi permis à *Ips typographus* de se développer plus rapidement, atteignant trois ou quatre générations en plaines, deux en montagne contre deux en plaines et une en montagne habituellement.

3. Distribution

Le typographe est présent naturellement dans nos régions européennes, essentiellement dans les zones forestières peuplées par *Picea abies*. Son aire de répartition s'étend de la Scandinavie au Nord à la Turquie au Sud et de la France à l'Ouest jusqu'en Russie à l'Est. Sa large valence écologique pour les températures lui permet d'être présent dans l'ensemble de l'Europe, mais aussi sur d'autres Continents (EPPO, 2022). *Ips typographus* est répandu à travers le Japon, les provinces Nord de la Chine, au Kazakhstan et en Iran (EPPO, 2022 ; Douglas et al., 2019).

C. Les symptômes de colonisation

Les symptômes ⁶ de colonisation	
Symptômes	Description
Trou de pénétration	Trou circulaire <ul style="list-style-type: none"> • Signe de tentative de pénétration
L'écoulement de résine	Réponse de l'arbre à l'attaque de l'insecte <ul style="list-style-type: none"> • Signe de résistance de l'hôte
Une galerie oblique derrière le trou de pénétration	Galerie oblique partant sous l'écorce <ul style="list-style-type: none"> • Signe d'une attaque réussie
La sciure rouge	Rejet de sciure suite au creusement des galeries sous l'écorce <ul style="list-style-type: none"> • Signe de présence des insectes
Morceaux d'écorce au pied de l'arbre	Morceaux d'écorce tombés suite à la prédation d'oiseaux sur les insectes <ul style="list-style-type: none"> • présence de galeries creusées sur les écorces tombées
Trou d'envol	Trou circulaire précédé d'une galerie perpendiculaire à la surface de l'écorce <ul style="list-style-type: none"> • Signe de fin de développement des larves et de départ des adultes
Le houppier rouge	La circulation de la sève s'est altérée <ul style="list-style-type: none"> • Faux signe de présence potentiel (les insectes ne sont pas systématiquement présents)

Tableau n°2 : Symptômes de colonisation d'*Ips typographus*⁷.

⁶ Les symptômes sont utiles au repérage précoce et actif lors de la mise en place de la prévention et gestion

⁷ (OWSF, 2020 ; Nageleisen et Grégoire, 2021)

IV. Gestion d'*Ips typographus*, prévention, gestion courante et épidémique

Le typographe étant présent naturellement dans nos régions, la gestion de ce dernier tient compte du fait que le but principal n'est pas de l'éradiquer, mais bien de maintenir les populations à un seuil suffisamment bas pour que les forêts n'en souffrent pas.

A. La prévention

La prévention concerne des actions servant à limiter et éliminer les lieux de reproduction des insectes. L'évacuation des bois, le repérage préventif, le stockage des bois sains et la gestion des rémanents forment les étapes de la prévention (DSF, 2018 ; OWSF, 2020 ; DSF, 2019 ; CNPF, 2021).

Gestion préventive	
Action	Rôle(s)
Le repérage préventif	Repérage des symptômes de pénétration et de présence <ul style="list-style-type: none">• Trou de pénétration, sciure rouge, trou d'envol• La présence de résine n'est pas un marqueur de présence des scolytes
Évacuation des bois sains et de chablis	Élimination des sites potentiels de reproduction <ul style="list-style-type: none">• Avant fin mars pour les exploitations hivernales• Dans les six semaines pour les exploitations estivales (avril à septembre)
Le stockage des bois sains	Création d'une distance entre les lieux d'infestation potentielle et les forêts environnantes évitant la contamination du milieu forestier
L'écorçage des grumes	Élimination des lieux de reproduction sur les arbres stockés et élimination des scolytes sous écorce
La gestion des rémanents (broyage, incinération)	Élimination des lieux de reproduction laissés sur les lieux après les coupes <ul style="list-style-type: none">• élimination des surbilles⁸• élimination branches laissées sur le sol

Tableau n°3 : La gestion préventive, les actions et leur(s) rôle(s).

B. La gestion courante

La gestion courante est la gestion mise en place lors du démarrage des infestations de scolytes, dans la mesure où le seuil épidémique n'est pas encore franchi. Elles viennent en association avec les actions

⁸ Partie du tronc située au-dessus de la première grosse branche

préventives, garantir une stabilité relative⁹ de la pullulation des scolytes (DSF, 2018 ; DSF, 2019 ; OWSF, 2020 ; CNPF, 2021).

Gestion courante	
Action	Rôle(s)
Le repérage actif	Repérage plus régulier et stricte ¹⁰ que le repérage préventif <ul style="list-style-type: none"> • vérification des symptômes de pénétration • vérification des faux symptômes de présence
Le martelage	Marquage des arbres à abattre en priorité (étape complémentaire au repérage actif)
L'abattage des arbres martelés	Coupe des arbres martelés
Exploitation rapide en scieries	Exploitation rapide des bois visant à éviter l'accumulation de bois problématiques dans les lieux de stockage

Tableau n°4 : La gestion courante, les actions et leur(s) rôle(s)

C. Gestion épidémique

En phase épidémique, deux étapes viennent s'ajouter à la gestion courante pour améliorer l'efficacité et l'organisation de celle-ci (OWSF, 2020).

Gestion épidémique	
Action	Rôle(s)
L'ajournement de l'exploitation des arbres sains	Priorisation des arbres scolytés
La création de zones tampons (Parcs à grumes)	Stockage à une distance minimale de 5 km de toute zone forestière Facilite l'absorption des bois par les scieries <ul style="list-style-type: none"> • stockage à sec : exploitation avant l'hiver • stockage sous aspersion : exploitation plus tardives

Tableau n°5 : La gestion épidémique, les actions et leur(s) rôle(s).

La gestion du scolytes permet en temps normal de contenir la progression des pullulations à un seuil acceptable pour la vitalité des forêts, mais aussi pour l'exploitation économique des bois. Depuis 2018, la crise s'est emballée et de nombreux problèmes ont été relevés par les gestionnaires forestiers, les propriétaires, les chercheurs et les organisations forestières. Ces problèmes ont participé à la difficulté de mise en place de la gestion. Nous allons donc nous intéresser aux problèmes recensés et leur(s) cause(s), ainsi qu'aux solutions potentiellement mises en place pour les compenser.

⁹ Il est impossible d'arrêter complètement les attaques, ces actions servent à contenir la progression de l'infestation.

¹⁰ La crise ayant démarré, beaucoup plus d'arbres sont vérifiés et à intervalles réguliers.

V. Les problématiques de la gestion de crise

A. Les États et la filière bois

1. Un retard pris dès le début de la crise

La crise du scolyte de l'épicéa, qui débuta en 2018 n'est pas apparue du jour au lendemain. Certaines sonneries d'alertes avaient déjà retenti en 2016 et 2017 lorsque les gestionnaires français et belges ont remonté les informations de terrain, qui témoignaient d'une augmentation significative des impacts des populations d'*Ips typographus*, propos retrouvés dans l'étude de Samuel Sénécal (Sénécal et al., 2020, entretien ONF-1 et DSF-5). Si les États ont tardé à lancer des mesures financières et matérielles, c'est avant tout parce que l'État est en France, en Belgique, en Allemagne et en Autriche la source des financements des projets forestiers majeurs en temps de crise, lorsque les moyens des organismes locaux ne suffisent plus. Il y a donc dans le chef des États, une attente des justifications des forestiers avant de lancer leurs programmes de soutiens. La prise de retard liée à ces attentes ne sera jamais rattrapée et des dégâts auront lieu (Entretiens ONF-1 et DSF-5). Une seconde raison expliquant cette perte de temps est la relation que le secteur forestier entretient avec les scolytes, ces insectes constituant un problème récurrent, mais pas nécessairement prioritaire par rapport, par exemple, à la peste porcine africaine (PPA), considérée au même moment en Belgique comme une urgence nationale.

2. Task force « scolytes » en Région wallonne

La Task Force scolytes est une organisation composée de différentes structures de la filière bois, l'Office économique wallon du Bois¹¹ (OEWB), la Société royale forestière¹² (SRFB), la Cellule d'appui à la petite forêt privée¹³, la Fédération Nationale des Experts forestiers¹⁴, Bois Hout Confédération belge du Bois¹⁵, la NTF Propriétaires ruraux de Wallonie¹⁶, avec le soutien de la Région wallonne. Pour répondre au besoin de la filière, cette organisation devait transmettre des solutions opérationnelles, réglementaires, des formations à la reconnaissance des symptômes, à l'utilisation des technologies et donner de nombreuses recommandations. Cependant, en discutant avec l'ingénieur-2, il apparaît que l'objectif initial est loin d'être atteint. Le retard de début de crise évoqué précédemment¹⁷ semble avoir été amplifié, par les avis divergents des trop nombreux acteurs de la Task force, dont les intérêts étaient difficiles à harmoniser.

11 Site : [Home | Office Economique Wallon du Bois \(oewb.be\)](https://www.oewb.be/)

12 Site : [La SRFB - Au service de la forêt et des forestiers](https://www.srfb.be/)

13 Site : [La Cellule | Office Economique Wallon du Bois \(oewb.be\)](https://www.oewb.be/)

14 Site : [Fédération Nationale des Experts Forestiers \(experts-forestiers.be\)](https://www.experts-forestiers.be/)

15 Site : [Accueil | Confédération Belge du Bois - www.confederationbois.be](https://www.confederationbois.be/)

16 Site : [NTF - Propriétaires ruraux de Wallonie |](https://www.ntf-wallonie.be/)

17 Voir « Un retard pris dès le début de la crise »

Néanmoins, après une période de consensus, la Task force « scolytes » de la région wallonne a réalisé son objectif principal : celui d'organiser un guichet d'information. Il y a eu par conséquent, la mise en place d'un site web¹⁸ exclusivement dédié à la gestion du scolyte de l'épicéa, regroupant les dernières informations et déclarations officielles, les dernières recommandations, les informations de reboisement et tous les contacts nécessaires pour les propriétaires réalisant la lutte. L'organisation a aussi instauré une ligne téléphonique associée à une adresse mail¹⁹, où les spécialistes de l'OEWB répondent et orientent les propriétaires vers les structures adaptées à leurs besoins (diagnostics, coupes, évacuation...). Une campagne d'information a eu lieu à travers les communes de la région, facilitant la sensibilisation des particuliers en leur donnant les bonnes conduites, ces derniers devant se renseigner auprès des autorités communales avant d'engager les démarches actives de lutte.

3. L'Autriche et l'Allemagne, des États fédéraux

Pour comprendre les difficultés rencontrées lors de cette gestion de crise en Allemagne et en Autriche, nous devons différencier les différents secteurs forestiers. Comme en Belgique ou en France, la forêt allemande se divise en trois secteurs, la forêt d'État ou secteur public, la forêt communautaire, semblable au secteur public et la forêt privée. Cependant, au contraire de la France ou de la Belgique, où bien que les autorités responsables de la gestion forestière soient distinctes²⁰ entre secteur privé et public, la gestion et les mesures restent les mêmes en cas de crise, l'Allemagne connaît des modes de gestions différents. Par contre l'État allemand n'intervient donc pas en ce qui concerne le secteur privé, le laissant à ses propres moyens et initiatives.

En Autriche, la loi forestière autrichienne fournit toutes les informations en termes de protection forestière et de responsabilité, attribuant à chaque instance concernée la prise en charge des forêts contre les crises sanitaires. Il y a donc en Autriche, un modèle de gestion régional sous l'autorité des Länder²¹, laissant les propriétaires libres dans leurs choix en fonction de leurs moyens. À la demande des Chercheur-3, Chercheur-4 du Centre fédéral de recherche_Département de la protection des forêts (BFW)²², de l'Expert-1 de l'Unité de conservation de la Nature Forestière aux Forêt Fédérale autrichiennes (ÖBF)²³ et du Chercheur-2 de l'Institut d'entomologie forestière, de pathologie forestière et de protection des Forêts (IFFF)²⁴, la création d'une approche régionale serait un soulagement pour la filière et les propriétaires autrichiens. Principalement en temps de crise, où l'harmonisation des acteurs est nécessaire pour une lutte efficace, évitant ainsi des lieux de pullulation, suite à une gestion limitée, impactant des secteurs voisins lors des essaimages suivant.

18 Site : www.scolytes.be

19 Téléphone : 084 / 46.03.43 / Mail : scolytes@oewb.be

20 Voir tableau n°1 : « Organisation forestière, organismes, rôle et réglementation »

21 Division administrative des pays germanophones

22 Site : [Startseite - BFW](#)

23 Site : [Österreichische Bundesforste AG - Österreichische Bundesforste](#)

24 Site : [Herzlich Willkommen an der Professur für Forstentomologie und Waldschutz! — Forstentomologie und Waldschutz \(uni-freiburg.de\)](#)

Donc, si les forêts publiques et privées ont sensiblement le même statut en Autriche, ce n'est pas le cas en Allemagne. Le secteur public en plus d'un soutien financier de l'État y bénéficie d'une formation accrue aux risques sanitaires, notamment pour le scolyte, via un management « éducatif ». Cette formation et sensibilisation supérieure permettent à ce secteur de prioriser le plus efficacement possible les lieux d'intérêts et donc où et comment agir ou ne pas agir, le cas échéant. L'État allemand a donc un poids très important en gestion du secteur public, mais inexistant pour son homologue privé, car seules les autorités privées des Länder agissent sur cette partie des forêts.

	Propriétaire de la forêt	État	Collectivités locales	Particuliers
BE Wallonie)	Financement de la lutte	État	Collectivités locales	Particuliers
	Encadrement de la lutte	DNF	DNF, OWSF	SRFB, Cellule de la forêt privée wallonne, OWSF
	Réglementation	Code forestier ²⁵	Code forestier	Code forestier
FR	Financement de la lutte	État	Collectivités locales	Particuliers
	Encadrement de la lutte	DSF, ONF ²⁶	DSF, ONF	DSF, CRPF ²⁷
	Réglementation	Code forestier ²⁸	Code forestier	Code forestier et SRGS
DE	Financement de la lutte	État fédéral	Länder	Particuliers
	Encadrement de la lutte	Länder	Länder	Länder (composante privée)
	Réglementation	Loi forestière fédérale ²⁹	Loi forestière fédérale	?
AT	Financement de la lutte	État fédéral	Länder	particuliers
	Encadrement de la lutte	État fédéral	Länder	Länder (composante privée)
	Réglementation	Loi de 1975 sur les forêts ³⁰	Loi de 1975 sur les forêts	Loi de 1975 sur les forêts

Tableau n°6 : Organisation forestière, organismes, rôle et réglementation

4. Les États, les propriétaires et la forêt

Ce point précis concerne l'ensemble des États. La forêt est perçue depuis le début de son exploitation, comme une source de revenus et de ressources essentielles à notre survie. Il est donc très peu concevable à notre époque de définir le milieu forestier comme un milieu de pertes plutôt qu'un lieu de bénéfices, fait posant problème pour l'agent DSF-1 (DSF)³¹.

25 Site : [Législation/Code forestier \(wallonie.be\)](http://Legislation/Code%20forestier%20(wallonie.be))

26 Site : [Office national des forêts \(onf.fr\)](http://Office%20national%20des%20for%C3%Aats%20(onf.fr))

27 Centre Régional de la Propriété Forestière.

28 Site : [Code forestier \(nouveau\) - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](http://Code%20forestier%20(nouveau)%20-%20L%C3%A9gifrance%20(legifrance.gouv.fr))

29 Site : [BWaldG - table des matières non officielle \(gesetz-im-internet.de\)](http://BWaldG%20-%20table%20des%20mat%C3%A9riels%20non%20officielle%20(gesetz-im-internet.de))

30 Site : [Loi de 1975 sur les forêts \(bmlrt.gv.at\)](http://Loi%20de%201975%20sur%20les%20for%C3%Aats%20(bmlrt.gv.at))

31 Site : [Le Département de la santé des forêts : rôle et missions | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation](http://Le%20D%C3%A9partement%20de%20la%20sant%C3%A9%20des%20for%C3%Aats%20:%20r%C3%B4le%20et%20missions%20|%20Minist%C3%A8re%20de%20l'Agriculture%20et%20de%20l'Alimentation)

Pour illustrer ce propos, il utilise une analogie à l'Homme avec le système de cotisation sociale, l'ensemble des soins engendrant un coût pour notre système. Une forêt « malade » ne pouvant pas produire une valorisation identique à une forêt saine, il aurait fallu s'affranchir de cette vision de « bénéfice obligatoire » pour effacer la peur des coûts et investir plus de moyens qu'il n'y en a eu, notamment sur l'abattage via les écorceuses ou les bûcherons.

L'agent du DSF justifie également ce propos en parlant des subventions de l'État, portant principalement sur le transport des bois, pour l'alimentation des scieries. Le transport routier et ferroviaire mis en place étant à ses yeux plus une valeur ajoutée en termes de macro-économie, favorisant l'aval (exploitation des bois en scierie) plutôt que l'amont (gestion du scolyte sur les sites forestiers).

Cette constatation, se retrouve aussi chez les Chercheur-3, Chercheur-4, Chercheur-5 allemands de Vienne et Fribourg et l'Expert-1 de l'ÖBF.

B. Une gestion aux antipodes des recommandations traditionnelles

1. Une détection précoce difficile et partielle

Si la gestion théorique du scolyte de l'épicéa est bien connue du secteur forestier, son application fait débat depuis le début de la crise en 2018. Les acteurs ONF-1, ONF-2, DSF-1, DSF-2 et Chercheur-5, Chercheur-6 et Expert-1 dénoncent l'absence d'étapes-clés, telles que le repérage précoce, l'écorçage, l'incinération et l'utilisation d'insecticides agréés, dans la gestion des scolytes, jusqu'alors considérées comme indispensable pour limiter les effets néfastes d'une telle pullulation. La première étape concernée est la plus en amont du processus, le repérage précoce des foyers potentiels de scolytes. En Belgique, en Allemagne, en Autriche et en France, cette étape est définie comme défaillante, les moyens humains mis à disposition étant trop faibles, les organisations forestières manquant de personnel. Les traces de pénétration³² de scolytes dans l'écorce des épicéas étant difficiles à observer et d'autant plus que la surface de forêt augmente, il n'est pas étonnant que certains dépôts de contamination passent inaperçus, le repérage à pied demeurant actuellement le meilleur moyen de prospection.

Pour répondre à cette problématique, différents systèmes ont été instaurés. Ainsi, en France, c'est l'utilisation du LiDAR³³ qui a été déployé pour permettre de pallier ces problèmes de détection. Le LiDAR (Light Detection and Ranging) est une technologie laser permettant l'obtention d'image en 3D, via réflexion des rayons sur les surfaces rencontrées. Il permet notamment de visualiser les reliefs, les peuplements, mais aussi le volume de bois. Malheureusement, cette expérience technologique n'a pas eu les effets escomptés pour la gestion de crise. Initialement déployé pour la détection des foyers, les photos prises par le système LiDAR

³² Voir « La gestion du scolyte : prévention, gestion courante et épidémique. »

³³ Disponible sur : [Faire l'inventaire de la végétation et contrôler sa dynamique \(onf.fr\)](https://www.onf.fr/la-gestion-du-scolyte)

sont longues au traitement, et ne permettent que de témoigner de symptômes tardifs, tels que le houppier rouge³⁴ (DSF-5). Mais c'est un projet encore en développement, qui pourrait être prometteur. Au total, 55 à 56 millions d'euros sont déployés par le Fonds pour la transformation de l'action publique, le Plan de relance du ministère de l'Agriculture, la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de la transition écologique, l'Institut géographique national (IGN) français et les collectivités territoriale (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2020), pour consolider ce projet et l'optimiser. À ce stade cependant, du côté français seule la détection à pied est actuellement efficace en prévention des crises.

En Belgique, l'IGN (Institut Géographique National) belge a créé une interface collaborative numérique³⁵ afin de signaler en un « centre de données » les foyers de scolytes repérés (Sénécal et al., 2020). Cette technologie a également été développée en France et en Allemagne, malheureusement trop tard pour un déploiement efficace, les acteurs étant déjà débordés par la crise, sans recul pour s'y adapter (Sénécal et al., 2020). Ce constat est toujours d'actualité.

Concernant l'Autriche, aucun retour sur ce genre de technologies n'a été reçu, mais la principale difficulté de repérage dans cet État, se définit par un relief extrêmement bien marqué, rendant plus difficiles les accès aux forêts.

De manière générale, ces tentatives de détection précoce restent un échec partiel, arrivant à contre-temps par rapport à la situation de terrain déjà emballée. Ces moyens sont probablement efficaces en début de crise ou lors de crises modérées, lorsque les acteurs ont le temps de s'y familiariser. De nombreux projets de coordination entre ces moyens de détection sont en cours³⁶, et les progrès dans ce domaine sont de bonne augure pour le futur de la filière, selon le témoignage de l'agent DSF-5.

2. Des étapes manquantes

Le repérage précoce n'est pas la seule limite constatée par rapport à la gestion traditionnelle des scolytes, en France c'est le cas de l'écorçage et de l'incinération. L'écorçage est un procédé qui permet d'enlever l'écorce des arbres avant le processus de sciage. Cependant, en temps de crise de scolytes, cette étape permet d'éliminer, les lieux de reproduction des adultes et de développement des larves et par conséquent de couper la dynamique de progression de la population. Mais il s'agit d'une opération coûteuse, qui n'a pas fait l'objet d'aides et de soutien de l'État³⁷, étape donc abandonnée par de nombreux gestionnaires et propriétaires. Pour la Belgique, la situation est sensiblement identique à la France, les deux nations ayant bien communiqué entre elles durant cette crise.

34 Voir « La gestion du scolytes : prévention, gestion courante et épidémique. »

35 Disponible sur : <https://espacecollaboratif.ign.fr/>

36 Programme Lidar HD présenté ce 19 mai.

37 Voir : « Les États, les propriétaires et la forêt »

Pour l'écorçage des arbres attaqués contrairement à la France et à la Belgique, l'Autriche et l'Allemagne ont conservé cette modalité d'intervention. D'ailleurs, un projet de grande ampleur mené par le Conseil pour le travail en forêt et la technique forestière³⁸ (KWF) est encore en cours dans ces deux pays, le projet « Debarking Heads », discuté plus loin dans ce mémoire³⁹. Ce projet prometteur selon le Chercheur-5, manque encore actuellement d'optimisations techniques et de connaissances générales sur l'utilisation des têtes d'écorçage, les résultats présentés ultérieurement sont donc à prendre avec du recul.

Pour l'incinération, la situation est identique à la précédente pour la France et la Belgique, mais pour une raison autre. Les sécheresses frappant les forêts ont asséché les sols et la végétation, la rendant propice aux feux de forêt. Dans cette mesure, les incinérations de rémanents et d'écorces ont été abandonnées. Mais cette étape permet comme la précédente de diminuer l'essaimage d'*Ips typographus*, en ne laissant aucune chance de survie aux adultes et aux larves. L'Allemagne et l'Autriche, plus tolérantes sur l'écorçage ont pris les mêmes décisions pour l'incinération que la France et la Belgique.

Pour la France, une autre étape vient à manquer et fait réagir l'agent DSF-1, ONF-1 et ONF-2 et des propriétaires, l'absence d'autorisation pour les insecticides. En France, l'utilisation des insecticides dans la lutte contre les scolytes a été bannie de la pratique courante, ces insecticides étant des insecticides à large spectre. Cette étape utilisée dans les luttes précédentes⁴⁰ face à *Ips typographus* a totalement disparu du système français là où en Allemagne et en Autriche, cette utilisation est toujours d'actualité sous accord gouvernemental.

En Belgique, si les insecticides sont interdits dans une situation courante, certaines situations comme présentées dans le code forestier de 2008, article 42⁴¹ ou dans l'arrêté d'exécution du Gouvernement de 2009⁴² (Bonhomme et de Wouters, 2020), notamment des cas de crises sanitaires concernant des insectes nuisibles peuvent faire l'objet de traitement chimiques particuliers, localisés avec utilisation d'un produit phytosanitaire agréé par le Gouvernement. Situation changée le 1^{er} août 2020, après la parution d'une circulaire⁴³ venant interdire cette pratique, à l'exception du piégeage, en contre-partie d'une subvention gouvernementale à l'obtention d'écorceuses. Subvention qui n'a pas été mise en place, d'après mes échanges avec l'ingénieur-2.

38 Site : [KWF 2030 – Le centre de compétences pour la foresterie \(kwf-online.de\)](https://www.kwf-online.de)

39 Voir : « Le projet Debarking Heads, un projet allemand et autrichien »

40 Département de la santé des forêts, Information technique N° 55, 2007

41 Disponible sur : [Législation/Code forestier \(wallonie.be\)](https://www.wallonie.be/legislation/code-forestier)

42 Disponible sur : [Législation/Forêts/Entrée en vigueur du Code forestier \(wallonie.be\)](https://www.wallonie.be/legislation/forets/entree-en-vigueur-du-code-forestier)

43 Disponible sur : [NV2386.pdf \(srfb.be\)](https://www.srfb.be/NV2386.pdf)

En Autriche et Allemagne, les insecticides sont utilisés en dernier recours, lorsque les luttés non-chimiques se révèlent inefficace, tel que l'impossibilité d'évacuation des bois sous réserve d'un accord préalable des Länder. La lutte non-chimique étant privilégiée, elle est en plein développement dans les Universités et forêts de Fribourg⁴⁴ (Chercheur-5).

En Belgique, un dernier point vient s'ajouter, l'absence d'immersion ou d'aspersion, moyens de conservation de la qualité des bois lors du stockage. Ces deux procédés utilisés en Autriche et en Allemagne, permettent de conserver les propriétés des bois lors de stockage prolongés, conférant du temps à la filière pour absorber l'arrivé des bois.

3. Une absence de priorité en début de crise, arbres rouges et lisières

L'interdiction de certaines mesures a pesé dans la balance, mais c'est l'emballement soudain de la crise en 2018 qui a pris de cours l'ensemble du secteur. Cette envolée de la situation a empêché les gestionnaires et propriétaires de mettre en place les mesures traditionnelles de lutte, retardant les effets attendus, voire entraînant l'inefficacité de certaines approches. La précipitation qui en a découlé, est à l'origine d'une priorisation délicate des mesures, accentuant l'écart entre les actions menées et la gestion traditionnelle.

En France et en Belgique un manque de priorité a été évoqué par les agents ONF-1, ONF-2, DSF-2, DSF-3, DSF-4 et OWSF⁴⁵-1. La crise étant forte et difficile à contenir, certains propriétaires et gestionnaires ne priorisaient plus les exploitations. De ce fait, certains arbres déjà rougis par le blocage de la sève liée à l'infestation des scolytes ont été coupés et exploités. Or, ces arbres déjà morts ne contiennent plus aucun scolyte, rendant leur exploitation inutile à ce moment dans un objectif de limitation de la pullulation. Une focalisation particulière aurait dû être apportée sur les arbres verts scolytés, toujours porteur des insectes ravageurs. En France, une communication accrue des autorités (DSF, ONF et CNPF⁴⁶), suivie d'obligations légales d'exploitation, par arrêtés préfectoraux⁴⁷ a permis de rectifier en partie la situation.

Dans la précipitation, d'après certains agents de l'ONF, du DSF et de l'OWSF, une autre mesure a manqué, le fait que les lisières des zones touchées ne soient pas coupées de manière préventive, les scolytes attirés par leurs congénères se rabattant sur les arbres proches de la colonisation initiale.

44 Travaux toujours en cours et non diffusés.

45 Site : [L'Observatoire Wallon de la Santé des Forêts \(wallonie.be\)](http://L'Observatoire Wallon de la Santé des Forêts (wallonie.be))

46 Centre National de la Propriété Forestière, site : Home - CNPF - Centre national de la propriété forestière (Regroupe les CRPF des régions françaises).

47 Disponible sur : Arrêté relatif à la lutte contre les scolytes de l'épicéa - Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt région Grand Est

En Allemagne et en Autriche, aucune information sur un potentiel problème de priorisation n'a pu être récoltée. Une enquête supplémentaire auprès des propriétaires et des gestionnaires de terrain serait nécessaire, ce que je n'ai pas pu faire, mes contacts s'étant limités à des chercheurs.

4. Exploitation de arbres verts non-scolytés, témoignage de la peur des propriétaires

De nombreux propriétaires français et belges, inquiets de voir le fruit de leur travail menacé, placent leurs arbres verts non-scolytés sur le marché. Des demandes de coupes sont alors engagées, ralentissant la sortie des bois problématiques. Les bois sains venant inonder le marché et induisant une baisse des prix ont compliqué la vente des bois infestés. Cette action jugée regrettable par les agents du DSF et de l'OWSF consultés, mais elle est compréhensible selon eux, du point de vue des propriétaires.

Ce constat d'ailleurs évoqué par l'agent OWSF-1 et le Chercheur-5 de Fribourg, à propos de certains propriétaires, qui ont vu la valeur globale de leur bois s'effondrer, certains perdant même des investissements faits par la génération précédente ou leurs propres investissements de début de carrière.

De nombreux propriétaires allemands, français et belges ne veulent plus poursuivre l'exploitation forestière, par manque de volonté ou de moyens. Certains propriétaires privés allemands, vendent leurs bois au secteur public, pour compenser les pertes. C'est donc un patrimoine culturel et familial qui disparaît, mais dans quelques cas, où aucune vente n'est réalisée, des terrains sont laissés à l'abandon ou soumis à une possible valorisation autre que la production forestière.

Les autorités demanderont donc le report des exploitations d'arbres sains. L'association à une obligation légale d'exploitation des bois scolytés déjà évoquée précédemment, a permis de focaliser le maximum de moyens techniques et humains sur les priorités de la crise, malheureusement trop tard pour certains propriétaires.

Si les solutions apportées en réponse à cette absence d'étapes-clés « traditionnelles » ne se sont pas toujours révélées aussi efficaces qu'espérées, les gestionnaires de l'ONF, du DSF et de l'OWSF sont satisfaits des réponses apportées, permettant de se recentrer sur les actions essentielles en termes de lutte face à *Ips typographus*. Dans le but de compenser les pertes de terrains sylvicoles, les agents CRPF-1, CRPF-2 et CRPF-3 demandent une évaluation paysagère, économique et écologique afin de maintenir ces zones en foresterie et relancer les propriétaires hésitants.

C. Évacuation et transport des bois

1. Un manque de synchronisation et d'évacuation au sein de la filière ?

Le manque de priorisation des coupes a amené un autre problème. L'arrivée des coupes d'arbres sains ou non-scolytés rouges est venue enrayer le fonctionnement de la filière bois, provoquant une désynchronisation coupes/exploitations. Les scieries sous l'afflux des bois, se voient débordées, situation fortement atténuée par la demande élevée de bois à ce moment. La principale question réside donc dans l'action à mener dans le cas où la demande de bois chuterait. Mais ce problème de synchronisation de la filière est abordé d'un autre angle par les agents DSF-1, OWSF-1 et Chercheur-1.

Ceux-ci mettent en cause, le comportement de quelques transformateurs. Les bois arrivant sur le marché en concordance avec une demande élevée n'auraient pas dû conduire à une telle saturation. Certains transformateurs auraient profité de la situation de forte arrivée des bois sur le marché, pour abaisser les prix des lots achetés, les bois scolytés perdant de la valeur avec le bleuissement provoqué par le champignon symbiotique d'*Ips typographus*. Cette possible démarche aurait ralenti le traitement de certains bois, les propriétaires ne voulant pas vendre à perte ou à faible valeur, favorisant la saturation des scieries et du marché, à la suite des négociations.

2. Un manque de moyens financier

Le manque de moyens financier et humains peut être relevé à chaque étape de gestion. Cependant, les moyens financiers sont traités ici, car ils pèsent particulièrement sur les étapes de stockage et d'évacuation.

Si l'Autriche connaît des difficultés à cause de son relief, c'est le manque de moyens financiers et humains qui a provoqué l'explosion des problèmes d'évacuation et de transport en France, en Belgique et en Allemagne.

En l'Allemagne, des difficultés financières sont relevées en secteur public et privé. Pour contrebalancer, l'Allemagne a mis en place un système de prime à la mobilisation des bois scolytés, à hauteur de 5 euros/m³ puis révisé à 12 euros/m³ dans le Land de la Bavière, pour soutenir les propriétaires. Les Länder allemands étant indépendants quant aux aides apportées, il ne m'a pas été possible d'en retirer l'information pour les autres régions, faute d'interlocuteurs.

Ce système d'aides publiques existe aussi en France, via un décret daté du 20 décembre 2019⁴⁸. Une aide à hauteur de 5 euros du mètre-cube pour les distances de moins de 350 km, 20 euros pour celle supérieures à 350 km et de 10 euros pour les distances intermédiaires. Elle est délivrée aux propriétaires privés, aux collectivités et aux entreprises ayant une activité liée à l'exploitation forestière, à titre principal ou secondaire, uniquement dans les régions les plus touchées et associées aux arrêtés préfectoraux de lutte obligatoire⁴⁹. Au total 16,000,000 d'euros sont investis par l'État français pour soutenir l'évacuation et le transport. Cette mesure a été prolongée le 22 octobre 2021 jusqu'au mois de mai 2022, en réponse aux demandes de la filière.

Beaucoup de mes interlocuteurs à l'Université de Fribourg, au DSF, à la Confédération belge du bois et à l'OWSF, souhaitent un investissement dans un budget de réserve à l'instar du Fonds Forestier français de la fin des années 1940, qui serait déblocable en cas de première nécessité de la filière bois. Cette réserve pourrait dans le cas de la Belgique, être associée à une aide à la mobilisation des bois scolytés, qui manque actuellement.

3. Un manque de moyens humains et techniques

Pour le manque de moyens humains, les situations de la Belgique et de l'Allemagne sont étroitement liées, de manière inversée, expliqué comme suit par le Chercheur-5 et l'agent OWSF-1. L'Allemagne a réagi très tôt au manque de main-d'œuvre. L'État a compensé en embauchant des travailleurs bulgares, roumains et belges pour abattre et transporter le bois. Les décisions tardant à être prises côté belge⁵⁰, associée aux cinq à dix pourcents de forêts wallonnes inexploitable pour raison de PPA, les transformateurs belges en demande de travail se sont rabattus sur l'Allemagne, emportant leurs machines. L'agent OWSF-1 ajoute que les prix des bois négociés par les propriétaires wallons étaient plus élevés qu'en Allemagne, favorisant le départ des transformateurs. Les bois allemands amenés sur le marché belge ont participé à sa saturation et aux problèmes d'évacuation locaux.

En France, le manque de main-d'œuvre s'illustre par l'absence d'utilisation des bûcherons toujours présente en Allemagne et en Autriche, limitant les zones d'intervention aux zones accessibles par les machines et à forte densité de bois scolytés, les lieux à faible densité n'étant pas rentables pour les abatteuses françaises.

Suite à ce manque de main-d'œuvre l'Allemagne, la France et la Belgique, proposent différentes solutions. Le retour en France et en Belgique des bûcherons, permet d'éviter la non-exploitation des zones non-accessibles en machine et diminue les effets de tassement des sols. Ces tassements engendrent des

48 Disponible sur : [Décret n° 2019-1425 du 20 décembre 2019 portant création d'un dispositif d'aide exceptionnelle à l'exploitation et à la commercialisation des bois qui ont été colonisés par des scolytes - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#)

49 Disponible sur : [Arrêté du 20 décembre 2019 relatif à l'aide exceptionnelle à l'exploitation et à la commercialisation des bois qui ont été colonisés par des scolytes - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#)

50 Voir « Un retard pris dès le début de la crise : » et « Task force « scolytes » en Région wallonne : »

complications pour le développement des plantations futures, comme la baisse de circulation de l'eau, de l'oxygène, des nutriments et la mauvaise pénétration des racines, augmentant le risque de chablis (Goutal et al., 2012 ; Ranger et al., 2020). L'agent DSF-1 a également relevé l'absence de transport nautique, voire maritime, qui constituerait une solution avantageuse de son point de vue pour les zones de faible densité d'attaques et permettrait de pallier le manque de transporteurs routiers.

Pour l'Allemagne, ce sont des solutions logistiques qui ont pu compenser les volumes à transporter, avec l'autorisation de charger les camions jusqu'à 48 t au lieu de 40 t après formation routière adéquate. Puis la permission de rouler le week-end, pour le transport de bois scolytés. Les Chercheur-5 et Ingénieur-1 demandent la création d'un programme de mobilisation de travailleurs qualifiés, dans l'objectif de maintenir des transporteurs et des transports pour chaque Länder, évitant les limitations humaines et techniques. Ce même constat est fait côté belge par des agents de l'OWSF et un expert de la Confédération belge du bois.

4. L'Autriche, un cas particulier

L'Autriche est caractérisée par un contexte particulier pour l'évacuation des bois scolytés. Le pays étant essentiellement montagneux, l'organisation des coupes et des évacuations de bois reste difficile et constitue l'un des principaux problèmes. En temps de crise, les évacuations déjà problématiques en période courante deviennent encore plus laborieuses pour les forestiers, face à l'urgence de la situation. Les dénivelés étant importants, aucune machine ne peut accéder, à certains sites, pour l'abattage ou le transport. Les bois sont donc coupés par les bûcherons et évacués par des câbles vers les routes les plus proches, où le transport routier prend la relève. Si nous additionnons, ce manque d'accès pour la récolte et pour l'évacuation, dans un contexte où la crise du scolyte a soudainement augmenté les volumes à extraire, c'est tout un système qui est remis en question. L'évacuation lente et fastidieuse, retarde le transport de bois infestés vers les zones industrielles de transformation, submergées par l'afflux des quantités de bois, mais malheureusement, aucune autre solution ne peut être déployée selon le Chercheur-6 et l'Expert-1.

D. Stockage et piégeage

1. Un stockage difficilement réglementaire

Un problème récurrent dans les propos du Chercheur-6 et de l'Expert-1 correspond au stockage hors forêt. Une partie des bois évacués pour éviter la transmission des scolytes des bois coupés vers les bois sains encore debout s'est retrouvée stockée à une distance trop proche des zones forestières. Cependant, des mesures particulières ont été prises, ces bois stockés ont été recouverts, soit de films plastiques soit par des bâches, l'aspersion ou l'immersion étant les modes de stockage privilégiés. Ces mesures ont permis de réduire les risques d'essaimage des scolytes présents. Dans certains cas, sous condition d'autorisation par les

autorités en place, des insecticides réglementaires ont été utilisés. Soit sur les stocks de bois, via une application localisée, soit associés à des pièges à phéromones à proximité des stocks.

En France et en Belgique, la mesure des cinq kilomètres⁵¹ ne pouvant toujours être respectée, a posé problème dans la lutte, les zones de stockages et scieries ayant été saturées. J'ai observé cette situation lors de l'excursion du Groupement des Entomologistes Forestiers Francophones (GEFF) en France, dans la région Sud-ouest en septembre 2021⁵². Un stock de bois était installé à quelques dizaines de mètres d'une pinède, situation à vraiment éviter en temps de crise de scolytes, surtout sans utilisation de bâches ou films plastiques, limitant l'essaimage.

2. Qu'est-ce qu'un piège à scolytes ?

Si le piégeage du scolyte est traité séparément dans ce travail, ce n'est pas sans raisons. Depuis des années, l'utilisation de pièges fait débat dans la gestion des scolytes, que ce soit pour son efficacité propre, ou tout simplement pour ses répercussions sur le milieu environnant. Alors qu'en est-il réellement ?

Nous pouvons retrouver plusieurs formes de pièges à scolytes, mais tous fonctionnent avec des phéromones d'agrégation. Les insectes une fois attirés, pénètrent dans le piège, y tombent et sont capturés.

Les arbres-pièges sont une autre manière de capturer les scolytes. Un arbre-piège est un arbre frais, abattu récemment, lieu de reproduction très attractif pour les scolytes. L'arbre est donc laissé en forêt tel quel, le temps d'attirer les scolytes. L'ajout de phéromones permet d'augmenter l'attrait des scolytes pour cet arbre en particulier. Une fois les scolytes attirés et présents dans cet arbre (présence de trous de pénétration), un traitement phytosanitaire agréé ou un écorçage est appliqué pour éliminer les insectes colonisateurs.

3. Efficacité et déploiement du piégeage

La majorité des recherches sur le sujet démontre une inefficacité notable en tant que procédé de lutte. Dans une expérience menée en 2019 par Bonhomme et Dancart, des pièges à scolytes ont été placés dans des lieux où l'insecte avait attaqué les épicéas. Lors du premier envol, de nombreux insectes ont été capturés, témoignant d'une efficacité relative, permettant de limiter le nombre d'attaques sur les arbres situés en périphérie, par rapport au lieu où aucun piège n'a été utilisé (Bonhomme et Dancart, 2019). Au final, les pièges ont permis de stopper la progression des scolytes en association avec l'évacuation des bois attaqués. Cependant, dans les lieux plus attractifs, soumis au même procédé, ces deux processus bien qu'associés se sont montrés inefficaces (Bonhomme et Dancart, 2019).

51 Mesure établissant le stockage réglementaire des bois scolytés à 5km de toutes zones forestières

52 Voir annexe n° 1 : Photographie du stockage de bois à proximité d'une pinède dans le sud-ouest de la France

Cet avis obtenu lors des interviews, est illustré par la seconde expérience. Les pièges y ont été installés plus tardivement et dans ces circonstances, si le cas antérieur montré une efficacité relative du piégeage, ici rien n'a pu enrayer la progression des scolytes. Le piégeage est donc essentiellement efficace lors du printemps, si positionné avant le premier envol (Bonhomme et Dancart, 2019), ce qui confirme l'avis de l'ingénieur-2, ingénieur-3 et de l'agent OWSF-1.

Si nous n'avons traité que de ces deux expériences, leurs conclusions globales sur l'efficacité très faible des piégeages sont partagés par de nombreux gestionnaires et chercheurs (Bonhomme, 2020 ; OWSF, 2019 ; OWSF, 2020 ; Drumont et al., 1991 et Grégoire et Nageleisen, 2019, etc.). Ceci s'explique par la capacité de piégeage et la vitesse de pullulation des insectes. Chaque piège ne capturant que 10 000 insectes par saison environ, là où 1 m³ de bois produit 30 000 insectes en moyenne, trois à quatre pièges (OWSF, 2019) voir une dizaine en temps épidémique devraient être déployés par arbre infesté, pour une efficacité évaluée à 3 % pour un maximum de 10 % (OWSF-1, Chercheur-1). À la vue de ces résultats, dans le cas où des millions d'arbres ont été affectés, l'utilisation de ces pièges n'est pas une solution possible, d'un point de vue budgétaire et de main-d'œuvre, selon les agents OWSF-1, DSF-2, DSF-3 et ONF-2.

4. Quels autres inconvénients ?

Les pièges possèdent d'autres points négatifs. Les phéromones attirent d'autres insectes y compris les prédateurs du scolytes comme les clairons sont autant attirés que les scolytes (OWSF-1). Ce que j'ai pu constater moi-même lors de l'excursion avec le GEF⁵³.

L'association à des insecticides à large spectre amplifie ce problème pour les chercheurs français, allemands, autrichiens et belges. La possibilité de pénétration des sols et les phénomènes de bioaccumulation⁵⁴ et bioamplification⁵⁵ chez les espèces exposées, amènent respectivement à une pollution des sols et à une toxicité accrue de la chaîne trophique, induisant une perte de biodiversité et des risques sanitaires sur le long terme (De Vaufleury et al., 2013).

Les agents OWSF-1, ONF-2, DSF-2 et l'ingénieur-2 signalent que le placement de pièges aux endroits non-infestés et en quantité insuffisante, pourrait attirer des insectes là où aucune attaque n'aurait été déclenchée. Les phéromones d'attraction jouent le rôle d'amplificateur de crise, en attirant plus d'insectes que de capacité de capture, suscitant l'attaque des arbres alentour et la progression de l'épidémie.

⁵³ Voir annexe n° 2 : Photographie des insectes attrapés dans les pièges à scolytes, dans le sud-ouest de la France

⁵⁴ Processus par lequel une substance du milieu est absorbée et stockée dans un organe d'un être vivant

⁵⁵ Processus d'augmentation de la concentration d'une substance toxique dans les tissus des êtres vivants au fur et à mesure de la progression dans la chaîne trophique

Les agents de l'OWSF, de l'ONF et les chercheurs rencontrés définissent le piégeage comme un outil de gestion très particulier et spécifique, dont l'utilisation demande une information poussée. Pour les particuliers, ces mêmes acteurs conseillent de se renseigner auprès de professionnels avant utilisation. L'utilisation des pièges restant appréciée de certains gestionnaires, propriétaires et du public, comme une action visible de la lutte contre les scolytes. Elle reste, à défaut de faire l'unanimité en termes de gestion, un excellent outil de monitoring (Forêt&Naturalité, 2021 ; ONF, 2021), utilisé partout en Europe, notamment en Autriche⁵⁶, qui permet le suivi des populations de scolytes.

E. Quel avenir pour *Picea abies* et la sylviculture ?

1. *Picea abies*, une essence à l'avenir incertain

Au-delà des problèmes examinés jusqu'ici, l'omniprésence de *Picea abies* est pour tous les agents du DSF, de l'ONF, de l'OWSF, mais aussi pour les chercheurs allemands et autrichiens rencontrés l'un des problèmes majeurs de la forêt. La plantation massive d'épicéa dans la période d'après-guerre réalisé par les autorités d'alors est pour ces agents et chercheurs, le véritable problème de cette crise. Les États voulant reconstruire les pays d'après-guerre, ont privilégié l'épicéa pour ses qualités techniques pour les construction d'intérieur et d'extérieur, sa croissance rapide et soutenue, avec une productivité de 10 à 20 m³/ha/an vers soixante ans et un terme d'exploitation entre cinquante à quatre-vingts ans post-plantation, donc une essence rentable à échelle de vie humaine. La dépendance aux investissements initiaux qui découlera de ces années de plantation de *Picea abies*, empêchera le secteur forestier de changer à court terme d'essence forestière, menant à la situation connue aujourd'hui. L'avenir de l'épicéa est remis en question par les agents, chercheurs et experts rencontrés, la crise du scolyte illustrant la limite de cette essence forestière, sensible aux sécheresses.

2. Quelles essences à l'avenir ?

En Belgique, après discussion avec les pépiniéristes wallons et les agents de l'OWSF, certaines essences semblent favorisées. C'est le cas du Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), replanté en remplacement de l'épicéa commun pour sa résistance aux sécheresses et répondant aux mêmes caractéristiques techniques que l'épicéa. Le mélèze d'Europe (*Larix decidua*) suit la même progression, pour sa résistance aux fortes chaleurs, mais présente une forte sensibilité aux assèchements des sols. Environ une cinquantaine d'essences⁵⁷ sont en cours d'études en Belgique, par exemple avec les arborata du projet « Trees for future »⁵⁸ de la SRFB placés dans toute la Belgique et reprises dans le fichier écologique des essences (FEE, 2021)⁵⁹.

⁵⁶ Disponible sur : <https://www.bfw.gv.at/borkenkaefer-information-monitoring/>

⁵⁷ Voir Annexe n°3 : Essences à l'étude en Belgique

⁵⁸ Programme de la SRFB dans l'objectif d'identifier les essences prometteuses aux changements climatiques

⁵⁹ Disponible sur : [Fichier écologique des essences \(fichier-ecologique.be\)](https://www.fichier-ecologique.be/) / Outil d'aide à la décision pour la plantation d'essences forestières

En Allemagne, une centaine⁶⁰ d'essences sont à l'étude dans le seul arboretum de Wuppertal, où essences locales et étrangères s'y côtoient. L'interview de l'ingénieur-1 a mis en avant dix essences potentielles pour répondre aux changements climatiques à la suite d'une interview avec un agent forestier de l'arboretum, le sapin du noble (*Abies procera*), le sequoia côtier (*Sequoia sempervirens*), le bouleau à feuilles de tilleul (*Betula maximowicziana*), la châtaigner (*Castanea sativa Mill.*), le noisetier (*Corylus colurna*), le tulipier de Virginie (*Liriodendron tulipifera*), le sapin de Vancouver (*Abies grandis*), le thuya géant (*Thuja plicata*), le douglas (*Pseudotsuga menziesii*) et le noyer noir (*Juglans nigra*)⁶¹. Ces essences prometteuses sont pour le moment à l'étude et sont peu utilisées pour le reboisement. Le Douglas, semble être l'essence favorisée du côté allemand, pour les mêmes raisons qu'en Belgique.

En Autriche, ce sont les sapins qui pourraient remplacer l'épicéa, le sapin pectiné (*Abies alba*) étant l'essence citée l'Expert-1 de l'ÖBF. La progression de cette essence pourrait la conduire à représenter 50 % de la forêt nationale dans un futur proche. Mais d'autres essences sont également à l'étude dans les arboreta et placettes d'essai comme à Bruckneudorf, avec le sapin de Turquie (*Abies bornmuelleriana*), le cèdre du Liban (*Cedrus libani*), le Hêtre oriental (*Fagus orientalis*) et le tilleul argenté (*Tilia tomentosa*)⁶².

En France, le Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) occupe la première place dans les reboisements post-crise, mais des essences comme le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), le pin laricio de Corse (*Pinus nigra var. corsicana*), le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) sont également favorisée. Si ces essences sont bien connues des forestiers, des plantations plus exotiques comme le calocèdre (*Calocedrus decurrens*) et le frêne de Mandchourie (*Fraxinus mandshurica*) sont réalisées. Les placettes d'essai du projet ESPERENSE⁶³ ou RENEssences⁶⁴ deux projets de l'ONF développant des îlots d'avenir, placettes de 0,5 à 5ha implantées en forêt, pour des tests en situation.

Si la France, la Belgique, l'Allemagne et l'Autriche engagent ou pérennisent des mesures d'essai afin de diversifier nos forêts, ces résultats ne sont que des hypothèses. Les résultats de ces travaux ne se montreront probants, pour les agents et experts rencontrés, que dans des décennies, en raison des incertitudes associées aux changements climatiques et au temps de développement nécessaire des arbres. Les ingénieurs, agents et chercheurs sont en accord sur la maximisation de nos chances, en étudiant essences locales et étrangères, mais aussi en prospectant dans le domaine génétique, certains géotypes étant plus résistants que d'autres ou pour former des hybrides résistants (Conférence débat de l'ONF, 2022)⁶⁵.

60 Voir annexe n°4 : Essences à l'étude dans l'arboretum de Wuppertal

61 Voir annexe n° 5 : Atouts et faiblesses des essences forestières.

62 Voir annexe n° 5 : Atouts et faiblesses des essences forestières.

63 Disponible sur : [Changement climatique : le projet ESPERENSE s'installe dans la Nièvre \(onf.fr\)](#)

64 Disponible sur : [Avec le projet RENEssences, l'ONF se mobilise pour l'adaptation des forêts](#)

65 Disponible sur : <https://www.onf.fr/onf/+153b::journee-internationale-des-forets-2022-une-conference-debat-sur-lavenir-des-forets.html>

3. Épicéa ou non, pourquoi cette dichotomie ?

L'épicéa a peut-être un avenir incertain, mais est-il pour autant à exclure ? Si depuis 2018, il est vu comme un problème d'un point de vue écologique, les agents du DSF-4, DSF-5, l'Expert-1 de l'ÖBF et l'ingénieur-2 défendent l'avenir de l'essence. *Picea abies* présente des avantages non-négligeables, une exploitation possible avant trente ans pour le petit-bois, servant à la menuiserie, une très faible appétence dans son jeune âge pour le gibier, des plants moins cher que d'autres essences, assurant un développement à moindre coût pour les propriétaires. De plus, l'agent DSF-4 a précisé que les épicéas en station favorables avaient supporté la crise, les lieux les plus touchés étant situés en dessous de 800 mètres d'altitude.

Cette double vision vient surtout de la perception de la gestion de crise, si des agents du DSF, de l'ONF déplorent un manque d'impacts de la gestion, des chercheurs et experts forestiers déplorent sa mise en place. En effet, pour un expert de la diversité biologique à l'Université de Liège et l'agent DNF-1, l'idée d'une forêt autogérée est à envisager.

C'est le cas de la forêt de Bialowieza en Pologne, une des dernières forêts primaires d'Europe. Cette forêt, comme quasiment toutes celles composées d'épicéa s'est vue touchée par la crise du scolyte. La partie de forêt ayant le mieux réagi à cette pression soudaine, est celle laissée à l'auto-gestion, c'est-à-dire sans intervention de l'Homme. La régénération naturelle qui s'en suivit, s'est trouvée très soutenue et étonnante, pour l'agent DNF-1, qui a pu observer sur place des associations d'essences peu communes. Ainsi, il fut le témoin d'un développement de deux espèces héliophiles côte à côte, normalement très compétitrices sur l'exposition à la lumière, si associées. Les chênes et les pins ont atteint, 600/700 centimètres et 250 centimètres de tours en moyenne, témoignant d'un développement normal des deux essences.

4. Une sylviculture plus naturelle

Les agents OWSF-1, ONF-2 et ONF-3 rejoignent l'idée d'une sylviculture basée sur la régénération naturelle et laissée à la libre évolution. Ce modèle de développement forestier pourrait participer à la diversification des études en vue de l'adaptation aux changements climatiques et apporter des solutions qui ne pourraient être trouvées ailleurs. Mais les observations faites à l'heure actuelle sur ce modèle sont réalisées en forêts primaires et non en forêts secondaires. Les agents de l'OWSF, de l'ONF et l'expert de l'Université de Liège l'agent DNF-1, appellent donc à la prudence. Ils conseillent de profiter de la crise pour placer certaines zones déboisées dans une configuration de régénération naturelle et d'auto-gestion. Mais précisent, qu'une intervention sera nécessaire si ces placettes voient des arbres non-adaptés y repousser, la repousse d'épicéa dans les zones infestées par les scolytes étant une erreur à ne pas commettre pour ces derniers.

En Autriche, ces placettes sont actuellement en développement. Depuis la sortie du plan « Waldstrategie 2020+ », mettant en place des objectifs stratégiques pour la gestion forestière, deux de ces objectifs sont à l'essai, la « Conversion des peuplements forestiers modifiés et artificiels en communautés forestières naturelles potentielles » et « Permettre le rajeunissement des principales espèces d'arbres de la communauté forestière, potentiellement naturelle sans assistance technique et mesures de protection ». Si ce document évoque les objectifs stratégiques, il ne définit pas les méthodes utilisées et aucun résultat n'est disponible actuellement.

La régénération naturelle pourrait apporter des avantages en gestion des scolytes selon les agents OWSF-1, ONF-2, l'Expert-2 et DNF-1. La régénération naturelle favorise les mélanges, les développements symbiotiques ou d'entraide, et le développement d'essences adaptées à la station, renforçant la résistance et la résilience de ces dernières (Jactel et al., 2021). Cette diversité permet d'attirer les prédateurs et les parasitoïdes potentiels d'*Ips typographus*. L'hypothèse que ce modèle apporte des solutions naturelles à la gestion des scolytes est avancée par ces agents et experts forestiers, dans le cas où les bois ne sont pas évacués lors d'une infestation (Jactel et al., 2021). Procédé limitant le développement des antagonistes des scolytes, dont les populations croissent dans les deux ans après le début de l'infestation (Hougardy et Grégoire, 2001) et dont la survie est favorisée par les mélanges (Hougardy et Grégoire, 2004 ; Jactel et al., 2021). Le professeur et expert de la biodiversité de l'Université de Liège regrette, que cette hypothèse n'ait pas été testée en secteur public sur des parcelles suffisamment éloignées d'autres feuillus, permettant de vérifier en contexte cette potentialité et insiste sur la réalisation de ce type d'essai.

La crise débutée en 2018 est révélatrice de problèmes importants en termes d'adaptation aux changements climatiques, emballant le système et induisant les problèmes évoqués précédemment. Mais l'action des organisations forestières et des Gouvernement ne s'arrêtent pas aux actions de gestion, différents plans et programmes politiques ont vu ou verront le jour, venant ajouter des budgets de reboisement, de recherches génétiques, sylvicoles et techniques en réponses à la crise, auxquelles nous ne nous sommes pas intéressées. Il convient donc dans un second temps, d'étudier ces plans et programmes et d'en retirer l'avis des chercheurs, agents forestiers, ingénieurs et experts interrogés.

VI. La réponse des États, plans, programmes et projets

A. Le reboisement post-crise

En Allemagne, en Belgique, en France et en Autriche, l'adaptation aux changements climatiques se réalise par une approche plus naturelle, plus résiliente avec la plantation de nouvelles essences⁶⁶ adaptées aux changements climatiques et aux stations.

En France, les agents DSF-1, DSF-2, DSF-4 ont mis en avant la démarche du Plan « France Relance »⁶⁷, possédant une condition d'accès aux aides de reboisement basée sur la diversification des essences. Les propriétaires forestiers publics et privés sont dans l'obligation de diversifier à hauteur de 20 % de la surface parcellaire, si la surface dépasse 10 ha (MAA, 2020). Dans le cas des parcelles de surface inférieure, les propriétaires ont l'autorisation de planter des monocultures. Les aides obtenues s'élèvent à 60 % si la forêt est considérée comme vulnérable⁶⁸ aux changements climatiques, à 60 % si elle est considérée pauvre⁶⁹ et 80 % dans le cas d'attaques de scolytes ou d'agents pathogènes sur plus de 20 % de la surface totale et sont financées par l'État à hauteur de 150.000.000 d'euros (MAA, 2020).

Les agents ONF-1, DSF-2 et DSF-3 ont signalé que la plantation de monocultures, acceptée par le Plan « France Relance » n'était pas en accord avec le concept de changement climatique. Ces forêts sont plus exposées au dépérissement en cas d'attaque de pathogènes, d'insectes et d'évènements extrêmes, les arbres les composants étant sensibles aux mêmes facteurs biotiques et abiotiques, diminuant la résistance de l'écosystème. Lors des « Assises de la Forêt et du Bois »⁷⁰, le gouvernement français a revu la surface minimale d'obligation de diversification à 4 ha, applicable dans le cadre de « France 2030 »⁷¹, qui prendra le relais de « France Relance » en 2022 (MAA, 2022). En France, une incitation à la bonne conduite environnementale sera effective à partir de 2022, lors de l'entrée en vigueur du Plan « France 2030 », venant bonifier l'aide mise en place jusqu'à présent. La valeur de cette bonification n'est pas connue actuellement, mais dépendra de l'obtention d'une certification environnementale du « Forest Stewardship Council »⁷² (FSC) ou du Program for the Endorsement of Forest Certification⁷³ (PEFC) (MAA, 2022).

66 Voir : « Quelles essences à l'avenir ? »

67 Plan de relance économique français post-Covid, disponible sur : [Plan de relance | economie.gouv.fr](https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance)

68 Toutes essences présentant des faiblesses face aux changements climatiques

69 Forêt de faible production, faible taux de régénération.

70 Réunions de concertations, regroupant le ministère français et la filière bois, pour son orientation stratégique 2030, disponible sur : [Clôture des Assises de la Forêt et du Bois | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation](https://www.marsp.fr/assises-de-la-foret-et-du-bois)

71 Plan d'investissement français, successeur de « France Relance », disponible sur : [France 2030 : un plan d'investissement pour la France | economie.gouv.fr](https://www.economie.gouv.fr/france-2030)

72 Organisation non-gouvernementale de certification environnementale, site : [Home Page | Forest Stewardship Council \(fsc.org\)](https://www.fsc.org)

73 Marque de certification forestière, site : [PEFC - Programme for the Endorsement of Forest Certification](https://www.pefc.org)

Côté français, les mesures de financement du reboisement seront marquées par une pérennisation, à hauteur de 78.000.000 d'euros issus de « France Relance » et appliquées à partir de 2022 avec « France 2030 » (MAA, 2022).

En Wallonie, c'est le projet « Forêt Résiliente »⁷⁴ qui s'est établi en 2019. Ce plan à 3.000.000 d'euros, s'appuie sur trois axes, le mélange, l'adaptation des peuplements et l'intégration de la biodiversité dans la gestion forestière. Les financements sont répartis entre les projets à hauteur de 1.500.000 pour le secteur privé et le secteur public (OEWB, 2022). Les dossiers établis pour le secteur privé sont éligibles à des aides allant de 2000 euros/ha à 3000/ha selon le nombre d'essences plantées et l'intégration de la biodiversité dans le projet. Pour le secteur public, les aides sont plus variables, allant de 2000 à 51.500 euros selon les mêmes conditions que le secteur privé (OEWB, 2022).

Un second plan, le « Plan de Relance Wallonie »⁷⁵ vient apporter un soutien financier à l'adaptation aux changements climatiques. Le projet 96 « Soutenir la régénération de forêts résilientes » doté d'une enveloppe budgétaire de 15.000.000 d'euros viendrait sous la compétence du SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement destiné aux propriétaires privés et publics, dans la continuité des mesures du projet « Forêt Résiliente » (SPW, 2022). Les conséquences du COVID-19 ayant entraîné des répercussions socio-économiques importantes, le gouvernement wallon a pris la décision de créer une liste de quarante-deux projets prioritaires⁷⁶ ce 28 mars 2022, le projet n'ayant été retenu et n'ayant pu interroger les organismes en charge, aucune information complémentaire ne peut être donnée. Cependant, dans le cadre de « Facilité pour la Relance »⁷⁷, ce projet doit être clôturé pour 2026 (SPW, 2022).

En Allemagne, ce sont les « Sommet National sur les Forêts »⁷⁸ qui ont permis de financer le reboisement post-crise. Lors du Sommet de 2019, le Bundestag⁷⁹ a débloqué 547.000.000 d'euros répartis sur les années 2019-2022. Ce soutien financier atteint 800.000.000 d'euros en y ajoutant les investissements des Länder allemands (BMEL, 2022). Les Länder ont été désignés responsable de la distribution de ces financements au sein du secteur public et privé. En 2021 un second Sommet a été conduit, amenant l'instauration d'un système similaire au système français, une incitation à la bonne conduite environnementale et de gestion forestière (BMEL, 2022). Le chercheur-5 a précisé que cette incitation se divisait en deux parties, un montant fixe, perçu par l'ensemble des propriétaires forestiers publics et privés. La seconde sera une bonification de la somme fixe, si les propriétaires forestiers augmentent les performances de stockage de CO₂ de leur

74 Disponible sur : [Forêt Résiliente \(foretresiliente.be\)](https://foretresiliente.be)

75 Plan de relance économique wallon post-Covid, disponible sur : [Plan de Relance : priorité à certains projets \(wallonie.be\)](https://www.wallonie.be/fr/plan-de-relance-priorite-a-certains-projets)

76 Disponibles sur : [Plan de Relance : priorité à certains projets \(wallonie.be\)](https://www.wallonie.be/fr/plan-de-relance-priorite-a-certains-projets)

77 Plan de financement européen pour la relance post-Covid, disponible sur : [Facilité pour la reprise et la résilience | Commission européenne \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/europa/fr/commission-europeenne)

78 Disponibles sur : [Événement « Sommet national des forêts » : Sommet national des forêts 2021 \(waldgipfel.de\)](https://www.waldgipfel.de)

79 Parlement national de la République fédérale d'Allemagne, site : [Bundestag allemand - Page d'accueil](https://www.bundestag.de)

production forestière (BMEL, 2022). Les montants perçus par les propriétaires n'ont pu être connus, le contact avec les propriétaires et Länder allemand n'ayant pu se réaliser.

En Allemagne, une prime fédérale vient s'ajouter aux aides précédentes. Cette prime formée à partir du « Plan de relance économique fédéral allemand » s'est vu octroyer un soutien supplémentaire de 500.000.000 d'euros. La prime est attribuée aux propriétaires privés et communaux, dont la zone forestière répond à la certification PEFC ou FSC, s'élève à cent euros/ha. Cette prime, associée au plan de relance allemand a pris fin en même temps que ses mesures le 30 octobre 2021, sans aucun prolongement négocié (BMEL, 2022).

En Autriche, les informations obtenues restent limitées à des orientations stratégiques générales, aucun détail n'a pu être explicité. Comme en Belgique, en Allemagne et en France, l'Autriche investit dans les essences adaptées, vise à augmenter la résilience et le taux de mélange de feuillus et de résineux, vise à engager une augmentation de sa surface forestière dans les Länder les moins couverts, vise à la mise en place d'une incitation à la bonne conduite environnementale, sans pour autant avoir des informations précises. Sur les conseils de l'Expert-1 de l'ÖBF, la réalisation d'une enquête en compagnie d'une personne parlant la langue allemande faciliterait l'obtention de ces informations. Un approfondissement est donc nécessaire sur le développement des programmes et plans autrichiens.

B. La Recherche et le Développement (R&D)

En France, la recherche et le développement prennent différentes formes et objectifs, nous retrouvons les recherches de laboratoire, les recherches de terrain, la technologie, la création d'organisations forestières ou la création de fonds pour la forêt (MAA, 2022, BMEL, 2022, SPW, 2022).

Le premier projet français concerne un « projet forestier PEPR⁸⁰ ». Ce projet porté par l'INRAE⁸¹ et le CIRAD⁸², a pour objectif de venir renforcer les recherches et les connaissances sur les forêts. L'État français voit dans ce projet, un moyen d'améliorer les connaissances sur la multifonctionnalité des forêts et la gestion et l'évaluation des impacts du changement climatique (MAA, 2022). Ce projet serait doté d'un budget de 74.000.000 euros par l'intermédiaire du PIA4⁸³, après évaluation du jury international en avril 2022. Actuellement, aucun compte-rendu n'a été diffusé et aucun retour n'a pu être fait par les interlocuteurs du DSF ou de l'ONF rencontrés (MAA, 2022).

80 Programmes et Équipements Prioritaires de Recherche

81 Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, site : [Accueil | INRAE INSTIT](#)

82 Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour la Développement, site : [Cirad, la recherche agronomique pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes. | Cirad](#)

83 4ème Programme d'Investissement d'Avenir, disponible sur : [Un programme pour investir l'avenir | Gouvernement.fr](#)

La France développe en parallèle, un appel à projet sur l'adaptation des forêts au changement climatique. Piloté par le RMT AFORCE⁸⁴, ce projet vise une amélioration de la communication des connaissances sur les relations forêts-changement climatique tout en construisant des outils d'aide à la décision pour le terrain. Au total, 300.000 euros y sont dédiés et seront répartis entre les projets sélectionnés en juin 2022. L'État français mise sur des projets d'intégration des risques sanitaires, des aléas climatiques, de la prévention, de nouveaux mélanges d'essences et d'une révision des techniques sylvicoles (MAA, 2022).

La création d'une commission scientifique est également dans les plans politiques. Le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA)⁸⁵ dirige ce projet dans le but d'appuyer l'influence des scientifiques dans les décisions des essences d'avenir. La première réunion de cette commission réalisée en avril 2022 n'a pas encore communiqué de rapport. En complément de la commission scientifique, l'IGN viendra créer un Observatoire de la Forêt en partenariat avec l'ONF et le CNPF qui prendra forme en 2022-2023, pour soutenir les programmes de télédétection comme le LiDAR HD⁸⁶, la diffusion des données de l'IGN et le partage de l'inventaire forestier national (MAA, 2022).

Les « Assises de la Forêts et du Bois »⁸⁷ ayant permis de rassembler les acteurs autour de la question de l'avenir des forêts sur le territoire national, d'autres projets sont en cours côté français. La France voit donc des projets de production de matériels forestiers de reproduction (MFR) venir se greffer aux travaux de laboratoire. L'apport de 1.300.000 euros par an de ce projet soutient à hauteur de 600.000 euros la création des îlots et vergers à MFR, à hauteur de 500.000 euros la R&D et de 200.000 par an la conservation génétique des MFR obtenus, pour lutter contre les pénuries de plants et graines en cas de forte demande de reboisement (MAA, 2022). Le développement de la recherche sur les feuillus, visant à de nouveaux débouchés et essences, vient avec un budget de 3.000.000 lié au PIA4 et un cofinancement de la filière-bois appuyer la valorisation des bois feuillus sur le marché français et européen en identifiant les essences mobilisable pour la construction, le bois-énergie, l'ameublement, l'emballage etc. (MAA, 2022). Ces derniers projets étant mis en place fin 2022 sur une durée entre trois et cinq ans, aucune information supplémentaire n'a pu être recueilli.

En Wallonie, la recherche et le développement prennent la même direction qu'en France. La surveillance et l'adaptation de la gestion de crise sont un des projets du « Plan de Relance Wallonie ». Le projet n°109 « Améliorer et développer les outils de surveillance de la santé des forêts et de gestion de crise afin d'augmenter la réactivité face aux problèmes sanitaires » doté d'un budget de 2.000.000 sous la compétence du Service Public de Wallonie (SPW)⁸⁸ a pour but de créer, des outils de gestion permettant d'augmenter la

84 Réseau Mixte Technologique pour l'adaptation des forêts au changement climatique, site : [Home - Aforce - Adaptation des forêts au changement climatique \(reseau-aforce.fr\)](https://reseau-aforce.fr/)

85 Site : [Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation](https://www.maa.gouv.fr/)

86 Présentation le 19 mai 2022

87 Disponible sur : <https://agriculture.gouv.fr/cloture-des-assises-de-la-foret-et-du-bois#:~:text=Le%2016%20mars%202022%2C%20Julien.la%20for%C3%AAt%20fran%C3%A7aise%20de%202030.>

88 Site : [Accueil | Service Public de Wallonie](https://www.spw.wallonie.be/)

réactivité et l'efficacité face aux risques sanitaires et aux aléas climatiques. La construction de structures de stockages des bois abattus devrait également être développée, pour éviter l'engorgement des scieries comme lors de la crise du scolyte (SPW, 2022).

Le projet n°108 « Soutenir la régénération de forêts résiliente (aspect recherche et formation) », toujours sous la compétence du SPW, vise à développer la recherche génétique des essences forestières, en appuyant sur les génotypes adaptés au changement climatique, en allant chercher de nouvelles essences à l'étranger et en hybridant des essences proches. Ce projet ajoute l'aspect formatif de la filière-bois, le but étant ici de familiariser les acteurs de la filière aux nouvelles avancées génétiques qui seront réalisées tout en intégrant ces découvertes dans le fichier écologique des essences, avec un budget de 2.000.000 d'euros au total.

Le projet de fusion de l'OEWB et de l'ASBL Ressources naturelles développement⁸⁹ est en discussion. Les deux organismes fusionnés permettraient de former une organisation regroupant l'ensemble des acteurs de la filière (SPW, 2022). Cet organisme sera capable lors de sa mise en fonction de répondre à l'ensemble des demandes de la filière en servant de pôle de centralisation de l'information. Les moyens humains, techniques et financiers seront discutés en fonction des responsabilités qui seront prises en charge par l'organisme. Ce projet n°160 se voit allouer un budget de 7.000.000 d'euros pour sa réalisation (SPW, 2022).

Les projets exposés ici ne faisant pas partie des projets prioritaires sélectionnés par le gouvernement wallon pour son plan de relance, aucun retour n'a pu être obtenu lors des entretiens. Les projets non-prioritaires seront traités à posteriori par le gouvernement wallon (OWSF-1).

En Allemagne, c'est le « Programme d'investissement forestier » qui vient soutenir l'accès, le développement, la modernisation des outils informatiques et de détection, mais aussi les machines et les équipements forestiers. Le chercheur-5 a précisé que la demande de projet qui débuta le 2 novembre 2020 a dû être fermée le 24 novembre de cette même année sous l'accumulation des demandes de financement. Le financement du programme concerne les acteurs publics et privés de la filière, sauf si l'État fédéral ou les Länder détiennent 25 % ou plus des actifs de l'entreprise (BMEL, 2022). Au total 50,000,000 d'euros sont engagés pour soutenir les propriétaires forestiers sous forme de subvention à hauteur de 40 % de leurs investissements, pour une valeur minimale engagée de 10,000 euros. La subvention ne fait pas état d'une surface minimale à considérer, toutes les surfaces forestières sont éligibles si le montant des 10,000 euros est respecté (BMEL, 2022).

Le 7 mars 2021, le gouvernement allemand a annoncé, la création d'un Institut spécialisé dans la protection des forêts et le développement de forêts résilientes. L'institut situé à Quedlinburg dans le Land du Harz est affilié à un Institut fédéral du Ministère⁹⁰ (BMEL, 2022). Les recherches qui sont menées depuis portent sur

89 Site : [Ressources Naturelles Développement ASBL | L'opérateur de référence pierre-bois \(rnd.be\)](#)

90 Institut Julius Kühn, site : [JKI: Start \(julius-kuehn.de\)](#)

la biologie et le repérage des organismes pathogènes et insectes ravageurs des forêts, sur les causes d'affaiblissement de long termes des forêts comme les événements climatiques extrêmes et répétés ou l'altération des sols et de la teneur en nutriment et sur les conseils à apporter au gouvernement pour mettre en place une gestion et une protection des forêts en accord avec le changement climatique (BMEL, 2022).

En Autriche, c'est une nouvelle fois le manque de possibilité d'entretiens qui est venu limiter le nombre d'information. Des recherches sont en cours sur l'utilisation des produits finaux du bois, leur diversité et leurs atouts dans la lutte contre le changement climatique. L'amélioration des recherches et des connaissances sur le climat et ses relations avec les forêts sont une des priorités majeures, tout comme l'augmentation des ressources et des financements alloués à la recherche et au développement (Waldstrategie, 2020).

C. Modernisation de la filière-bois

En France, la première action venant soutenir la filière-bois est un soutien aux investissements faits dans l'industrie du bois. En réponse aux besoins de bois pour les constructions et aux problématiques d'évacuation des bois, l'État français vient investir au total 380.000.000 d'euros pour augmenter la compétitivité, la capacité et la valorisation des entreprises françaises du secteur bois (MAA, 2022). Deux leviers ont été choisis, les appels à projets pour les moyens de transformation des bois et les appels à projets pour la valorisation énergétique de la filière.

Investissement dans l'industrie du bois		
Levier	Transformation des bois	Valorisation de l'énergie
Objectif(s)	- Valorisation sur les produits et co-produits peu valorisés (copeaux, sciures, bois énergie etc) - Valorisation des bois feuillus	- Financement des dépenses énergétiques de la filière (pour la transition vers des sources d'énergie renouvelables)
Budget (euros)	180.000.000	200.000.000
Date(s) des appels à projets	15 juin et 22 octobre 2022	Non communiquées

Tableau n°7 : Récapitulatif des leviers du projet d'investissement dans l'industrie du bois.⁹¹

Pour la valorisation énergétique, le gouvernement se repose sur le Fonds Chaleur⁹² mis en place en 2020 dont une partie des 1 milliards d'euros investit dans le fonds viendrait soutenir les dépenses financières de la filière, à hauteur de 60 % des coûts d'installation des nouveaux systèmes énergétiques (MAA, 2022). Ces deux mesures permettront de transformer et valoriser les bois plus rapidement, en offrant de nouveaux

⁹¹ (MAA, 2022)

⁹² Outil de financement d'appels à projets pour une consommation énergétique d'origine renouvelable pour les entreprises, les collectivités et industriels, site : [Le Fonds Chaleur de l'ADEME : un levier puissant de la transition énergétique](#)

secteurs rentables, notamment le bois-énergie et les co-produits pour les propriétaires forestiers dont les bois sont soumis à des coupes sanitaires, tout en assurant une consommation d'énergies renouvelables.

La France s'appuie en parallèle sur un soutien aux entreprises dont le service principal est l'exploitation forestière. Le budget de 20.000.000 d'euros issue de « France 2030 » et du PIA4 permettra aux entreprises forestières de se moderniser sur les équipements, la mécanisation et les outils informatiques à disposition (abatteuses, cartographie numérique etc.) (MAA, 2022).

En Wallonie, c'est le projet n°107 « Développer la filière de première⁹³ et de deuxième⁹⁴ transformation du bois feuillu », du « Plan de Relance Wallonie » qui remplit cet objectif. Avec son budget de 8.000.000 d'euros et son pilotage mené par l'Office économique wallon du Bois (OEWB), le projet a pour objectif de dynamiser et de moderniser la filière (SPW, 2022). Comme en France, la Belgique s'inscrit dans une volonté de diversification de sa filière-bois, en valorisant davantage les bois feuillus pour la construction et les autres débouchés. Pour le projet n°107 repris dans les priorités gouvernemental du 28 mars 2022, c'est l'absence d'entretien avec les acteurs économiques de la filière qui vient limiter les informations obtenues.

La valorisation augmentée des bois feuillus permettrait un développement plus abondant de forêts mixtes, les propriétaires ayant moins peur quant à la rentabilité de ces bois par rapport aux bois résineux à croissance rapide, tout en augmentant le nombre d'essences au sein de l'écosystème, favorisant une résilience accrue face aux ravageurs et aux aléas climatiques (OWSF-1, Administrateur-1, ONF-1).

Le projet n°78 « Élaborer un plan d'action visant à la professionnalisation de la filière-bois énergie wallonne » vise à concevoir un plan stratégique pour optimiser les actions de la filière dans le débouché du bois-énergie, offrant comme en France un secteur de valorisation supplémentaire aux propriétaires dont le bois est soumis à des coupes sanitaires (SPW, 2022). Les deux projets précédents n'étant pas retenus pour les projets prioritaires du « Plan de Relance Wallonie », aucune information supplémentaire n'a été recueillie.

En Allemagne, un programme de financement à la modernisation de la filière-bois vient remplir les objectifs des plans français et belges cités précédemment. Initié le 4 mars 2021 par le Ministère fédéral allemand⁹⁵, ce programme vient ajouter 15.000.000 d'euros dans la filière, pour améliorer l'utilisation et la valorisation des bois issus de coupes sanitaires, à l'utilisation accrue des bois feuillus et l'utilisation du bois en construction (BMEL, 2022 ; Ingénieur-1). Ce financement est dédié à l'industrie du bois et aux entreprises dont 50 % de leur chiffre d'affaires provient de la production, la transformation, la commercialisation et/ou la réparation de ces produits. Le taux de financement des projets dépend de la taille des entreprises, avec 20 % subventionné

93 Ensemble d'opérations effectuées sur les bois ronds permettant la formation d'un autre produit (copeaux, sciures, pâte à papier etc)

94 Ensemble d'opérations effectuées sur les produits de première transformation permettant l'obtention de produits semi-finis (bois poncés, parquets, lambris, les bois séchés etc).

95 Site : [Site du gouvernement fédéral | Accueil \(bundesregierung.de\)](https://www.bundesregierung.de)

pour les petites et micro-entreprises⁹⁶, 10 % pour les moyennes⁹⁷ et grandes entreprises⁹⁸ et possède un plafond maximum de 1.000.000 d'euros pour les petites et moyennes entreprises et de 200.000 euros pour les grandes entreprises (BMEL, 2022).

Un deuxième programme a été initié le 4 mars 2021, avec un budget de 20.000.000 d'euros pour favoriser les constructions en bois et respectueuses du climat. Dans cette optique, la subvention versée correspond à 50 % des investissements et ne concerne que les projets dont le coût dépasse 10.000 euros et vise la promotion de la construction en bois et de pôles d'innovation qui permettent une organisation en réseau des entreprises de la filière-bois, améliorant les transferts de bois entre les entreprises en cas de saturation de la filière (BMEL, 2022).

En Autriche, une nouvelle fois seul les orientations stratégiques sont connues, sans informations complémentaires. La meilleure compétitivité, une augmentation de l'attractivité de la filière et des projets d'optimisations de machines sont en cours, mais aucune autre information n'a été retiré des entretiens (Waldstrategie, 2020).

De manière générale, l'absence d'interviews réalisées en compagnies d'acteurs économiques et de transformations au sein de la filière (OEWB, scieries, industries etc.), a limité les informations obtenues. Dans la perspective d'approfondissement de ces recherches des entretiens avec les acteurs économiques et de transformation permettraient d'obtenir un retour sur une vision plus économique des décisions prises.

D. La durabilité et biodiversité

En France, le « Plan National d'Action : Vieux Bois et Forêts Subnaturelles⁹⁹ » vient soutenir la préservation de la biodiversité forestière dans le but de maintenir sur le territoire des écosystèmes forestiers plus résilients. En 2022, le Ministère de la Transition écologique (MTE) prend le pilotage du projet et a pour objectif de cartographier l'ensemble des forêts subnaturelles françaises. Ce plan visant les propriétaires et les gestionnaires forestiers, serait mis en œuvre à l'horizon 2026-2035 à la suite d'étapes intermédiaires. Le budget alloué à ce projet n'est pas connu, les financements étant dépendants du nombre d'actions dans la feuille de route.

96 Entreprises de moins de 50 employés, avec un chiffre d'affaires annuel inférieur à 10,000,000 d'euros

97 Entreprises de moins de 250 employés, avec un chiffre d'affaires annuel inférieur à 50,000,000 d'euros

98 Entreprises de 250 employés ou plus, avec un chiffre d'affaires annuel supérieur à 50,000,000 d'euros

99 La forêt subnaturelle (ou semi-naturelle) peut être une forêt primaire ou secondaire mais qui porte la trace de l'homme. Néanmoins, les interventions humaines n'ont pas modifié directement ou indirectement la composition ou la structure des peuplements. (Gaudin, 1995).

Étapes intermédiaires « Plan National d'Action : Vieux Bois et Forêts Subnaturelles »	
Année	Action
2022	- Début du pilotage - Cartographie des forêts subnaturelles (MTE, IGN et INRAE) - Feuille de route
2023	- Rédaction du PNA ¹⁰⁰ - Fin de la cartographie
2024	- Fin de la rédaction du PNA
2025	- Approbation du PNA

Tableau n°8 : Étapes intermédiaires du « Plan National d'Action : Vieux Bois et Forêts Subnaturelles ».

Ce projet vient soutenir les demandes des agents ONF-1 et ONF-2 perçues dans la partie « Une sylviculture plus naturelle », les forêts subnaturelles serviront de réservoir et de lieu d'étude pour l'adaptation aux changements climatiques, les essences et les mélanges qui y seront observés pouvant guider les gestionnaires quant à l'orientation des plantations sylvicoles en accord avec le changement climatique (MAA, 2022).

Un deuxième plan, « Préserver les sols forestiers » à l'initiative du Ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture et du Ministère de la Transition Écologique vient appuyer la notion de durabilité et de conservation de la biodiversité (MAA, 2022). Ce plan mis en œuvre en 2022-2023 vise à garantir le bon fonctionnement des sols forestiers sur le long terme et en accord avec les changements climatiques, en évitant l'effet de tassement. Le bon fonctionnement des sols permettra de maintenir une résilience accrue des forêts et de leurs chaînes trophiques, la circulation des nutriments et de l'oxygène étant facilitée dans un sol aéré, améliorant le développement des espèces présentes (Goutal et al., 2012 ; Ranger et al., 2020). Les budgets débloqués seront connus à la fin de l'élaboration du plan, les actions connexes n'étant pas définies.

En Wallonie, les projets liés à la biodiversité et à la durabilité forestière seront disponibles après les événements des « Assises de la Forêt et du Bois, Wallonie »¹⁰¹ (Congrès, 2022). Le programme rassemble, comme son homologue français les acteurs de la filière-bois autour des discussions sur son avenir dans le contexte du changement climatique. Le Congrès de lancement a eu lieu le 25 février 2022, lors duquel des scientifiques, des propriétaires, des gestionnaires et des politiques ont pu échanger sur l'avenir de la forêt wallonne. À la suite de ce congrès, une phase de concertation entre acteurs a lieu du printemps à l'automne 2022, suivi jusqu'en fin 2023 de la construction du « Programme Forestier Régional », qui orientera les stratégies choisies par la Wallonie pour composer avec l'équilibre Forêt-Climat. Ce programme forestier servira à pérenniser les orientations de la région wallonne exposées dans les points précédents, et à les rediriger dépendamment des résultats observés par la filière et le gouvernement (Congrès, 2022).

¹⁰⁰ Plan National d'Action

¹⁰¹ Disponible sur : [Accueil - Les Assises de la Forêt \(wallonie.be\)](https://www.wallonie.be/fr/assises-de-la-for-et-du-bois)

En Allemagne, les projets liés à la durabilité et à la biodiversité forestière dans le but du maintien d'une résilience accrue face aux changements climatiques sont contenus dans la Waldstrategie 2050¹⁰². Les stratégies allemandes pour la biodiversité forestière sont semblables à celles de la France, avec une intégration de la biodiversité dans la gestion forestière, l'augmentation de la résilience des écosystèmes forestiers par le biais de la biodiversité et de la protection des sols et un suivi du développement de la biodiversité des espèces forestières, y compris les essences pour favoriser l'adaptation aux changements climatiques (Waldstrategie, 2021). Cependant, le manque de possibilité d'échanges avec les acteurs allemands, le temps nécessaire à la traduction des documents et la publication récente de la stratégie en septembre 2021 n'ont pas permis de préciser les méthodes et les budgets alloués aux orientations forestières se développant pour 2050.

En Autriche, les échanges avec les chercheurs autrichiens n'ont pas permis de mettre en avant des stratégies politiques sur la relation biodiversité-résilience forestière.

E. La communication au sein de la filière

En France, l'État souhaite améliorer la communication sur les décisions prises avec les propriétaires privés et les gestionnaires forestiers. Dans ce cadre, un projet de modernisation de la transmission des documents de gestion, par outils informatiques sera mis en place entre 2022 et 2025 à l'initiative du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et du CNPF (MAA, 2022). Le budget attribué sera évalué par le CNPF. La communication par télécommunication des documents de gestion sera d'ailleurs rendue obligatoire avec la création d'une loi dont l'échéance dépendra de la vitesse de mise en place du projet (MAA, 2022).

Dans ce même but d'améliorer la communication, la mise à jour du Plan Simple de Gestion (PSG) est en discussion. Le PSG est un fichier obligatoire pour les propriétaires privés dont la surface forestière est supérieure à 25 ha en un seul tenant (CNPF, 2022). Ce document reprend l'ensemble des éléments administratifs, les enjeux, une carte de situation, un plan des peuplements et leur description, les objectifs de gestion et le programme annuel des coupes (CNPF, 2022). Dans le cas d'une propriété non soumise à une obligation de PSG, le propriétaire peut sur base du volontariat en remettre un au CRPF de sa région. La mise à jour de ce document comprendrait, un abaissement de la surface à 20 ha pour le rendre obligatoire et la création d'un chapitre sur les perturbations biotiques et abiotiques observées sur les peuplements. Cette mise à jour permettra de faire circuler plus efficacement les informations liées aux surfaces forestières privées, y compris concernant les perturbations liées aux changements climatiques. La vitesse et le nombre d'information remontés grâce à l'outil informatique et l'implémentation de données dans le PSG, permettront aux autorités d'encadrement de lutte¹⁰³ d'accéder plus facilement aux informations de localisation des sites infestés lors de crise sanitaire.

¹⁰² Document stratégique sur l'orientation forestière à l'horizon 2050

¹⁰³ Voir tableau n°6 : Organisation forestière, organismes, rôle et réglementation

En Wallonie, en Allemagne et en Autriche, les informations sur l'amélioration de la communication au sein de la filière n'ont pu être discutées.

F. Le projet Debarking Heads, un projet allemand et autrichien

1. Présentation du projet

Le projet « Debarking Heads » est un projet mené à la fois en Allemagne et en Autriche. Il s'agit d'un projet en deux parties : Debarking Heads I et Debarking Heads II dont le but est de vérifier l'efficacité des têtes d'écorçage en Europe centrale et d'optimiser la chaîne logistique et les machines.

Pour cette étude, différentes essences forestières ont été soumises à cette exploitation particulière, principalement des résineux, dont l'épicéa commun. Les résultats portent sur le côté technique du processus et sur les aspects écologiques et économiques, pour tenir compte d'un maximum de services rendus par les forêts. Le maintien des nutriments du bois dans le milieu forestier, l'augmentation de la qualité du bois en tant que combustible, la conservation des forêts face aux scolytes, l'optimisation de la chaîne logistique et la valorisation économique des bois sont étudiés dans ce projet.

À cet instant, le projet Debarking Heads I est achevé et s'est déroulé de janvier 2018 à juillet 2020. La partie II, le projet est toujours en cours, 35 % du projet étant actuellement réalisé. Les résultats présentés sont à considérer comme des résultats temporaires, l'ensemble des retours sur le projet n'étant pas réalisés. La gestion des scolytes ayant posé problème dans sa réalisation, dans toute l'Europe, ce projet pourrait faciliter l'avenir de la gestion, en accélérant les processus de coupe et d'écorçage, éliminant une partie des scolytes présents dans les arbres. Le chercheur-5 a pu m'exposer les premiers résultats du projet, associé à des articles qu'il m'a communiqué.

2. Premier constat du projet

Une première expérience, concernant la survie du scolyte de l'épicéa lors de l'écorçage des troncs par les têtes d'écorçage a été réalisée. Les individus ont été comptés selon leur stade de développement (imago, larves ou nymphe) et associés à un état vital (mort ou vivant) (Benneman et al., 2020). Lors de l'utilisation d'unité de récolte conventionnelle (absence de tête d'écorçage), le taux de survie des insectes était compris entre 48 % et 59 %. Avec les têtes d'écorçage, une plus grande surface de tronc est entraînée dans la rotation de la machine¹⁰⁴, augmentant potentiellement le taux de décès des insectes, mais aucun chiffre n'est communiqué (Benneman et al., 2020).

¹⁰⁴ La machine est composée de deux rouleaux, avec des couteaux disposés en biais. L'orientation des couteaux permet de mettre en rotation le tronc autour de son axe longitudinal tout en découpant et décollant l'écorce.

Une expérience similaire menée en Allemagne a montré qu'en cas d'infestation, les têtes d'écorçage restent efficaces pour écorcer les troncs. L'efficacité d'écorçage augmentait à mesure que l'infestation gagnait du terrain (Heppelmann et al, 2019). Mais une grosse différence d'efficacité a été constatée lors du changement d'un facteur, la saison d'écorçage. En été, une couche de sève vient former une couche de séparation naturelle, facilitant l'écorçage selon les hypothèses avancées, mais cela est à l'étude (Heppelmann et al, 2019). Lors de l'hiver, cette couche disparaît réduisant le pourcentage d'écorçage moyen d'environ 35 à 54 % (Heppelmann et al, 2019). Les scolytes agissant également sur la transmission de la sève au sein de l'arbre, ces mêmes constatations devraient être observées. Les réductions d'écorçage en présence de scolytes n'ont que très peu été observées, voir n'ont pas été constaté dans la majorité des tests réalisés. Une amélioration a même été observée, dépendamment du modèle de tête d'écorçage et du nombre d'options de programmation possible de la machine (Heppelmann et al, 2019). Des projets annexes menés dans le but de vérifier cette théorie, la confirme (Heppelmann et al, 2019). Des têtes d'écorçage de même modèle, ancien et modernisé ont montré des résultats identiques aux machines possédant des options de réglages supplémentaires (Heppelmann et al, 2019).

Une deuxième expérience sur la survie des scolytes a été menée. Les écorces récoltées ont été laissées en forêt sous forme de tas, dans les cas où l'écorce ne s'était pas encore décollée naturellement. Les neuf tas formés ont été recouverts d'un filet pyramidal, auquel sont attachées des boîtes de capture au niveau du sommet. Les côtés des bases ont été enterrés afin d'éviter la sortie des insectes durant la capture (Benneman et al., 2020). Sur la période d'un mois suivant la mise en place des filets, un contrôle hebdomadaire des boîtes de capture fut réalisé. Dans les neuf cas, aucun scolyte de l'épicéa n'a été trouvé dans les pièges, les écorces écorcées par les machines ayant été écrasées et broyées, privant les scolytes de lieux de reproduction (Benneman et al., 2020).

Si les résultats semblent satisfaisants, une nuance a été apportées par le chercheur-5 consulté sur ce projet, venant soutenir les limites exposées par deux études. Les têtes d'écorçage semblent efficaces pour éliminer les scolytes au sein des bandes d'écorce éliminées du tronc. Mais restent moins efficaces que leurs homologues conventionnelles (sans le « Debarking set ») en terme d'écorçage, pour une efficacité moindre de 41 à 42 % (Mergl et al., 2021). Les machines associées aux « Debarking set » laissant plus d'écorce sur les troncs, les scolytes possèdent encore une surface suffisante pour s'y développer (Bennemann et al., 2020), ne diminuant pas au seuil espéré les populations de scolytes.

Si l'efficacité d'écorçage est suffisante pour l'exploitation des bois, elle semble constituer une limite sérieuse à l'application de ces machines dans la régulation des populations de scolytes. Cependant, ce projet reste une piste probable, les auteurs des articles et le chercheur-5, demandent la reconduite de certaines expériences, venant appuyer ou infirmer les constatations précédentes (Interviews ; Bennemann et al., 2020 ; Kwf, 2020). Aucun projet ne s'approche de « Debarking Heads » en France ou en Belgique, un contact ultérieur

avec le secteur allemand et autrichien serait avantageux pour connaître les tendances et les prochains résultats de ce projet, communiqué à la conférence du Conseil pour le travail en forêt et la technique forestière (KWF) de 2024¹⁰⁵.

	Propriétaire de la forêt	État	Collectivités locales	Particuliers
BE Wallonie)	Financement de la lutte	État	État	État
	Encadrement de la lutte	État	DNF, OWSF	SRFB, Cellule de la forêt privée wallonne, OWSF
	Réglementation	Code forestier + réglementation des projets ¹⁰⁶	Code forestier + réglementation des projets	Code forestier + réglementation des projets
FR	Financement de la lutte	État	Collectivités locales	Particuliers
	Encadrement de la lutte	DSF, ONF	DSF, ONF	DSF, CRPF
	Réglementation	Code forestier + réglementation des projets	Code forestier + réglementation des projets	Code forestier et SRGS + réglementation des projets
DE	Financement de la lutte	État fédéral	État fédéral et Länder	État fédéral et Länder
	Encadrement de la lutte	Länder	Länder	Länder (composante privée)
	Réglementation	Loi forestière fédérale + réglementation des projets	Loi forestière fédérale + réglementation des projets	Réglementation des projets
AT	Financement de la lutte	État fédéral	Länder	particuliers
	Encadrement de la lutte	État fédéral	Länder	Länder (composante privée)
	Réglementation	Loi de 1975 sur les forêts	Loi de 1975 sur les forêts	Loi de 1975 sur les forêts

Tableau n°9 : Tableau récapitulatif des organismes responsables du financement et de l'encadrement des plans et programmes politiques en réponse aux crises sanitaires forestières et les réglementation associées.

105 Disponibles sur : [KWF Tagung Schwarzenborn 2024 \(foiresinfo.fr\)](https://www.foiresinfo.fr)

106 Disponibles sur les sites des projets correspondant

France					
Projet	Programme	Objectifs	Financement en Euros (Financeurs)	Date de mise en œuvre	Destinataires
France Relance	« France Relance »	Reboisement post-crise	150.000.000 (MAA)	2020-2022	Secteur public et privé
France 2030	« France 2030 »	Incitation à la bonne conduite environnementale	Inconnu (MAA)	2022-2030	Secteur public et privé
Pérennisation des aides	« France Relance » et « France 2030 »	Appui sur la continuité des aides pour le reboisement	78.000.000 (MAA)	2022-2030	Secteur privé et public
Projet forestier PEPR	« PIA4 »	Renforcer le Recherche sur la Forêt	Inconnu (MAA)	Indéterminée	INRAE ; CIRAD ; ONF ; CNRS ; Université d'agronomie française
Appel à projet pour l'adaptation au changement climatique	« Assises du Bois et de la Forêt »	Amélioration de la communication des connaissances	300.000 (MAA, MTE, France Bois Forêt et ADEME)	2022-2024	Secteur de la Recherche et du Développement, associé avec un acteur de la filière-bois
Création d'une commission scientifique	« Assises du Bois et de la Forêt »	Appuyer les scientifique dans leur rôle de sélection des essences d'avenir	Inconnu (Inconnu)	Dès 2022	Secteur Recherche et Développement sur les forêts
Matériel de reproduction forestier	« Assises du Bois et de la Forêt »	Maintenir la production de graines et de plants en accord avec les objectifs de reboisement	1.300.000/an pour la R&D, la création de vergers, la conservation des graines et plants (MAA)	Début en 2022-2023	Ensemble des acteurs de la filière-bois

Projet Feuillus	« PIA4 »	Appuyer la valorisation des bois feuillus	3.000.000 (MAA et filière-bois)	Dès la fin d'année 2022	Acteurs de la transformation des bois
Investissement dans l'industrie du bois	« Assises du Bois et de la Forêt »	Valorisation des produits associés à l'exploitation des bois	380.000.000 (MAA)	Dès la fin d'année 2022	Acteurs de la transformation des bois
Soutien aux entreprises forestières	« France 2030 » et « PIA4 »	Modernisation des entreprises, renforcement des capacités et de la performance économique	20.000.000 (MAA)	Dès mai 2022	Entreprises de transformation des bois
PNA « Vieux bois et Forêts subnaturelles »	« Assises du Bois et de la Forêt »	Préservation de la Biodiversité	Inconnu (MTE)	2022-2035	Propriétaires, gestionnaires forestiers
Préservation des sols	« Assises du Bois et de la Forêt »	Maintien de l'intégrité des sols forestiers	Inconnu (MMA et MTE)	2022-2023	Tout acteurs propriétaires de terrains forestiers
Télétransmission	« Assises du Bois et de la Forêt »	Facilitation de la transmission des documents de gestion	Inconnu (MAA et CNPF)	2022-2025	Propriétaires et gestionnaires forestiers
Amélioration du PSG	« Assises du Bois et de la Forêt »	Intégration des informations sur les crises sanitaires dans le PSG	Inconnu (MAA et CNPF)	2022-2025	Propriétaires et gestionnaires forestiers

Tableau n°10 : Tableau récapitulatif des projets français pour adapter la Forêt et la Filière-bois au changement climatique

Belgique (Wallonie)					
Projet	Programme	Objectifs	Financement (Financeurs)	Date de mise en œuvre	Destinataires
Forêt Résiliente	« Forêt Résiliente »	Favoriser les forêts en mélange	3.000.000 (Gouvernement wallon)	2019-2021 (appel à projet) 2019-2029 (suivi)	Propriétaires privés et public
Projet n°96	« Plan de Relance »	Adaptation des forêts au changement climatique	15.000.000 (Gouvernement wallon)	2021-2026	Propriétaires privés et publics
Projet n°109	« Plan de Relance »	Suivi et surveillance des risques sanitaires	2.000.000 (Gouvernement wallon)	Inconnu	Organisation forestière (DNF, OWSF)
Projet n°108	« Plan de Relance »	Recherche génétiques sur les essences d'avenir	2.000.000 (Gouvernement wallon)	Inconnu	Secteur R&D
Projet n°160	« Plan de Relance »	Fusion de l'OEWB et de l'ASBL Ressources naturelles développement	7.000.000 (Gouvernement wallon)	Inconnu	Acteurs de la filière-bois
Projet n°107	« Plan de Relance »	Diversification et modernisation de la filière-bois	8.000.000 (Gouvernement wallon)	Inconnu	Acteurs économiques de la filière-bois (transformateurs etc)
Projet n°78	« Plan de Relance »	Valorisation du bois énergie	500.000 (Gouvernement wallon)	Inconnu	Acteurs de la filière-bois
« Assises du Bois et de la Forêt »	« Assises du Bois et de la Forêt »	Création d'un programme forestiers pour 2023	Inconnu (Inconnu)	2022-2023	Acteurs de la filière-bois

Tableau n°11 : Tableau récapitulatif des projets belges pour adapter la Forêt et la Filière-bois au changement climatique

Allemagne					
Projet	Programme	Objectifs	Financement (Financeurs)	Date de mise en œuvre	Destinataires
Reboisement	« Sommet nationale sur les Forêts 2019 »	Financement du reboisement post-crise	800.000.000 (Bundestag et Länder)	2019-2022	Propriétaires privés et publics
Incitation	« Sommet nationale sur les Forêts 2021 »	Incitation à la bonne conduite environnementale	Inconnu	2021	Propriétaires privés et publics
Prime fédérale	« Plan de Relance économique »	Soutien financier au reboisement	500.000.000 (Ministère Fédéral)	2020-2021 (actuellement fini)	Propriétaires privés et communaux
Investissement dans la R&D	« Programme d'investissement forestier »	Modernisation de la filière-bois	50.000.000 (Ministère Fédéral)	2020	Acteurs publics et privés
Institut pour la protection des Forêts	« Institut spécialisé dans la protection des forêts et le développement de forêts résilientes »	Création d'un Institut pour soutenir les recherches sur le secteur forestiers et les ravageurs	Inconnu (Inconnu)	2021	Secteur R&D à Quedlinburg
Modernisation de la filière-bois	« Modernisation de l'industrie du bois et le développement de la construction en bois »	Valorisation des bois issus de coupe sanitaires	15.000.000 (Ministère Fédéral)	2021	Acteurs de la filière-bois
Modernisation de la filière pour la construction en bois	« Modernisation de l'industrie du bois et le développement de la construction en bois »	Valorisation de l'utilisation du bois feuillu et du bois en construction	20.000.000 (Ministère Fédéral)	2021	Acteurs de la filière-bois

Tableau n°12 : Tableau récapitulatif des projets allemands pour adapter la Forêt et la Filière-bois au changement climatique

Conclusion

Ce mémoire était destiné à centraliser les informations issues de la gestion de crise en Allemagne, en Autriche, en Belgique et en France, tout en répondant indirectement à l'attente d'un agent du département de la santé des forêts (agent DSF-1), suite à l'absence de communication entre pays francophones et germanophones durant la crise du scolyte qui débuta en 2018. De cette manière, l'approche choisie passait par la récolte des avis des acteurs de la filière-bois et chercheurs d'Université en entomologie et gestion forestière, sur la gestion de crise et ses problématiques, mais également sur les réponses politiques des États engagées pour résoudre ces problèmes en utilisant la problématique suivante, « Quelle gestion et programmes politiques pour les forêts européennes en réponse à la pullulation d'*Ips typographus* à la suite d'une météo défavorable aux forêts ? ».

En conséquence, j'ai dû au préalable, m'intéresser à l'insecte ravageur *Ips typographus* et à son hôte préférentiel, *Picea abies* ainsi que sur la gestion menée en cas de crise. Une fois cela fait, le choix d'organiser des entretiens semi-directifs à réponse libre a été fait, de manière à extraire le maximum d'information possible. S'en est suivi la création et le choix des questions prioritaires à poser aux différents interlocuteurs rencontrés, en compagnie de mon co-promoteur Jean-Claude Grégoire.

La gestion de crise du scolyte de l'épicéa mise en place entre 2018-2022 rencontre de nombreuses problématiques, que ce soit en France, en Belgique, en Allemagne et en Autriche. Si l'organisation forestière est très différente entre les États fédéraux allemands et autrichiens et les États français et belges, les problèmes issus de cette crise restent semblables. L'explosion soudaine de la crise et les manques de moyens techniques, humains et financiers et un retard pris en début de crise limitent l'ensemble de la filière-bois dans son action de lutte dès l'étape de repérage. Pour répondre à ce besoin de repérage, des technologies ont été déployées, mais sans succès. Les données récoltées et le temps d'adaptation à ces technologies ne correspondaient pas au contexte de crise connu à ce moment.

Dans ces circonstances, les gestionnaires forestiers n'ont pas le temps d'appliquer les étapes de gestion traditionnelle. Le plus marquant est l'absence d'étapes de lutte jugées élémentaires par les gestionnaires et chercheurs rencontrés. L'écorçage, l'incinération et l'utilisation d'insecticides sont absents de la lutte française et belge, pour l'Allemagne et l'Autriche l'écorçage des troncs est conservé. Si les raisons de l'absence de ces étapes sont principalement financières et humaines, l'incinération et l'utilisation des insecticides sont interdites à cause d'un climat favorable aux feux de forêts d'un côté et pour des raisons écologiques de l'autre. L'absence de ces étapes n'a pas permis de lutter efficacement contre les scolytes, limitant les effets de la gestion sur la régulation des populations de ravageurs et favorisant l'emballement de la crise. En France et en Belgique, le manque de priorisation des coupes de début de crise, a provoqué

l'exploitation d'arbres verts non-scolytés, ou d'arbres déjà morts à la suite des attaques. L'exploitation de ces arbres a retardé l'exploitation des zones prioritaires ou à minima des arbres réellement problématiques, en mobilisant machines et main-d'œuvre. L'afflux des bois verts a limité la capacité des scieries à absorber le volume mis sur le marché, les quantités de bois scolytés étant élevées. Au cours de la crise, aucune réponse n'a pu être trouvée pour pallier à ce manque d'actions clés, hormis l'obligation légale d'exploitation des épicéas scolytés et le report des coupes d'arbres sains recentrant l'attention sur les bois problématiques.

L'évacuation, le transport et le stockage se sont aussi montrés problématiques. Pour l'Allemagne, la France et la Belgique, ces problèmes s'expliquent par un manque de moyens techniques, humains et financiers. Pour l'Autriche, c'est le relief montagneux du pays qui vient limiter la capacité d'action. Les moyens mis à disposition pour l'évacuation et le transport n'étant pas en accord avec les volumes à extraire, de nombreux bois sont restés sur place ou à une distance trop faible des forêts, les exposant à l'essaimage des insectes. Pour contrer cet essaimage potentiel, des pièges ont été installés à proximité, capturant les insectes sortant des écorces du bois de stockage, en Allemagne, en France et en Autriche. Les recommandations des chercheurs, gestionnaires, ingénieurs et experts en réponse aux problématiques de crise, se focalisent sur le développement de fonds, déblocables en cas d'urgence et la formation de main-d'œuvre, pour faciliter la mobilisation des moyens humains et techniques. La filière-bois disposerait des ressources nécessaires à la mise en place d'une gestion adaptée constamment.

La présence majoritaire de *Picea abies* dans les modèles de sylviculture actuels paraît à la sortie de l'enquête, être un des éléments majeurs favorisant la crise. La prise de conscience du problème de la monoculture d'essences non-adaptées au changement climatique et de la monoculture en général, semble mener à une reconception de la vision que le secteur forestier se fait de la sylviculture. La recommandation d'une sylviculture basée sur la régénération naturelle et sur les essences d'avenir apparaît comme nouvel objectif, de l'adaptation au changement global, dont l'application a commencé. Le secteur forestier engage des modifications importantes, dont les résultats se révéleront pertinents dans plusieurs décennies.

En réponse aux demandes de la filière-bois, les États français, allemands, autrichiens et belges ont développé des plans, des programmes et des projets pour la soutenir dans son ensemble. Ces plans et programmes ne seront pas développés exclusivement pour le cas des scolytes. Les États abordent une vision plus large de l'action à mener et se focalisent sur le bon fonctionnement de la forêt et sur l'adaptation de la filière en concordance avec le changement climatique, une des causes de la crise du scolyte. La gestion de lutte contre les scolytes, bien que problématique dans sa mise en place, n'est pas la cible prioritaire des États, mais sert de justification et de support pour mener ces actions. Seul le projet « Debarking Heads » développé en Allemagne et en Autriche, possède un sous-projet exclusivement dédié à la lutte contre le scolyte.

Les financements, les plans, les programmes et les projets sont et seront mis à disposition des secteurs privés et publics, pour soutenir le reboisement et les divers investissements de la filière-bois. Les objectifs stratégiques de la France, de l'Allemagne, de l'Autriche et de la Belgique s'organisent autour de différents axes, communs à tous. Le reboisement post-crise, la Recherche et le Développement, la modernisation de la filière-bois, la durabilité et la biodiversité et la communication au sein de la filière sont les lignes directrices des projets liées à la filière-bois. Ces plans majoritairement prévus pour les horizons 2023-2030-2050, il apparaît à ce moment difficile d'avoir des retours des acteurs de la filière sur leur efficacité et leur mise en œuvre.

Cependant, en Wallonie, les conséquences socio-économiques de la Covid-19 ont amené le gouvernement à prioriser certains projets du Plan de relance, essentiellement les projets économiques et sociaux, par conséquent de nombreux projets concernant la lutte contre le réchauffement climatique ou l'amélioration des capacités de la filières-bois sont laissés en attente.

Au travers des résultats obtenus, la France, la Belgique, l'Autriche et l'Allemagne semblent confrontées aux mêmes problèmes en termes de gestion du scolyte et d'adaptation de leurs forêts et de leur filière-bois au changement climatique. Toutefois, les avis des propriétaires étant relayés par les agents forestiers, et l'absence d'interviews d'acteurs économiques ou politiques, pour des raisons de temps, de possibilités et de communication entre langues étrangères, constituent des limites qu'il serait judicieux de combler en reconduisant ce même travail, dans le but d'obtenir une expertise et des points de vue potentiellement différents sur les zones impactées par le scolyte de l'épicéa.

Bibliographie

27 mai 2009 - Arrêté du Gouvernement wallon relatif à l'entrée en vigueur et à l'exécution du décret du 15 juillet 2008 relatif au Code forestier (M.B. 04.09.2009 - err. 05.11.2009). *environnement.wallonie.be* [en ligne]. 27 mai 2009. 2016. [Consulté le 13 février 2022]. Disponible à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/legis/dnf/forets/foret027.htm>

Adam D, 2004. LE TYPOGRAPHE *Ips typographus* L. 1758. *agriculture.gouv.fr* [en ligne]. Juin 2004. [Consulté le 25 Août 2021]. Disponible à l'adresse : [Fiche 1.PDF \(agriculture.gouv.fr\)](#)
ADEME, 2009. Le fonds chaleur. *Fondschaleur.ademe.fr* [en ligne]. 2009. 2020. [Consulté le 4 avril 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fondschaleur.ademe.fr/le-fonds-chaleur/>

Annala E, 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici*. [En ligne]. 1969. Vol.6, n°2, p. 161-208. [Consulté le 3 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [Influence of temperature upon the development and voltinism of Ips typographus L. \(Coleoptera, Scolytidae\) on JSTOR](#)

Arrêté du 20 décembre 2019 relatif à l'aide exceptionnelle à l'exploitation et à la commercialisation des bois qui ont été colonisés par des scolytes. *legifrance.gouv.fr* [en ligne]. 20 décembre 2019. 2019. [Consulté le 6 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039656661>

Arrêté n°2019-344 relatif à la lutte contre les scolytes de l'épicéa. *draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr* [en ligne]. 1^{er} août 2019. 24 décembre 2021. [Consulté le 6 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/Arrete-de-lutte-contre-les#:~:text=Un%20arr%C3%AAt%20pr%C3%A9fectoral%20n%C2%B02019-344%2C%20relatif%20%C3%A0%20la%20lutte,le%201er%20ao%C3%BBt%202019%20%28disponible%20en%20t%C3%A9l%C3%A9chargement%20ci-dessous%29.>

Assises de la Forêt et du Bois, 2022. Les Assises de la Forêt : Congrès de lancement [enregistrement vidéo]. *environnement.wallonie.be* [en ligne]. 25 février 2022. [Consulté le 25 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/assisesdelaforet/congres-de-lancement.html>

Assises du Bois et de la Forêt, 2022. Les Assises de la Forêt : Congrès de lancement. *wallonie.be* [en ligne]. 25 février 2022. [Consulté le 25 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [Congrès de lancement - Les Assises de la Forêt \(wallonie.be\)](#)

Baudouin J.C et de Spoelberch P, 1992. *Arbres de Belgique : inventaire dendrologique, 1987-1992*. Fondation Spoelberch-Artois. ISBN : ///

Bays E, 2021. Premiers enseignements suite aux ventes de février 2021 en forêt publique. *Baromètre économique*. [En ligne]. 2021. Flash - 1^{er} mars 2021. [Consulté le 12 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Publications | Office Economique Wallon du Bois \(oewb.be\)](#)

Bennemann C et al., 2020. Entrindende Harvesterköpfe reduzieren den Nährstoffentzug, fördern den Waldschutz und ermöglichen eine Optimierung der Logistikkette. *LWF aktuell*. [En ligne]. 2020. Vol.125. [Consulté le 3 février 2022]. Disponible à l'adresse : [Debarking Heads - LWF aktuell 125 \(bayern.de\)](#)

Bennemann C et al., 2020. Entrindung bei der vollmechanisierten Holzernte. *Holz-Zentralblatt*. [En ligne]. 10 juillet 2020. N° 28, p. 519. [Consulté le 3 février 2022]. Disponible à l'adresse : [HZ_28_2020.pdf \(kwf-online.de\)](#)

Bonhomme P.O et Dancart D, 2019. Retour d'expériences sur la lutte contre les scolytes. *Silva Belgica*. [En ligne]. Mai 2019. p. 30-33. [Consulté le 3 décembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Scolytes_Silva_5_2019_web.pdf \(srfb.be\)](https://www.srfb.be/Scolytes_Silva_5_2019_web.pdf)

Bonhomme P.O et de Wouters P, 2020. Scolytes, agir malgré la crise. *Silva Belgica*. [En ligne]. 11 mai 2020. N°3 2020, p. 36-40. [Consulté le 3 décembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=5e8b3473f6ff78299bf2831a8543baa401a65dd5a78b8d226a0faddf0a158643JmltdHM9MTY1MjgwNTM1NiZpZ3VpZD0xM2EwNzEwNS1iNmQ3LTO0ZDQ0YWRjYi05ZjY3NDg3Y2U3ODYmaW5zaWQ9NTE2NQ&pfn=3&fclid=6c8983b2-d5ff-11ec-9b46-6d3d002427ee&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc3JmYi5iZS93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAyMC8wNS9TUkZCX3Njb2x5dGVzX2FnaXJfbWFsZ3JlX2xhX2NyaXNIXzExbWpMjAyMC1WZlJzaW9uMi5wZGY&ntb=1>

Bonhomme P.O, 2019. Scolyte de l'épicéa : comment préparer ses pessières aux prochaines attaques ? *Silva Belgica*. [En ligne]. 2019. Revue de janvier 2020. [Consulté le 20 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Le scolyte — Société Royale Forestière de Belgique \(srfb.be\)](https://www.srfb.be/Le_scolyte_-_Société_Royale_Forestière_de_Belgique_(srfb.be))

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021. Nationaler Waldgipfel 2021. *bmel.de* [en ligne]. 2 juin 2021. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.waldgipfel.de/>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022. Investitionsprogramm Wald gestartet. *bmel.de* [en ligne]. 6 novembre 2020. 4 janvier 2022. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/223-investitionsprogramm-wald.html>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022. Langfristig CO2 speichern. *bmel.de* [en ligne]. 4 mars 2021. 4 janvier 2022. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/31-foerderprogramme-holzwirtschaft.html>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022. Massive Schäden – Einsatz für die Wälder. *bmel.de* [en ligne]. 8 décembre 2020. 4 janvier 2022. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-trockenheit-klimawandel.html>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022. Waldeigentümer werden mit 500 Millionen Euro unterstützt. *bmel.de* [en ligne]. 17 novembre 2020. 4 janvier 2022. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/231-wald-foerderrichtlinie.html>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022. Waldschäden : Bundesministerium veröffentlicht aktuelle Zahlen. *bmel.de* [en ligne]. 26 février 2020. 4 janvier 2022. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/040-waldschaeden.html>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022. Zweiter Nationaler Waldgipfel 2021. *bmel.de* [en ligne]. 4 juin 2021. 4 janvier 2022. [Consulté le 5 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/waldgipfel-2021.html>

Caudullo G, Tinner W et de Rigo D, 2016. *Picea abies* in Europe : distribution, habitat, usage and threats. In : Welk E et al. *European Atlas of Forest tree Species* [En ligne]. [Consulté le 6 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [\(PDF\) Picea abies in Europe: distribution, habitat, usage and threats \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/311111111)

Circulaire interprétative de l'article 23 de l'AGW du 27 mai 2009 relatif à l'entrée en vigueur et à l'exécution du décret du 15 juillet 2008 relatif au Code forestier. *srbf.be* [en ligne]. 3 juin 2020. [Consulté le 25 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.srbf.be/wp-content/uploads/2020/06/circulaire-lutte-chimique-scolytes.pdf>

CNPF, 2021. Lutte contre le scolyte. *fibois-bfc.fr* [en ligne]. Janvier 2021. [Consulté le 3 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : [2ème numéro du "Scolyte déchaîné", par le CRPF de Bourgogne-Franche-Comté | FIBOIS Bourgogne-Franche-Comté \(fibois-bfc.fr\)](https://fibois-bfc.fr/2eme-numero-du-Scolyte-dechaine-par-le-CRPF-de-Bourgogne-Franche-Comte-FIBOIS-Bourgogne-Franche-Comte-fibois-bfc.fr)

CNPF, 2022. Le plan Simple de Gestion. *cnpf.fr* [en ligne]. 2022. [Consulté le 7 janvier 2022]. Disponible à l'adresse: <https://www.cnpf.fr/n/le-plan-simple-de-gestion/n:147>

Courbet F et al., 2019. Agir sur la sensibilité à la sécheresse par la sylviculture. *Forêt Entreprise, Forêt Française*. [En ligne]. 2019. Vol.249, p. 46-48. [Consulté le 7 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/PIAF/hal-02394661>

Davi H et al., 2015. Impacts des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers de la région méditerranéenne. *Innovations Agronomiques*. [En ligne]. 2015. Vol.47, p. 1-16. [Consulté le 7 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : [Impact des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers de la région méditerranéenne | Request PDF \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/318111111-Impact-des-changements-climatiques-sur-les-ecosystemes-forestiers-de-la-region-mediterranee)

De Proft M et Grégoire J.C, 2007. Attention scolytes : Canicule en juillet 2006 et tempête en janvier 2007 : les ingrédients de la menace *Ips typographus* pour cet été. *Silva Belgica*. [En ligne]. 2007. p. 28-31. [Consulté le 1 août 2021]. Disponible à l'adresse : [Attention scolytes - Société Royale Forestière de Belgique \(yumpu.com\)](https://www.yumpu.com/fr/document/view/11111111/attention-scolytes-societe-royale-forestiere-de-belgique)

De Vaufleury A et Gimbert F., 2013. *Bioaccumulation, bioamplification des polluants dans la faune terrestre* [en ligne]. Edp sciences. Franche-Comté : 2013. [Consulté le 2 mars 2022]. ISBN : 978-7598-0724-6. Disponible à l'adresse : https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=OJ1RagAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=De+Vaufleury+bioaccumulation&ots=xyX7X3ybki&sig=7M148WjPkb-kqJ0a0jYNkE-DI8g&redir_esc=y#v=onepage&q=De%20Vaufleury%20bioaccumulation&f=false

Décret n°2019-1425 du 20 décembre 2019. *legifrance.gouv.fr* [en ligne]. 20 décembre 2019. 2022. [Consulté le 6 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039656605>

Décret relatif au Code forestier (1) (M.B. 12.09.2008 – entré en vigueur le 13 septembre 2009 : A.G.W 27 mai 2009 – M.B 04.09.2009). *environnement.wallonie.be* [en ligne]. 15 juillet 2008. 2021. [Consulté le 13 février 2022]. Disponible à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/LEGIS/dnf/forets/foret025.htm>

Département de la Santé des Forêts, 2007. Information technique n°55. *agriculture.gouv.fr* [en ligne]. Janvier 2022. [Consulté le 23 février 2022]. Disponible à l'adresse : [DSF_InfoTechniqueN55_Scolytes.pdf \(ofme.org\)](https://www.ofme.org/fr/DSF_InfoTechniqueN55_Scolytes.pdf)

Département de la Santé des Forêts, 2015. La lettre du DSF. *agriculture.gouv.fr* [en ligne]. Décembre 2015. [Consulté le 14 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/lettre_dsf50.pdf

Département de la santé des forêts, 2018. Lutte contre le typographe. [En ligne]. *Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation*. 2018. [Consulté le 22 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.mairie-salinslesbains.fr/wp-content/uploads/2018/12/Lutte-Typographe-DSF.pdf>

Département de la Santé des Forêts, 2019. La lettre du DSF : spéciale sécheresses. *pefcaura.com* [en ligne]. 24 juillet 2019. [Consulté le 14 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : [La lettre du DSF: spéciale sécheresse | PEFC Auvergne Rhône-Alpes \(pefcaura.com\)](#)

Douglas H et al., 2019. *Canadian Journal of Arthropod Identification* [en ligne]. 27 juin 2019. [Consulté le 23 mars 2022]. Disponible à l'adresse : http://cjai.biologicalsurvey.ca/dcgs_38/dcgs_38.html

Drumont A et al., 1991. Contrôle intégré d'*Ips typographus* (Col., Scolytidae) en Belgique. *Parasitica*. [En ligne]. 1991. Vol.47, p.113-128. [Consulté le 25 octobre 2021]. Disponible à l'adresse : [\(PDF\) Contrôle intégré d'Ips typographus \(Col., Scolytidae\) en Belgique \(researchgate.net\)](#)

Dupuy J.L et al., 2015. Impacts du changement climatique sur les risques en forêt : le cas de l'incendie et de ses interactions avec la sécheresse et les pullulations d'insectes. *Innovations Agronomiques*. [En ligne]. 2015. Vol.47, p. 29-50. [Consulté le 8 juillet 2021]. Disponible à l'adresse <https://hal.inrae.fr/hal-02630027>

Élysée, 2021. France 2030. *elysee.fr* [en ligne]. 2021. 2022. [Consulté le 6 décembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/france2030>

Fichier écologique des Essences, 2022. Épicéa commun. *fichierecologique.be* [en ligne]. 2022. [Consulté le 23 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [Fichier écologique des essences \(fichierecologique.be\)](#)

Forest Europe, 2020. *State of Europe's Forests*. [Document PDF]. Ministerial conference. Bratislava : Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe - FOREST EUROPE Liaison Unit Bratislava. Disponible à l'adresse : [SoEF_2020.pdf \(foresteurope.org\)](#)

Forest Europe, 2020. *Summary for Policy Makers*. [Document PDF]. Ministerial conference. Bratislava : Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe - FOREST EUROPE Liaison Unit Bratislava. Disponible à l'adresse : [FOREST EUROPE | State of Europe's Forests 2020](#)

Forêt Nature et al., 2022. Fichier écologique des essences. *fichierecologique.be* [en ligne]. 2022. [Consulté le 28 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.fichierecologique.be/#/>

Forêt&Naturalité, 2021. Crise du scolyte : l'opportunité pour une meilleure forêt ! « *Carnets des Espaces Naturels* ». [En ligne]. Avril 2021. Opinion 3. [Consulté le 16 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Forêt et Naturalité - Le scolyte de l'épicéa : Crise ou opportunité pour une meilleure forêt ? \(foret-naturalite.be\)](#)

Hoch G et Steyrer G, 2020. Waldschutz-Situation 2020: Schäden durch Borkenkäfer weiter überdurchschnittlich hoch. *bfw.gv.at* [en ligne]. 2020. [Consulté le 4 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bfw.gv.at/waldschutz-situation-2020-borkenkaeferschaeden/>

Gillette M, 2019. Reprise des vols de scolytes : les forestiers doivent surveiller leurs pessières. *agriculture.gouv.fr* [en ligne]. Mars 2019. [Consulté le 23 août 2021]. Disponible à l'adresse : [Reprise des vols de scolytes : les forestiers doivent surveiller leurs pessières | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation](#)

Gottfried S et Bernhard P, 2020. Borkenkäfer – Information und Monitoring. *bfw.gv.at* [en ligne]. 2020. [Consulté le 4 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bfw.gv.at/borkenkaefer-information-monitoring/>

Goutal N, 2012. *Modifications et restauration de propriétés physiques et chimiques de deux sols forestiers soumis au passage d'un engin d'exploitation* [Document PDF]. Paris : L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, AgroParisTech. Thèse de doctorat. [Consulté le 3 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [Modifications et restauration de propriétés physiques et chimiques de deux sols forestiers soumis au passage d'un engin d'exploitation - PASTEL - Thèses en ligne de ParisTech \(archives-ouvertes.fr\)](#)

Gouvernement français, 2016. Un programme pour investir l'avenir. *gouvernement.fr* [en ligne]. 21 juin 2016. 24 décembre 2021. [Consulté le 6 janvier 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gouvernement.fr/un-programme-pour-investir-l-avenir>

Gouvernement français, 2020. 4ème Programme d'investissements d'avenir : 20 milliards d'euros pour l'innovation dont plus de la moitié mobilisée pour la relance économique. *gouvernement.fr* [en ligne]. 11 septembre 2020. 21 avril 2021. [Consulté le 5 avril 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gouvernement.fr/4eme-programme-d-investissements-d-avenir-20-milliards-d-euros-pour-l-innovation-dont-plus-de-la>

Gouvernement wallon, 2021. Plan de Relance de la Wallonie. *wallonie.be* [en ligne]. 8 mars 2022. [Consulté le 26 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.wallonie.be/sites/default/files/2022-03/De%CC%81claration%20commune%20sur%20les%20priorite%CC%81s%20du%20Plan%20de%20relance%20wallon.pdf>

Gouvernement wallon, 2021. Plan de Relance. *wallonie.be* [en ligne]. 2021. [Consulté le 26 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [Plans wallons - Wallonie](#)

Grégoire J.C et al., 1997. Pheromone mass trapping: does it protect windfalls from attack by *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae) ? In : *Integrating Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests, U.S.D.A. Forest Service General Technical Report* [En ligne]. 1997. p. 1-8. [Consulté le 4 août 2021]. Disponible à l'adresse : [\(PDF\) Pheromone mass trapping: Does it protect windfalls from attack by Ips typographus L. \(Coleoptera: Scolytidae\)? \(researchgate.net\)](#)

Grégoire J.C et Evans H.F, 2004. Damage and control of bawbilt organisms an overview. In : Lieutier F et al. *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. [En ligne]. Springer. Dordrecht : 2004, p. 19-37. [Consulté le 2 août 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/284885635_Damage_and_control_of_BAWBILT_organisms_an_overview

Grégoire J.C et Nageleisen L.M, 2019. Une goutte d'eau hors de la mer ? Les piègeages de masse face aux pullulations du typographe. *Forêt Nature*. [En ligne]. 2019. N°153. [Consulté le 3 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.foretwallonne.be/sommaires-precedents-caches/2846-foret-nature-153>

Henry J.Y, 2020. L'état des forêts en Europe. *epicuram.fr* [en ligne]. 2020. Épisode 1. [Consulté le 25 janvier 2020]. Disponible à l'adresse: [L'état des forêts en Europe \(1/3\) - EPICUREAM](#)

Henry J.Y, 2020. L'état des forêts en Europe. *epicuram.fr* [en ligne]. 2020. Épisode 2. [Consulté le 25 janvier 2020]. Disponible à l'adresse : [L'état des forêts en Europe \(2/3\) - EPICUREAM](#)

Henry J.Y, 2020. L'état des forêts en Europe. *epicuram.fr* [en ligne]. 2020. Épisode 3. [Consulté le 25 janvier 2020]. Disponible à l'adresse : [L'état des forêts en Europe \(3/3\) - EPICUREAM](#)

Heppelmann J et al., 2019. In-stand debarking with the use of modified harvesting heads : a potential solution for key challenges in European forestry. *European journal of Forest Research*. [En ligne]. 2019. Vol.138, p. 1067-1081. [Consulté le 3 février 2022]. Disponible à l'adresse : [In-stand debarking with the use of modified harvesting heads: a potential solution for key challenges in European forestry | SpringerLink](#)

Hougardy E et Grégoire J.C, 2001. Bark-beetle parasitoids population surveys following storm damage in spruce stands in the Vosges region (France). *Integrated pest management reviews*. [En ligne]. 2001. Vol.6, n°3-4, p. 163-168. [Consulté le 5 août 2021]. Disponible à l'adresse : https://dipot.ulb.ac.be/dspace/bitstream/2013/99249/3/Hougardy_and_Gregoire_2001_IPM_Rev.pdf

Hougardy E et Grégoire J.C, 2004. Biological differences reflect host preference in two parasitoids attacking the bark beetle *Ips typographus*(Coleoptera: Scolytidae) in Belgium. *Bulletin of Entomological Research*. [En ligne]. 1er août 2004. Vol.94, n°4, p. 341-347. [Consulté le 15 août 2021]. Disponible à l'adresse : [Biological differences reflect host preference in two parasitoids attacking the bark beetle Ips typographus \(Coleoptera: Scolytidae\) in Belgium - PubMed \(nih.gov\)](#)

Jactel H et al., 2012. Evolution des risques biotiques en forêt. *Innovations Agronomiques*. [En ligne]. 2012. Vol.18, p. 87-94. [Consulté le 20 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : [Evolution des risques biotiques en forêt - Archive ouverte HAL \(archives-ouvertes.fr\)](#)

Jactel H et Marini L, 2021. Libre évolution des forêts et maîtrise du risque sanitaire associé aux scolytes. *Revue forestière française* [En ligne]. 2021. Vol.73, n°2-3. [Consulté le 15 mai 2022]. Disponible à l'adresse : <https://revueforestierefrancaise.agroparistech.fr/>

Klößner J, 2021. *Waldstrategie 2050*. [Document PDF]. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn : Nationale Waldpolitik, Jagd, Kompetenzzentrum Wald und Holz Rochusstraße 1, 53123 Bonn. Disponible à l'adresse : <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/waldstrategie2050.html>

Köstinger E, 2018. *Österreichische Waldstrategie 2020+*. [Document PDF]. Bundesministerium für nachhaltige und tourismus. Vienne : Bundesministerium für nachhaltige und tourismus. Disponible à l'adresse : <https://info.bmlrt.gv.at/dam/jcr:028778f7-fe1a-4ebc-9b84-e41efda73aba/Waldstrategie%202020+%20DE.pdf>

Labonne S et al., 2019. Forêts de montagnes et changement climatique : impacts et adaptations. *Sciences, Eaux et Territoires*. [En ligne]. 2019. N°28, p. 38-43. [Consulté le 17 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles/pdf/set-revue-forets-montagne-adaptation-changementclimatique.pdf>

Lebon E et Badeau V, 2007-2010. Potentiel de déplacement géographique des cultures et des essences forestières. In : Brisson N et al. *Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre vert du projet CLIMATOR (2007-2010)*. [En ligne]. ADEME 04/10/2021 IGEAT -MASTER EN SCIENCES ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT 6 / 7 Editions. Paris: 2010, p. 245-310. [Consulté le 13 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2016011179>

Legay M et Paillereau D, 2021. Quelle forêt pour demain ? [enregistrement vidéo]. *YouTube.com* [en ligne]. 2021. [Consulté le 16 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=JuhLae7l3w4>

Ministère de l'économie, des finances et de la relance, 2020. Les trois volets du plan France Relance. *economie.gouv.fr* [en ligne]. 2020. 2022. [Consulté le 6 décembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance#>

Ministère de l'économie, des finances et de la relance, 2021. France 2030 : un plan d'investissement pour la France. *economie.gouv.fr* [en ligne]. 12 octobre 2021. 2022. [Consulté le 30 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.economie.gouv.fr/france-2030#>

MNHN & OFB, 2003. Fiche de *Picea abies* (L.) H.Karst., 1881. *inpn.mnhn.fr* [en ligne]. 2003. 18 mai 2022. [Consulté le 5 avril 2022]. Disponible à l'adresse : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/113432

Nageleisen L.M et Grégoire J.C, Inconnue. Une vie de typographe : point des connaissances sur la biologie d'*Ips Typographus*. *Revue inconnue*. [Partage personnel]. Inconnue. Vol.Inconnu. [Consulté le 4 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : Non-diffusé à l'heure actuelle.

Nageleisen L.M, 2009. Bilan des dommages de scolytes après les tempêtes de 1999. *agriculture.gouv.fr* [en ligne]. Mars 2009. [Consulté le 15 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=e3fd75521b1e17ce64117a414cdf356c9ae1465d5c629ce3c26f421710314553JmltdHM9MTY1MjgwNDA2NSZpZ3VpZD0wZTJkNWExYS05MWE4LTRiYmEtODFhNC00ODExMjM0NDI5MjYmaW5zaWQ9NTE2OA&ptn=3&fclid=6afc0d68-d5fc-11ec-a8bd-d89acd1b8515&u=a1aHR0cHM6Ly9hZ3JpY3VsdHVyZS5nb3V2LmZyL3NpdGVzL21pbmFncmkvZmlsZXMvZG9jdW1lbnRzL3BkZi9TY29seXRlc19hcHJlc19sYV90ZW1wZXRIXzE5OTkucGRm&ntb=1>

Nègre F, 2022. L'Union européenne et les forêts. *europarl.europa.eu* [en ligne]. 2020. Avril 2022. [Consulté le 5 janvier 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/105/l-union-europeenne-et-les-forets>

Observatoire wallon de la santé des forêts, 2018. *Le piégeage des scolytes Que pense l'OWSF ?* [En ligne]. Observatoire wallon de la santé des forêts. 4 juin 2020. [Consulté le 24 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://owsf.environnement.wallonie.be/servlet/Repository/?IDR=10980>

Observatoire wallon de la santé des forêts, 2020. *Le typographe et sa gestion*. [En ligne]. Observatoire wallon de la santé des forêts. 1er janvier 2020. [Consulté le 26 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://owsf.environnement.wallonie.be/fr/01-10-2018-le-typographe-et-sa-gestion.html?IDD=5892&IDC=5798>

Office Économique Wallon du Bois, 2019. Forêt Résiliente. *foretresiliente.be* [en ligne]. 2019. [Consulté le 17 octobre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://foretresiliente.be/>

Office National des Forêts, 2021. Avec le projet RENEssences, l'ONF se mobilise pour l'adaptation des forêts. *onf.fr* [en ligne]. 2016. 2022. [Consulté le 2 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.onf.fr/onf/forets-et-changement-climatique/+5b1::avec-le-projet-renessences-lonf-se-mobilise-pour-ladaptation-des-forets.html>

Office National des Forêts, 2021. Changement climatique : le projet ESPERENSE s'installe dans la Nièvre. *onf.fr* [en ligne]. Mars 2021. 2022 [Consulté le 2 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.onf.fr/onf/+adc::changement-climatique-le-projet-esperense-sinstalle-dans-la-nievre.html>

Office National des Forêts, 2021. Faire l'inventaire de la végétation et contrôler sa dynamique. *onf.fr* [en ligne]. 2021. [Consulté le 2 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.onf.fr/produits-services/+59::faire-inventaire-de-la-vegetation-et-controler-sa-dynamique.html#:~:text=Le%20LIDAR%20%28Light%20Detection%20And%20Ranging%29%20est%20un,utilis%C3%A9%20depuis%20plus%20de%2010%20ans%20par%20l%E2%80%99ONF>.

Office National des forêts, 2022. En rediffusion, la conférence-débat sur l'avenir des forêts [enregistrement vidéo]. *onf.fr* [en ligne]. 21 mars 2022. [Consulté le 25 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.onf.fr/onf/+153b::journee-internationale-des-forets-2022-une-conference-debat-sur-lavenir-des-forets.html>

Office National des Forêts, 2022. En rediffusion, la conférence-débat sur l'avenir des forêts. *onf.fr* [en ligne]. 21 mars 2022. [Consulté le 29 mars 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.onf.fr/onf/+153b::journee-internationale-des-forets-2022-une-conference-debat-sur-lavenir-des-forets.html>

Piedallu C et al., 2009. Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'épicéa, du sapin, de hêtre et du chêne sessile en France. *Revue forestière française*. [En ligne]. 2009. Vol.61, n°6, p. 567-594. [Consulté le 26 décembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'Epicéa, du Sapin, du Hêtre et du Chêne sessile en France \(archives-ouvertes.fr\)](#)

Pluess A, Augustin S et Brang P, 2016. *Forêts et changements climatiques : éléments pour des stratégies d'adaptation*. [Document PDF]. Haupt. Berne : Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne et Birmensdorf : Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf. Research program Forest and climate change. Disponible à l'adresse : [\(PDF\) Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation \(researchgate.net\)](#)

Prévosto B, 2020. Adapter la gestion pour répondre au défi du changement climatique : l'exemple de la forêt méditerranéenne. *Sciences, Eaux et Territoires*. [En ligne]. 2020. N°33, p. 44-49. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02861824/>

Ranger J et al., 2020. Interactions entre les effets du tassement par les engins d'exploitation et la fertilité chimique des sols forestiers. *Revue forestière française*. [En ligne]. 2020. Vol.72, n°3, p. 191-213. [Consulté le 24 février 2022]. Disponible à l'adresse : [Interactions entre les effets du tassement par les engins d'exploitation et la fertilité chimique des sols forestiers | Revue forestière française \(agroparistech.fr\)](#)

Ricodeau N et Pierangelo A, 2020. *Picea abies* (L.) Karst, Caractéristiques générales de l'espèce. *Ministère-de-l-Agriculture.fr* [en ligne]. 2020. 13 octobre 2020. [Consulté le 15 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Nicolas Ricodeau - épicéa commun - Picea abies \(planfor.fr\)](#)

Rigolot E, 2019. *Forêts en transition dans le cadre du changement global*. [Document PDF]. 5 juin 2020. Support de cours : Cours « Cycle national de formation de l'IHES : la Région Sud face aux transitions (Préparer les transitions. Fictions, sciences et réalités) », Institut des Hautes Etudes Scientifiques (IHES), 2019. Disponible à l'adresse : <https://hal.inrae.fr/hal-02789633/document>

Russ W, 2019. Mehr als 4 Millionen hektar Wald in Österreich. *waldwissen.net* [en ligne]. 5 novembre 2019. 2019. [Consulté le 4 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.waldwissen.net/de/technik-und-planung/waldinventur/waldflaeche-oesterreich>

Sabatini F.M et al., 2018. Where are Europe's last primary forest ? *Diversity and Distribution*. [En ligne]. 24 mai 2018. Vol.24, n°10, p. 1426-1439. [Consulté le 23 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Where are Europe's last primary forests? - Sabatini - 2018 - Diversity and Distributions - Wiley Online Library](#)

Sabatini F.M, 2018. Où sont les dernières forêts primaires d'Europe ? *réserves-naturelles.org* [en ligne]. 31 mai 2018. [Consulté le 23 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : 180531_cp_rnf_sabatini_forets_primaires_deurope.pdf (reserves-naturelles.org)

Saintonge F.X et Gilette M, 2021. Crise scolytes sur épicéas – Bilan fin 2020. *fibois-grandest.com* [en ligne]. Janvier 2021. [Consulté le 4 octobre 2021]. Disponible à l'adresse : info_scolyte_2021_v6.pdf (fibois-grandest.com)

Saintonge F.X et Gilette M, 2021. Crise scolytes sur épicéas – Bilan fin 2020. *fibois-grandest.com* [en ligne]. Janvier 2021. [Consulté le 4 octobre 2021]. Disponible à l'adresse : info_scolyte_2021_v6.pdf (fibois-grandest.com)

Saintonge F.X, Bélouard T et Gilette M, 2022. Crise scolytes sur épicéas – Bilan fin 2021. *agriculture.gouv.fr* [en ligne]. Janvier 2022. [Consulté le 23 février 2022]. Disponible à l'adresse : [Crise scolytes sur épicéas. Quel est le bilan, fin 2021 ?](http://Crise_scolytes_sur_épicéas_Quel_est_le_bilan_fin_2021_?) | [Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation](http://Ministère_de_l'Agriculture_et_de_l'Alimentation)

Sénécal et al, 2020. La crise des scolytes (*Ips typographus*) ravageurs de l'Épicéa commun (*Picea abies*) vue de l'intérieur Retours sur une enquête qualitative auprès d'acteurs du nord-est de la France et sa zone transfrontalière (Allemagne, Belgique) réalisée fin 2019 – début 2020. *Revue forestière française*. [En ligne]. Vol.72, n°5, p. 425-441. [Consulté le 3 janvier 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=fd1be9802a2d7162b3de5402f2c9c41739a1a800c3ae2e01d898d74124c4c20dJmltdHM9MTY1MjgwNTEzNCZpZ3VpZD1kNjc4NzFmYy04Nzg4LTQ5Y2EtYWVmYS0wYWQyZTkxMTIzNzMmaW5zaWQ9NTE2OA&pptn=3&fclid=e828533a-d5fe-11ec-bf2a-c1707dc613e2&u=a1aHR0cHM6Ly9yZXZ1ZWZvcmlmVzZlGllcmVmcmlmFuY2Fpc2UuYWdyb3BhcmlzdGVjaC5mci9hcnRpY2xIL3ZpZXcvNTMzNw&ntb=1>

Skroppa T, 2013. Épicéa commun, fiche technique pour la conservation génétique. *euforgen.org* [en ligne]. 2013. [Consulté le 5 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [Epicéa commun A4 Mise en page 1](http://Epicéa_commun_A4_Mise_en_page_1) (euforgen.org)

Spohn M et Spohn R, 2008. *350 arbres et arbustes*. Delachaux et Niestlé. Paris. ISBN : 9782603015308
SRBF, 2018. Trees for future [en ligne]. 2018. 2022. [Consulté le 21 février 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.treesforfuture.be/>

Thysebaert D, 2022. L'environnement wallon en 10 infographies. *wallonie.be* [en ligne]. 2022. [Consulté le 14 mars 2022]. Disponible à l'adresse : [L'environnement wallon en 10 infographies](http://L'environnement_wallon_en_10_infographies) (wallonie.be)

Tjoelker M, Boratynski A et Bugala W, 2007. Biology and Ecology of Norway Spruce. *Forestry Sciences*. [En ligne]. 2007. Vol.78. [Consulté le 15 novembre 2021]. Disponible à l'adresse : [Biologie et écologie de l'épinette de Norvège](http://Biologie_et_écologie_de_l'épinette_de_Norvège) | SpringerLink (en anglais) (ulb.ac.be)

Wermelinger B, 2004. Ecology and management of spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*. [En ligne]. 2004. Vol.202, n°1-3, p. 67-82. [Consulté le 5 janvier 2022]. Disponible à l'adresse : [Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus—a review of recent research](http://Ecology_and_management_of_the_spruce_bark_beetle_Ips_typographus—a_review_of_recent_research) – ScienceDirect

Annexes

Annexe n°1 : Photographie du stockage de bois à proximité d'une pinède dans le sud-ouest de la France



Stockage des bois

Photographie n°1 : Stockage des bois à proximité d'une pinède, Thomas Pottier, 2021.

Annexe n°2 : Photographie des insectes attrapés dans les pièges à scolytes, dans le sud-ouest de la France



Photographie n°2 (gauche) : Insectes pris dans les pièges à scolytes (*Ips sexdentatus* et *Phaenops cyanea*, Thomas Pottier, 2021).

Annexe n°3 : Essences à l'étude en Belgique

Alisier torminal (*Sorbus torminalis*) ; Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) ;
Bouleau pubescent (*Betula pubescens*) ; Bouleau verruqueux (*Betula pendula*) ; Caryers (*Carya sp.*) ;
Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) ; Charme commun (*Carpinus betulus*) ;
Châtaignier commun (*Castanea sativa*) ; Chêne pédonculé (*Quercus robur*) ;
Chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*) ; Chêne sessile (*Quercus petraea*) ;
Cyprés de Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana*) ; Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) ;
Épicéa commun (*Picea abies*) ; Épicéa de Sitka (*Picea sitchensis*) ;
Érable champêtre (*Acer campestre*) ; Érable plane (*Acer platanoides*) ;
Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) ; Frêne (*Fraxinus excelsior*) ;
Hêtre (*Fagus sylvatica*) ; Merisier (*Prunus avium*) ; Mélèze d'Europe (*Larix decidua*) ;
Mélèze du Japon (*Larix kaempferi*) ; Mélèze hybride (*Larix eurolepis*) ;
Noyer commun (*Juglans regia*) ; Noyer hybride (*Juglans hybride*) ; Noyer noir (*Juglans nigra*) ;
Peuplier baumier (*Populus balsamifera*) ; Peuplier grisard (*Populus x canescens*) ;
Peuplier noir hybride (*populus nigra hybride*) ; Peuplier tremble (*Populus tremula*) ;
Pin de Corse (*Pinus nigra*) ; Pin de Koekelare (*Pinus nigra Koekelare*) ;
Pin laricio de Corse (*Pinus nigra var. Corsicana*) ; Pin noir d'Autriche (*Pinus nigra ssp. Nigra*) ;
Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) ; Poirier sauvage (*Pyrus pyraster*) ;
Pommier sauvage (*Malus sylvestris*) ; Sapin de Nordmann (*Abies nordmanniana*) ;
Sapin de Vancouver (*Abies grandis*) ; Sapin noble (*Abies procera*) ; Sapin pectiné (*Abies alba*) ;
Saule blanc (*Salix alba*) ; Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*) ;
Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) ; Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*) ;
Thuja géant (*Thuja plicata*) ; Tsuga hétérophylle (*Tsuga heterophylla*) ;
Tulipier de Virginie (*Liriodendron tulipifera*)

Annexe n°4 : Essences à l'étude dans l'arboretum de Wuppertal

Alisier blanc (*Sorbus aria*) ; Alisier de Suède (*Sorbus intermedia*) ;
Alisier torminal (*Sorbus torminalis*) ; Amélanchier à feuilles rondes (*Amelanchier ovalis*) ;
Arbre à caramel (*Cercidiphyllum japonicum*) ; Arbre aux mouchoirs (*Davidia involucrata*) ;
Arbre de fer (*Parrotia persica*) ; Arbre de Judée (*Cercis siliquastrum*) ;
Arbre de Judée chinois (*Cercis chinensis*) ; Arbres aux mille écus (*Ginkgo biloba*) ;
Aubépine lisse (*Crataegus laevigata*) ; Aubépine monogyne (*Crataegus monogyne*) ;
Aulne blanc (*Alnus incana*) ; Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) ;
Bouleau à papier (*Betula papyrifera*) ; Bouleau de Maximowicz (*Betula maximowicziana*) ;
Bouleau pubescent (*Betula pubescens*) ; Bouleau verruqueux (*Betula pendula*) ;
Catalpa commun (*Catalpa bignonioides*) ; Cèdre du Japon (*Cryptomeria japonica*) ;
Cèdre du Liban (*Cedrus libani*) ; Cerisier à grappes (*Prunus padus*) ;
Charme commun (*Carpinus betulus*) ; Charme-Houblon (*Ostrya carpinifolia*) ;
Châtaignier commun (*Castanea sativa*) ; Chêne à gros fruits (*Quercus macrocarpa*) ;
Chêne chevelu (*Quercus cerris*) ; Chêne des marais (*Quercus palustris*) ;
Chêne pédonculé (*Quercus robur*) ; Chêne sessile (*Quercus petraea*) ;
Cognassier (*Cydonia oblonga*) ; Copalme d'Amérique (*Liquidambar styraciflua*) ;
Cornouiller mâle (*Cornus mas*) ; Cyprès chauve (*Taxodium distichum*) ;
Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) ; Épicéa commun (*Picea abies*) ; Érable à sucre (*Acer saccharum*) ;
Érable argenté (*Acer saccharinum*) ; Érable champêtre (*Acer campestre*) ;
Érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*) ; Érable du Japon (*Acer palmatum*) ;
Érable plane (*Acer platanoides*) ; Érable rouge (*Acer rubrum*) ;
Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) ; Févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*) ;
Frêne à fleurs (*Fraxinus ornus*) ; Frêne élevé (*Fraxinus excelsior*) ;
Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*) ; Genévrier commun (*Juniperus communis*) ;
Hêtre commun (*Fagus sylvatica*) ; Houx commun (*Ilex aquifolium*) ; If commun (*Taxus baccata*) ;
La bourdaine (*Frangula alnus*) ; Lilas commun (*Syringa vulgaris*) ;
Magnolia de Soulange (*Magnolia x soulangeana*) ; Marronnier à fleurs rouge (*Aesculus x carnea*) ;
Marronnier commun (*Aesculus hippocastanum*) ; Mélèze d'Europe (*Larix decidua*) ;
Mélèze du Japon (*Larix kaempferi*) ; Merisier (*Prunus avium*) ; Micocoulier de provence (*Celtis australis*) ;
Mûrier blanc (*Morus alba*) ; Mûrier noir (*Morus nigra*) ; Noisetier commun (*Corylus avellana*) ;
Noisetier de Byzance (*Corylus colurna*) ; Noyer commun (*Juglans regia*) ;
Noyer noir (*Juglans nigra*) ; Orme glabre (*Ulmus glabra*) ; Orme lisse (*Ulmus laevis*) ;
Peuplier grisard (*Populus x canescens*) ; Peuplier noir (*Populus nigra*) ; Pin blanc (*Pinus strobus*) ;
Pin mugho (*Pinus mugo*) ; Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) ; Platane commun (*Platanus x hispanica*) ;
Saufe marsault (*Salix caprea*) ; Sauf drapé (*Salix eleagnos*) ; Sauf blanc (*Salix alba*) ;

Poirier commun (*Pyrus communis*) ; Poirier sauvage (*Pyrus pyraster*) ;
Pommier domestique (*Malus domestica*) ; Pommier sauvage (*Malus sylvestris*) ;
Prunier (*Prunus domestica*) ; Rhododendron mauve (*Rhododendron catawbiense*) ;
Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) ; Sureau noir (*Sambucus nigra*) ;
Sumac de Virginie (*Rhus typhina*) ; Sorbier domestique (*Sorbus domestica*) ;
Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*) ; Sophora du Japon (*Styphnolobium japonicum*) ;
Séquoia géant (*Sequoiadendron giganteum*) ; Sapin pectiné (*Abies alba*) ;
Sapin de Nordmann (*Abies nordmanniana*) ; Sapin d'eau (*Metasequoia glyptostroboides*) ;
Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) ; Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*) ;
Tilleul argenté (*Tilia tomentosa*) ; Troène commun (*Ligustrum vulgare*) ;
Tsuga du Canada (*Tsuga canadensis*) ; Tulipier de Virginie (*Liriodendron tulipifera*) ;
Viorne lantane (*Viburnum lantana*) ; Zelkova du japon (*Zelkova serrata*)

Annexe n°5 : Atouts et faiblesses des essences forestières

Nom vernaculaire (<i>Nom scientifiques</i>)	Atouts face aux changements climatiques	Faiblesses face aux changements climatiques
Bouleau à feuilles de tilleul (<i>Betula maximowicziana</i>)	Résistance aux gelées	Sensibilité au gibier
Calocèdre (<i>Calocedrus decurrens</i>)	Résistance à la chaleur Résistance aux sécheresses	Sensibilité à l'engorgement
Cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)	Résistance à la chaleur Résistance aux sécheresses	Sensibilité aux gelées Sensibilité à l'engorgement
Cèdre du Liban (<i>Cedrus libani</i>)	Résistance à la chaleur Résistance aux sécheresses	Sensibilité aux gelées
Chataigner (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	Résistance aux sécheresses Résistance à la chaleur Résistance au vent	Sensibilité accrue au stade juvénile
Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i>)	Résistance à la chaleur Résistance aux sécheresses (plus que les autres chênes)	Sensibilité à l'engorgement
Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	Résistance au froid et gelées tardives modérées Résistance aux sécheresses d'intensité moyenne	Sensibilité élevée au vent Sensibilité à l'engorgement
Frêne de mandchourie (<i>Fraxinus mandshurica</i>)	Résistance à la chaleur	Sensibilité élevée aux gelées tardives Sensibilité aux sécheresses
Hêtre oriental (<i>Fagus orientalis</i>)	Résistance aux sécheresses Résistance aux gelées	Absence de données
Mélèze d'Europe (<i>Larix decidua</i>)	Résistance à la chaleur.	Sensibilité aux vents (dans le jeune âge) Sensibilité aux sécheresses
Noisetier (<i>Corylus colurna</i>)	Résistance au vent Résistance aux sécheresses (adultes)	Absence de données
Noyer noir (<i>Juglans nigra</i>)	Résistance à la chaleur	Sensibilité élevées aux gelées Sensibilité élevées aux sécheresses Sensibilité élevées au vent

Pin laricio de Corse (<i>Pinus nigra var. corsicana</i>)	Résistance aux gelées Résistance au vent Résistance à la chaleur Résistance aux sécheresses	Absence de données
Sapin de Vancouver (<i>Abies grandis</i>)	Résistance au vent Résistance aux gelées	Sensibilité aux sécheresses Sensibilité à la chaleur
Sapin noble (<i>Abies procera</i>)	Résistance au vent Résistance à la chaleur Résistance aux gelées	Sensibilité aux sécheresses
Sapin pectiné (<i>Abies alba</i>)	Résistance au vent	Sensibilité à la chaleur Sensibilité élevée aux sécheresses
Sapin de Turquie (<i>Abies bornmuelleriana</i>)	Résistance aux sécheresses Résistance aux gelées	Absences de données
Sequoia côtier (<i>Sequoia sempervirens</i>)	Résistance à la chaleur	Sensibilité au froid hivernal Peu de cultures réussies
Thuja géant (<i>Thuja plicata</i>)	Résistance à la chaleur Résistance au vent	Sensibilité élevée aux sécheresses
Tilleul argenté (<i>Tilia tomentosa</i>)	Résistance aux sécheresses Résistance à la chaleur Résistance aux gelées	Absence de données
Tulipier de Virginie (<i>Liriodendron tulipifera</i>)	Résistance au vent Résistance aux sécheresses	Sensibilité aux gelées tardives Sensibilité à l'engorgement
(FEE, 2021) (Entretien chercheur-5)		

Tableau n°13 : Atouts et faiblesses des essences forestières face au changement climatique

Annexe n°6 : Questionnaire des interviews

1. Qui êtes-vous et en quoi consiste votre profession ?
2. Quel est votre rôle dans la gestion et/ou la recherche sur les scolytes ?
3. Comment définiriez-vous l'attitude des pouvoirs publics dans cette gestion de crise ? (Attitude, réactivité, gestion de crise ou de conséquences...)
4. Qu'en pensez-vous personnellement ? Qu'auriez-vous fait différemment, si vous étiez à la tête de la gestion de crise ?
5. Quelles sont les modalités de reboisement ? (Épicéa, autres essences)
6. Existe-t-il des projets en rapport avec les scolytes ? (Projet de gestion, de cadrage des populations etc)
7. Quels sont les plans et programmes politiques développés en réponse à la crise ? En réponse au changement climatique ?

Annexe n°7 : Liste des répondants à l'enquête du mémoire

Fonction	Identification (Pays)
Secrétaire général du Conseil d'administration à la Confédération belge du Bois	Administrateur-1 (Belgique)
Chercheur en Biologie au Centre wallon de Recherche agronomiques_Département Sciences du vivant_Unité santé des plantes et forêts	Chercheur-1 (Belgique)
Chercheur-enseignant à l'Université des ressources naturelles et des sciences de la Vie, à l'Institut d'entomologie forestière, de pathologie forestière et de protection des forêts à Vienne	Chercheur-2 (Autriche)
Chercheur au Centre Fédéral de Recherche et de Formation sur les forêts, les Risques Naturels et le Paysage_Département de la protection des Forêts	Chercheur-3 (Autriche)
Chercheur au Centre Fédéral de Recherche et de Formation sur les forêts, les Risques Naturels et le Paysage_Département de la protection des Forêts	Chercheur-4 (Autriche)
Enseignant-Chercheur à l'Université de Fribourg en protection Forestière et Directeur de Projet pour la lutte non-chimique face aux crises sanitaires forestières.	Chercheur-5 (Allemagne)
Chercheur en Foresterie à l'Unité des Services de Conservation de la Nature forestière, aux forêts fédérale autrichiennes.	Chercheur-6 (Autriche)
Technicien et Conseiller forestier au CNPF Hauts-de-France pour l'orientation de la gestion des forêts privées	CRPF-1 (France)
Ingénieur Forestier au CRPF-Meuse et chargé de projet reboisement et reconstitution des forêts dans le contexte du changement climatique	CRPF-2 (France)
Chargée de mission de Réactualisation des outils de diagnostics stationnels et Dépérissement au CRPF-Meurthe-et-Moselle	CRPF-3 (France)
Agent technique du DNF du Cantonement du Libin en Région wallonne_Département Nature et Forêts	DNF-1 (Belgique)
Agent expert entomologiste au DSF, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, France et Co-animateur Surveillance du Nématode du Pin.	DSF-1 (France)
Expert entomologiste et santé des forêts au Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, France (DSF)	DSF-2 (France)
Référent expert, entomologiste au DSF, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, France	DSF-3 (France)
Conseiller et formateur forestier au DSF Pôle Grand-Est	DSF-4 (France)

Ingénieur et Référent « Données, télédétection et épidémiologie » au DSF, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, France	DSF-5 (France)
Expert forestier à l'Unité des Services de Conservation de la Nature forestière, aux forêts fédérale autrichiennes.	Expert-1 (Autriche)
Enseignant-Expert en Biodiversité, à l'Université de Liège_Département GxABT_Biodiversité et Paysage	Expert-2 (Belgique)
Ingénieur en foresterie à l'Université de Fribourg	Ingénieur-1 (Allemagne)
Ingénieur en foresterie et pépiniériste	Ingénieur-2 (Belgique)
Ingénieur responsable de la forêt de Soignes à Bruxelles-Environnement	Ingénieur-3 (Belgique)
Technicien et Correspondant-Observateur à l'ONF en Alsace	ONF-1 (France)
Technicien et Correspondant-Observateur à l'ONF Hauts-de-France	ONF-2 (France)
Responsable du suivi des dépérissement forestiers à l'OWSF, Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole – SPW ARNE	OWSF-1 (Belgique)
Responsable de Projets forestiers de reboisement et Gestionnaire forestier à la SRFB	SRFB-1 (Belgique)

Tableau n°14 : Liste des répondants à l'enquête sur la crise du scolyte de l'épicéa de 2018