



n°11

La lettre d'info de l'OWSF

Données 2023

Cette lettre d'information a été réalisée en février 2024, grâce aux observations des COs du DEMNA, du DNF, de Bruxelles-Environnement, de la Donation Royale, de la Direction de la Qualité, de la CAPFP et de la SRFB, et aux contributions de nos partenaires scientifiques du CRA-W, de l'UCLouvain, de Gbx Agro-Bio Tech, de l'ULB, de l'ULiège et de l'IRSNB. Sa rédaction a été coordonnée par l'équipe DMF de l'OWSF : Amaury André, Elodie Bay, Audrey Bologna, Murielle Fesler, Jean-Luc Goosse, Pascal Gruslin, Coraline Lesenfants, Quentin Leroy, Olivier Noiret, Diego Pietequin, Ferdinand Ramelot, Céline Vaïanopoulos.

Préface

Depuis plusieurs années, les phénomènes inédits s'enchaînent à un rythme effréné. L'année 2023 ne fait pas exception. La sécheresse printanière a fait place à des épisodes pluvieux importants engendrant dans l'esprit du forestier une certaine confusion. Il est difficile d'interpréter l'année écoulée et de tirer des conclusions sur la simple base de nos observations personnelles tant le contraste entre les différentes périodes est important. Le gestionnaire a plus que jamais besoin d'une vue objective sur la situation.

L'adaptation de nos habitudes à ce contexte changeant est devenue une nécessité. Elle oblige une vision objective et documentée sur ce que subissent nos forêts. L'enchaînement de phénomènes diamétralement opposés sur une même année rend cette tâche particulièrement ardue. Le gestionnaire se pose donc légitimement beaucoup de questions. Les pluies d'automne compenseront-elles la sécheresse de printemps ? Le climat sera-t-il suffisamment rude pour ralentir les ravageurs qui attaquent mes peuplements ? Les attaques de chenilles défoliatrices auront-elles un impact sur la vitalité de mes chênes l'an prochain ? Ces questions ne sont bien entendu que quelques exemples des interrogations dont nous font part les acteurs de terrain.

L'OWSF et son réseau de Correspondants-Observateurs collectent des données au travers de nombreux dispositifs de mesures. Elles mettent en lumière l'impact des phénomènes à l'échelle tant locale que régionale et sur de longues périodes. Cette connaissance des phénomènes passés ou en cours nous permettent de mieux conseiller pour l'avenir. Bien entendu, il restera toujours une part d'inconnu. Le forestier peut ainsi faire ses choix sur des bases solides même si la gestion de l'avenir comportera toujours une part de pari. Nous vous souhaitons donc une bonne lecture de cette lettre 2024 qui synthétise tout l'investissement de notre équipe.

*Ir. Quentin Leroy
Directeur de la Direction du Milieu forestier*



Wallonie



TABLE DES MATIERES

COUP D'ŒIL SUR LA SANTÉ DES FORÊTS.....	3
ACTUALITÉS PÉDO - CLIMATIQUES	5
LE CLIMAT EN 2023	5
PHÉNOLOGIE DES ESSENCES	9
LE RÉSEAU ICP-FORESTS DE NIVEAU II EN WALLONIE	10
INDICES DE SÉCHERESSES POUR LES FORÊTS BELGES	17
IMPORTANCE DES PROPRIÉTÉS HYDRIQUES DES SOLS FORESTIERS POUR L'ÉVALUATION DES STRESS HYDRIQUES.....	20
GUIDE D'IDENTIFICATION ET DE GESTION DES TYPES DE STATION FORESTIÈRE D'ARDENNE.....	25
ACTUALITÉS PHYTOSANITAIRES	27
ÉTAT SANITAIRE DES HOUPPIERS AU NIVEAU RÉGIONAL	27
PROBLÈMES ET SUIVIS SUR FEUILLUS.....	33
<i>Dépérissement du chêne en Fagne-Famenne-Calestienne et en Lorraine</i>	<i>33</i>
<i>Impact des propriétés chimiques et physiques du sol sur l'état phytosanitaire des chênaies de Fagne-Famenne-Calestienne et Lorraine.....</i>	<i>38</i>
<i>Santé, croissance et productivité de la hêtraie de Wallonie</i>	<i>40</i>
<i>Etat sanitaire de l'érable en Wallonie.....</i>	<i>42</i>
<i>Projet AGRITRAP : développement d'outils de surveillance des agriles.....</i>	<i>47</i>
PROBLÈMES ET SUIVIS SUR RÉSINEUX	50
<i>La crise du scolyte de l'épicéa</i>	<i>50</i>
<i>La Cécidomyie du douglas</i>	<i>52</i>
<i>Phytophthora pluvialis identifié dans des plantations de douglas en Wallonie</i>	<i>53</i>
<i>Etude de la vulnérabilité du douglas dans un contexte environnemental changeant au travers d'une analyse dendrochronologique</i>	<i>56</i>
PROBLÈMES ET SUIVIS SUR PLANTATIONS	59
<i>Résultats du suivi plantations 2023</i>	<i>59</i>
<i>Le hanneton</i>	<i>67</i>
<i>L'hylobe remonte timidement sur scène.....</i>	<i>68</i>
<i>Trees For Future</i>	<i>70</i>
LES RISQUES POUR L'AVENIR	72
<i>Scolytes indigènes et invasifs – un point sur l'actualité</i>	<i>72</i>
<i>L'agrile du frêne et du bouleau.....</i>	<i>73</i>
<i>Le tigre du chêne.....</i>	<i>75</i>
VIE DE L'OBSERVATOIRE.....	76
ARRIVÉES ET DÉPARTS.....	76
LES FORMATIONS DE NOS COS	76
REMERCIEMENTS	76
COORDONNÉES DES COLLABORATEURS DE L'OWSF	78
LISTE DES ABRÉVIATIONS	81
LEXIQUE FRANÇAIS – ALLEMAND	82



















COUP D'ŒIL SUR LA SANTE DES FORETS

La santé des forêts en 2023 sur base des observations des COs et des experts de l'OWSF

Santé des essences	Principaux problèmes et niveau d'impact	Plus d'infos
<p> BONNE</p> <p> MOYENNE</p> <p> MEDIOCRE</p>	<p> FAIBLE MOYEN FORT NON PRESENT sur le territoire</p>	
Douglas	<p> Rouille suisse (<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>)</p> <p> Cécidomyie (<i>Contarinia pseudotsugae</i>)</p> <p> Maladies des pousses (<i>Sirococcus conigenus</i>, <i>Botrytis</i>...)</p> <p> Armillaires : signalements en augmentation</p>	
Epicéa	<p> <i>Ips typographus</i> (orange)</p> <p> <i>Chalcographe</i> (<i>Pityogenes chalcographus</i>)</p>	Note 2018
Mélèzes	<p> <i>Phytophthora ramorum</i></p> <p> <i>Ips Cembrae</i> (attaques localisées)</p>	Pages dédiées
Pins	<p> Nématode du pin (<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>)</p> <p> Dépérissement : causes abiotiques, bupreste bleu du pin (<i>Phaenops cyanea</i>), ...</p>	
Sapins	<p> Dépérissement</p> <p> Dépérissement important en <i>Abies grandis</i></p>	
Charme	Dépérissement localisé en Fagne-Famenne-Calestienne	
Châtaignier	<p> Chancre (<i>Cryphonectria parasitica</i>) sur le cantonnement de Mons</p> <p> <i>Phytophthora ramorum</i></p>	Pages dédiées



 Chêne	<ul style="list-style-type: none">  Chenille processionnaire (<i>Thaumetopoea processionea</i>)  Autres insectes défoliateurs  Oïdium (<i>Microsphaera alphitoides</i>)  Dépérissement avec écoulements et agrile (<i>Agrilus biguttatus</i>) en Fagne-Famenne-Calestienne et Haute-Lorraine 	Pages dédiées Note 2016
 Erable	<ul style="list-style-type: none">  Maladie de la suie de l'érable (<i>Cryptostroma corticale</i>)  Dépérissement avec écoulements 	Pages dédiées
 Frêne	<ul style="list-style-type: none">  Chalarose (<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>) 	Note 2015
 Hêtre	<ul style="list-style-type: none">  Dépérissement 	
 Peupliers	<ul style="list-style-type: none">  Maladies foliaires (<i>Melanpsora spp.</i>, <i>Drepanopeziza punctiformis</i>)  Puceron lanigère (<i>Phloeomyzus passerinii</i>) 	Pages dédiées





ACTUALITES PEDO - CLIMATIQUES

LE CLIMAT EN 2023

Le bilan climatique a été scindé par saison météorologique soit :

- ▣ Du 01/12/2022 au 28/02/2023 pour l'hiver ;
- ▣ Du 01/03/2023 au 31/05/2023 pour le printemps ;
- ▣ Du 01/06/2023 au 31/08/2023 pour l'été ;
- ▣ Du 01/09/2023 au 30/11/2023 pour l'automne.

Le présent bilan a été rédigé grâce à différents documents de l'IRM ainsi qu'aux bilans agro-climatiques réalisés par le CRA-W. Il fait également référence aux zones climatiques de Wallonie selon la Fig. 1.

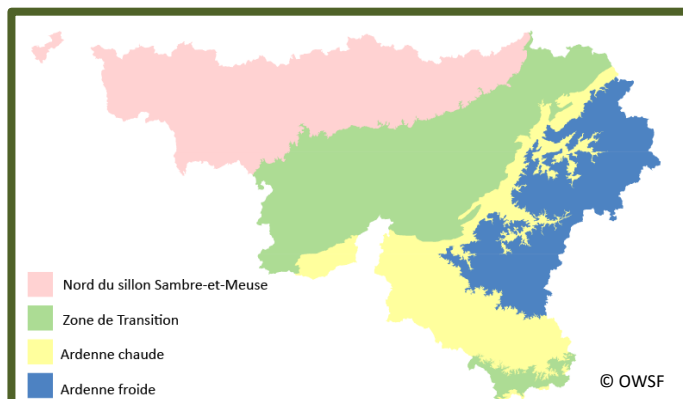


Fig. 1. Zones climatiques de Wallonie

Hiver 2023

L'hiver 2023 a été contrasté et ce aussi bien dans ses températures minimum et maximum de l'air, du sol ainsi que dans sa pluviométrie.

L'hiver climatique a débuté en décembre 2022 avec des températures et une pluviométrie en accord avec les valeurs normales de saison, même si une température de 18°C a été enregistrée à Houyet (Province de Namur) le dernier jour de l'année. Aucun jour d'hiver ($T^{\circ}\text{max} < 0^{\circ}\text{C}$) n'a pu être comptabilisé à la station de référence (Uccle). Des températures négatives ont cependant bien pu être observées notamment -15.5°C à Elsenborn la nuit du 14 au 15 décembre la plus froide de 2022 et une neige persistante a bien été observée, toujours dans la Province de Liège.

La bonne pluviométrie de décembre, retrouvée également au mois de janvier 2023, a permis de continuer sur la lancée de l'automne 2022 en reconstituant les réserves hydriques du sol. Les précipitations sous couvert sont néanmoins restées sous les valeurs normales pour ces deux mois ainsi qu'en février 2023. Ce dernier mois d'hiver se distingue des deux autres par des températures élevées, tout particulièrement pour la température moyenne du sol, légèrement au-dessus de la tendance médiane supérieure. La pluviométrie a été anormalement faible et ce pour toutes les zones climatiques de Wallonie, le Nord du sillon Sambre et Meuse ayant été le plus durement touché et l'Ardenne froide s'en sortant le mieux. Ceci a directement impacté les précipitations sous couvert puisque ces dernières étaient anormalement basses pour ce mois de février.

L'hiver 2023 aura été plus calme que l'année passée mais comptabilise néanmoins la 1^{ère} tempête de l'année le 12 janvier 2023, avec une vitesse maximale de 83 km/h mesurée à la station d'Elsenborn.



Printemps 2023

Tout comme l'hiver qui le précède, le printemps 2023 a été changeant.

Après une fin d'hiver doux et sec, le début du printemps a retrouvé des valeurs de saisons en termes de température (maximum et minimum de l'air et la température du sol) avec logiquement des valeurs plus basses en Ardenne froide et plus élevées au Nord du sillon Sambre et Meuse pour les températures de l'air maximum et minimum et plus élevées en Ardenne chaude pour la température du sol. Le mois d'avril a ensuite commencé fraîchement avec des températures frôlant ou légèrement en-dessous des tendances médianes inférieures. Ces valeurs ont ensuite augmenté au cours des trois décades pour arriver à un mois de mai dans les normes à tout point de vue.

Des gelées tardives ont encore été observées en mars et en avril mais plus au mois de mai. La neige est encore tombée et est temporairement restée au sol dans les Hautes Fagnes le 20 avril.

Les précipitations ont été anormalement abondantes au mois de mars - dont les quantités ont fort varié en fonction de la zone climatique considérée (de 75 mm à 191.4 mm) - et abondantes (proche de la valeur médiane supérieure) au mois d'avril. Les précipitations sont réparties de façon relativement homogènes pour toutes les décades. Conséquences de ces précipitations généreuses : les valeurs de précipitation sous couvert forestier remontent alors vers des valeurs normales.

Le mois de mai est à ce niveau plus contrasté : si le cumul mensuel des précipitations est dans les normes, leur répartition est très inégale entre décades puisque la dernière a été totalement sèche ! Plus aucune goutte de pluie n'est tombée à Uccle après le 16 mai. Cette absence de précipitations combinée aux vents de secteur nord-est et nord qui ont soufflé respectivement au mois d'avril et de mai constituent les prémices d'un début d'été chaud et sec. Pour preuve les différents feux qui se sont déclarés fin du mois de mai. L'incendie qui a touché environ 170 ha de végétation dans les Hautes Fagnes restera sans doute dans les mémoires. Les Communes de la Roche-en-Ardenne ainsi que de Couvin ont aussi été touchées cette fois par des feux de forêt partis de mises à blanc avec respectivement 2-3 ha et 1 ha concernés (Fig. 2).



Fig. 2. Intervention des pompiers suite à un départ de feu dans une mise à blanc à Brûly-de-Pesche (Couvin)



📅 Été 2023

Le début de l'été commence sur les chapeaux de roue : juin aura été un mois particulièrement chaud puisqu'il comptabilise, la 1^{ère} vague de chaleur¹ de 2023 enregistrée à Uccle du 8/06 au 17/06. Les températures minimales et maximales de l'air, de même que la température moyenne du sol sont toutes anormalement supérieures d'au moins 1°C par rapport aux normales supérieures respectives. Le mois de juin 2023 constitue d'ailleurs le mois de juin le plus chaud depuis le début des observations en 1833 à la station de référence d'Uccle !

S'il fait chaud en ce mois de juin 2023, il faut aussi sec car le cumul moyen de précipitations en Wallonie est de 42.3 mm (normale mais proche de la médiane inférieure) avec quasi aucune pluie lors de la 1^{ère} décade (au plus 3.5 mm en Ardenne chaude). Or la dernière quinzaine du printemps 2023 a été très sèche. Il faudra attendre le 16 juin à Uccle pour que la pluie tombe à nouveau, soit 32 jours de sécheresse atmosphérique. Il n'est alors pas étonnant de constater que les précipitations sous couvert sont donc sans surprise toujours très faibles.

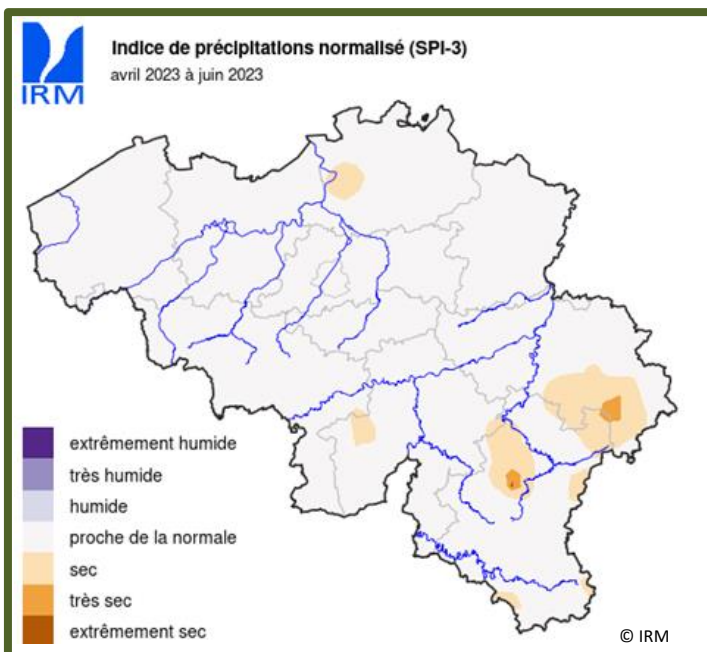


Fig. 3. SPI-3 calculé d'avril à juin 2023 compris. Les différentes classes humide/sec, très humide/très sec, extrêmement humide/extrêmement sec correspondent respectivement aux périodes de retour suivantes : 10 à 30 ans, 30 à 50 ans et plus de 50 ans

Le vent continental asséchant du nord-est a continué à souffler en ce mois de juin, comme les deux mois précédents. Il contribue également à l'assèchement de l'air et à l'augmentation des températures observées.



Fig. 4. Dégâts dans un peuplement de feuillus à la suite du passage d'une tornade dans le bois de Menuchenet (Bouillon)

L'indice de sécheresse SPI-3² atteint des valeurs sèches à très sèches, mais qui sont encore restreintes globalement à l'Ardenne froide (Fig. 3). En outre, les bonnes précipitations des mois de mars et d'avril masquent la situation du mois de juin puisque le SPI-3 est calculé sur les trois mois précédents.

Le passage d'une tornade lors d'un phénomène orageux aura été un évènement

¹ Vague de chaleur : définie par l'IRM lorsque les températures maximales à la station de référence d'Uccle sont d'au moins 25°C pendant cinq jours successifs, durant lesquels trois jours au moins auront atteint des températures de 30°C.

² SPI-3 : Indice de précipitation normalisé. C'est un indicateur statistique qui compare le total des précipitations reçues à un endroit pendant une période de temps n (en mois) avec un total de précipitations historiques reçues en ce même endroit sur la même période de n mois. L'IRM calcule cet indice sur une période de 3 mois (SPI-3). Il en résulte un facteur qui correspond à un écart par rapport à une moyenne sur le long-terme.



marquant dans la localité de Bouillon (Fig. 4), provoquant de nombreux chablis dans des peuplements de feuillus et de résineux nécessitant le prélèvement d'un total d'environ 900 m³ de chablis et de coupes sanitaires d'essences diverses telles que hêtre, chênes, sapin pectiné, épicéa ou encore mélèze et douglas.

Le reste de l'été aura été dans les normes pour les différents paramètres de températures, aussi bien en juillet et en août. Même si cela ne s'est donc pas vraiment senti en Belgique au niveau des températures, le mois de juillet 2023 aura été « le mois de juillet le plus chaud jamais enregistré sur Terre » selon Copernicus avec une température supérieure de 0.7°C par rapport à la moyenne calculée sur 1991-2020. Les précipitations auront été dans les normes et auront permis de rétablir une situation normale en termes de sécheresse atmosphérique. Les valeurs de précipitations sont même proches de la médiane supérieure au mois d'août qui aura donc été assez humide, particulièrement en Ardenne chaude.

Il est néanmoins important de préciser que les précipitations du mois de juillet se sont déroulées, pour les trois-quarts, lors de la dernière décade ! La sécheresse atmosphérique qui s'amorçait au printemps s'est donc aggravée comme en témoigne l'indice SPI-3 à cheval sur le printemps et l'été 2023, qui montre des valeurs principalement extrêmement sèches pour tout le sud du sillon Sambre et Meuse (Fig. 6).

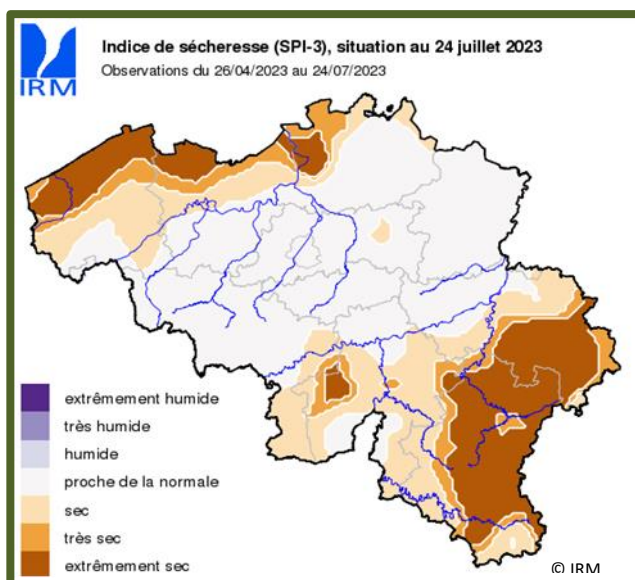


Fig. 6. SPI-3 calculé du 26 avril 2023 au 24 juillet 2023 compris. Les différentes classes humide/sec, très humide/très sec, extrêmement humide/extrêmement sec correspondent respectivement aux périodes de retour suivantes : 10 à 30 ans, 30 à 50 ans et plus de 50 ans

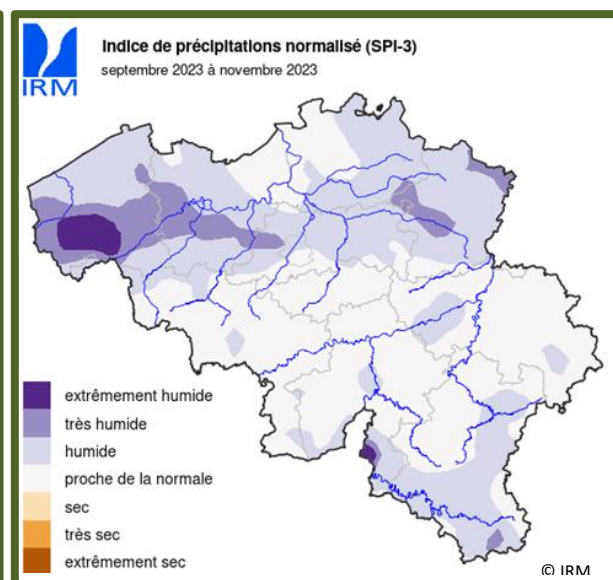


Fig. 6. SPI-3 calculé pour l'automne 2023. Les différentes classes humide/sec, très humide/très sec, extrêmement humide/extrêmement sec correspondent respectivement aux périodes de retour suivantes : 10 à 30 ans, 30 à 50 ans et plus de 50 ans

📅 Automne 2023

L'automne 2023 aura été dans la continuité de l'été qui le précède : chaud et présentant une pluviosité contrastée sur la saison.

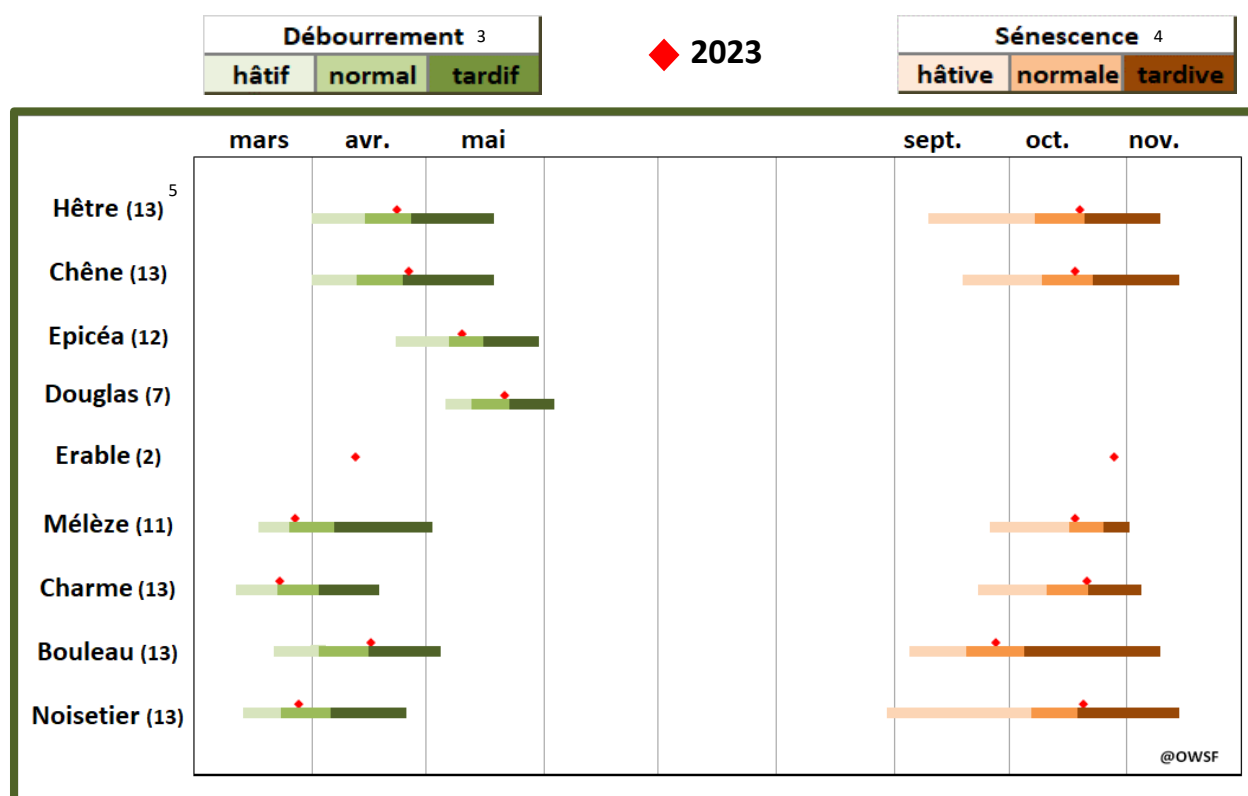
En effet, dès le mois de septembre les températures repartent à la hausse et sont toutes – qu'il s'agisse de la température maximale, minimale de l'air ou la température moyenne du sol – supérieures à la médiane supérieure. Ces valeurs sont mêmes supérieures à celles observées les deux mois précédents alors que l'automne météorologique est supposé s'initier. La station de référence d'Uccle enregistre même une vague de chaleur la plus tardive observée. Celle-ci s'est déroulée du 04/09 au 11/09 avec même 6 jours tropicaux (T°max>30°C) mesurés. Il faudra attendre la deuxième décade du mois d'octobre pour retrouver



des valeurs de températures qui concordent avec les valeurs normales de saison ; normalité qui sera pleinement retrouvée lors du mois de novembre pour les températures maximales et minimales de l'air, mais pas pour la température moyenne du sol toujours de 0.4°C supérieure à la normale supérieure.

Les précipitations de septembre sont quant à elles restées normales. Les précipitations importantes de la fin du mois de juillet et du mois d'août ont permis un retour à la normale concernant l'indice de sécheresse SPI-3. L'humidité augmente à partir de la dernière décade du mois d'octobre et continue en novembre avec un cumul de précipitations pour ce dernier supérieur à la médiane supérieure tout particulièrement en Ardenne chaude. Les valeurs de SPI commencent alors à augmenter vers des valeurs humides à très humides (localement) au sud de la Wallonie (Fig. 6). Les premières neiges sont tombées dans les Hautes Fagnes le 15 octobre mais n'ont pas persisté au-delà.

PHENOLOGIE DES ESSENCES



Le climat humide et frais de ce début de printemps a eu un effet contrasté sur le déclenchement du débourrement : tendance hâtive pour les mélèzes (27 mars) et les charmes (23 mars) contre tendance tardive pour les chênes (26 avril), les bouleaux (16 avril) et les douglas (21 mai). La période de débourrement⁶ a été longue pour les mélèzes (9 jours) et normale pour les autres essences suivies.

La douceur du début d'automne a permis à la majorité des essences d'exprimer la sénescence (jaunissement et/ou chute des feuilles) à des dates normales voire tardives pour les hêtres (19 octobre), les charmes (21 octobre) et les noisetiers (20 octobre). Seuls les mélèzes ont jauni avec une tendance hâtive

³ Distribution des valeurs de **début de débourrement** (10% des arbres exprimant 20% du débourrement): hâtif= [Q0-Q1] ; normal =]Q1-Q3[; tardif= [Q3-Q4].

⁴ Distribution des valeurs de **fin de sénescence** (90% des arbres exprimant 20% de la sénescence): hâtive= [Q0-Q1] ; normale =]Q1-Q3[; tardive= [Q3-Q4].

⁵ Entre parenthèses : nombre d'années de relevés.

⁶ Période comprise entre les dates où 10% et 90% des arbres expriment 20% du phénomène.



en moyenne (18 octobre) bien que la situation ait été très variable sur l'ensemble du réseau. Les périodes de sénescence⁶ pour les charmes (25 jours) et les mélèzes (25 jours) ont en outre été longues en 2023.

En définitive, la période de végétation⁷ a été longue pour le charme (212 jours) et normale pour les autres essences du réseau.

LE RESEAU ICP-FORESTS DE NIVEAU II EN WALLONIE : 25 ANNEES DE MONITORING DES FACTEURS DE STRESS ET DE LEURS EFFETS SUR LA VITALITE DES ARBRES

par Hugues Titeux, François Joussemet et Quentin Ponette (Earth & Life Institute, UCLouvain)

Introduction

Le programme « ICP-Forests⁸ » vise à caractériser les évolutions de l'état sanitaire des arbres mais aussi à comprendre les relations entre l'évolution des paramètres biotiques et abiotiques. En Wallonie, l'évolution des paramètres biotiques (état sanitaire, croissance, nutrition, ...) et abiotiques (retombées atmosphériques, climat, ...) est étudiée depuis la fin des années '90 sur le réseau ICP-Forests de niveau II (Tab. 1). Ce réseau, initialement composé de 8 placettes (4 de hêtre, 1 de chêne sessile et 3 d'épicéa) en comprend désormais 7 depuis la mise à blanc d'une pessière en 2019 (Tab. 2). Quatre de ces placettes, dites 'intensives', font l'objet de l'ensemble des mesures et observations.

Tab. 1. Liste des paramètres suivis sur les placettes ICP-Forests de niveaux I et II

* suivis dans le cadre de l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW) ** stations du réseau Pameseb (CRA-W) jumelées à ces placettes

	Niveau I	Niveau II normal	Niveau II intensif
Nombre de placettes	50	4	4
Etat sanitaire	v	v	v
Croissance	v*	v	v
Propriétés des sols	v*	v	v
Végétation herbacée	v*	v	v
Composition foliaire		v	v
Retombées d'éléments via les litières		v	v
Observations météorologiques			v**
Retombées atmosphériques			v
Phénologie			v
Disponibilité en eau du sol			v
Eléments dissous dans la solution du sol			v

Dans cette note, nous présentons l'évolution des paramètres abiotiques sur une période de près de 25 ans, tentons de les déchiffrer et de comprendre leur impact sur l'évolution de l'état sanitaire des arbres sur ces placettes.

Tab. 2. Liste des placettes de niveau II

Code	Localité	Suivi intensif ?	Essence principale
1	Gedinne	oui	Epicéa
2	La-Roche	non	Epicéa
3	Neufchâteau	non	Epicéa (jusque 2019)
5	Eupen	non	Hêtre
6	Wellin	non	Hêtre
7	Virton	oui	Hêtre
8	Chimay	oui	Chêne sessile
9	Louvain-La-Neuve	oui	Hêtre

⁷ Période comprise entre les dates où 10% des arbres expriment 20% du débourrement et 90% des arbres expriment 20% de la sénescence.

⁸ <http://icp-forests.net/>



Retombées atmosphériques

Les dépôts atmosphériques sont mesurés dans les échantillons d'eau de pluie récoltés sur les placettes elles-mêmes (= sous-couvert), ainsi qu'en zone ouverte à proximité (= hors-couvert). Ce double échantillonnage permet de quantifier les effets du feuillage sur les flux d'éléments.

Les principales variables étudiées dans ces échantillons d'eau sont le sulfate (SO_4^{2-}), le nitrate (NO_3^-) et l'ammonium (NH_4^+). Ces derniers sont principalement issus de la réaction dans l'atmosphère de SO_2 , NO_x et NH_3 , eux-mêmes émis par les industries, les voitures et les élevages (surtout les fosses à lisier). Les deux premiers composés libèrent des protons (ce qui acidifie l'eau de pluie), tandis que le troisième en consomme. Pour cette raison, le sulfate et le nitrate sont souvent considérés comme indicateurs de l'apport d'acide. L'ammonium, même s'il tend à limiter l'acidité de l'eau de pluie, peut toutefois contribuer à l'acidification du sol car des protons sont libérés lors de son absorption par les racines ou de sa transformation en nitrate par les microorganismes.

Nous observons depuis le début des relevés une chute drastique des retombées en sulfate et une baisse des retombées en nitrates dans les pluies hors couvert (Fig. 8). Nous n'observons pas d'évolution significative des retombées de nitrate dans les pluies sous couvert, ni d'ammonium dans les deux types d'échantillons. Le pH des retombées hors- et sous-couvert a augmenté de pratiquement 1 unité en 25 ans, ce qui peut être relié à la forte diminution des retombées de sulfate, et donc à la baisse des émissions de SO_2 (abandon du charbon, mise en place de filtres et catalyseurs, fermetures d'usines ; ...).



Fig. 7. Mise en place de sondes pour le suivi en continu de la réserve en eau dans le sol

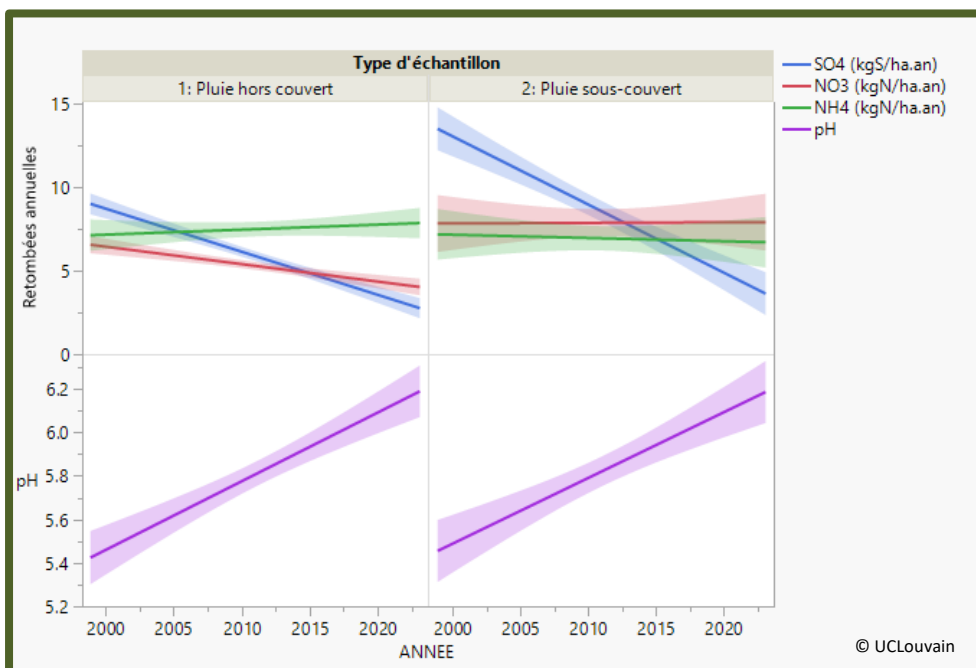


Fig. 8. Evolution des retombées annuelles en SO_4^{2-} , NO_3^- et NH_4^+ (en haut) et du pH (en bas) de l'eau de pluie, en zone ouverte (à gauche) et sous les arbres (à droite) ; résultats moyens sur les 4 placettes intensives ; droites de régression et intervalles de confiance correspondants

Les différences entre la composition des retombées hors couvert et sous-couvert peuvent s'expliquer par l'interception de poussière ou de brouillard par la canopée, ainsi que par la nitrification d'une partie de l'ammonium à la surface des feuilles/aiguilles ou dans les dispositifs de récolte.

Solutions du sol

L'eau contenue dans le sol, appelée « solution du sol », est

récoltée en continu sur les 4 placettes « intensives » et analysée tous les mois, afin de mesurer les concentrations des principaux composés dissous.



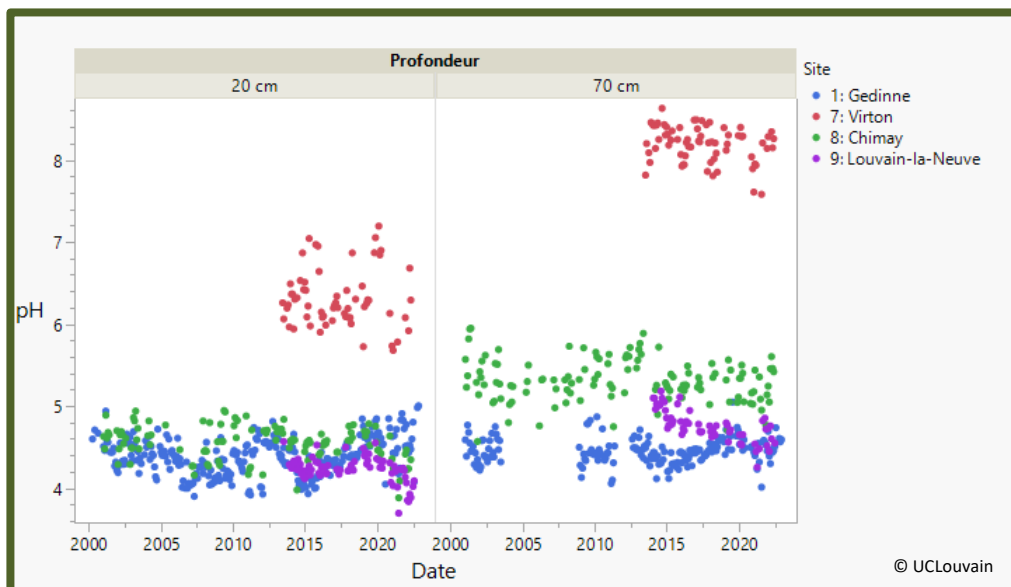


Fig. 9. Evolution du pH des solutions du sol récoltées à 20 et 70 cm de profondeur sur les 4 placettes « intensives »

Le pH des solutions du sol, est généralement inférieur à 5, sauf à Virton, car le sol contient du calcaire à partir de 30-40 cm de profondeur, et dans l'horizon profond de Chimay, en raison de la richesse en minéraux argileux altérables. Les valeurs de pH fluctuent, mais ne présentent pas d'évolution claire, sauf à 70 cm de profondeur à Virton et Louvain-la-Neuve, où l'on observe une baisse depuis 2014 (Fig. 9).

Pourquoi le pH des solutions du sol n'augmente-t-il pas (ou très peu), contrairement à celui de l'eau de pluie ?

Deux explications complémentaires peuvent être avancées :

1 :

Les protons apportés par la pluie ne sont pas la principale source d'acide dans le sol. La respiration (racines et micro-organismes), la décomposition de la matière organique, l'absorption de cations nutritifs par les racines et la nitrification (transformation de l'ammonium en nitrate) sont des sources majeures d'acidité dans les sols. Lorsque les retombées en ammonium sont élevées (ce qui est le cas en Wallonie), la nitrification pourrait constituer la principale source d'acidité dans les sols forestiers. Notons que dans ces sols, la nitrification n'est pas inhibée par l'acidité, car elle est réalisée par des champignons. Le fait que les retombées en ammonium soient élevées et ne diminuent pas pourrait donc expliquer l'absence d'évolution du pH des solutions à long terme.

2 :

Le pH des sols dépend de l'apport d'acidité (protons) mais aussi, et surtout, de leur neutralisation. Les principaux mécanismes de neutralisation sont l'absorption de nitrate par les racines et l'altération des minéraux. Si l'absorption de nitrate par les racines diminue (par exemple après une coupe), les concentrations en nitrate augmentent et le pH a tendance à diminuer (ce qui explique les fluctuations observées). D'autre part, l'altération des minéraux maintient le pH dans une certaine gamme, qui dépend de la résistance des minéraux présents. En présence de minéraux très peu résistants (ex : le calcaire), le pH du sol sera élevé quel que soit l'apport d'acide. On appelle cela le pouvoir tampon du sol. Grâce à ce mécanisme, le pH d'un sol diminuera peu lorsque l'apport d'acide augmente, mais remonte très peu lorsqu'il diminue.



Périodes sèches (météo ET sol)

Nous avons mis au point un indice pour caractériser l'intensité des périodes sèches sur base du déficit hydrique journalier. Ce dernier a été calculé par différence entre la demande en eau (Evapo-Transpiration Potentielle Standard ; ET0) et l'apport d'eau (Précipitations), d'après les données interpolées de l'IRM pour la période 1961-2023. Pour chaque année, nous avons recherché la période (sans contrainte de date ni de durée) pour laquelle le cumul des déficits hydriques journaliers consécutifs est le plus élevé. Il s'agit très rarement de périodes sans pluie, mais il s'agit toujours de périodes à l'issue desquelles l'écart entre la demande en eau cumulée et la quantité cumulée de pluie atteint sa valeur maximale (pour l'année considérée). Le déficit hydrique cumulé maximal (DHCM) est un indice « souple », qui permet de cibler les périodes durant lesquelles on s'attend à observer les dessèchements les plus prononcés des sols.

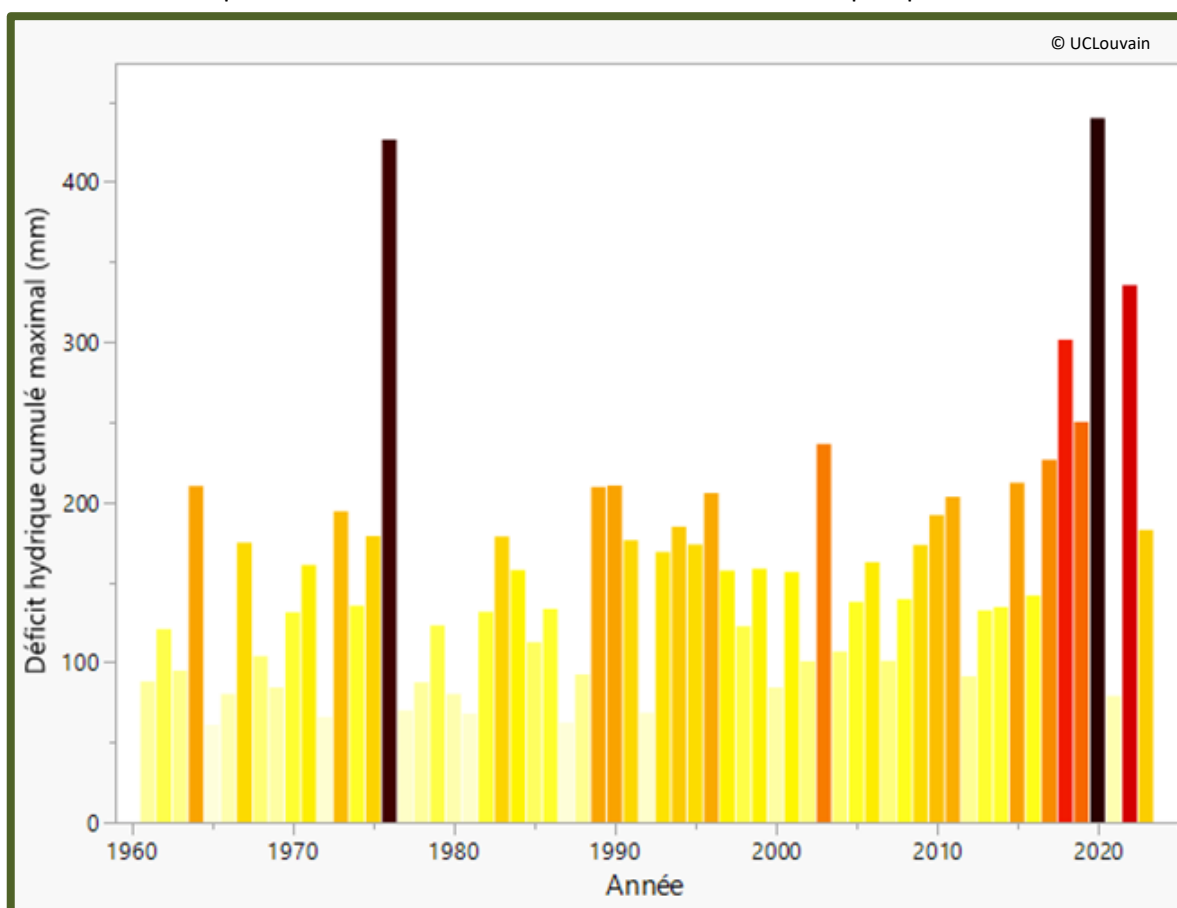


Fig. 10. Evolution moyenne (pour les 8 sites de niveau II) du déficit hydrique cumulé maximal (DHCM) sur la période 1961-2023. Le DHCM correspond à l'écart entre les cumuls de demande en eau (ETP) et d'apport d'eau (P) au « point culminant » de la période la plus sèche de chaque année (chaque barre représente une année ; la couleur est d'autant plus foncée que la valeur est élevée)

Nous observons d'importantes fluctuations de cet indice « DHCM » sur l'ensemble de la période (Fig. 10), mais la dernière « vague » (qui a débuté en 2015) est nettement plus marquée que les précédentes (1989-1996 ; 2009-2011). Parmi les 10 valeurs les plus élevées sur 60 ans, 5 ont été observées entre 2015 et 2023. Nous pouvons également distinguer 2 valeurs extrêmes (1976 et 2020), s'élevant à plus de 3 fois la valeur médiane (= 133 mm), et quelques valeurs hautes « isolées » (1964 et 2003).

Parallèlement, nous avons mesuré la réserve en eau des sols sur les 4 sites intensifs depuis 2014. Sur base de ces mesures, nous avons mis au point un modèle permettant de prédire l'évolution de la réserve (sur une profondeur de 1m) à partir des mesures relevés météo effectués sur les stations attenantes (Réseau



Pameseb ; CRA-W). Nous avons appliqué ce modèle à la période 2000-2023 et relevé pour chaque année la valeur minimale de la réserve en eau du sol. Cette valeur est bien reliée à l'indice DHCM présenté ci-dessus (Fig. 11). Il ne s'agit toutefois pas d'une relation linéaire ; nous observons une courbure à partir d'un seuil approximatif de 200 mm. Au-delà de ce seuil, la réserve en eau minimale ne baisse plus autant lorsque le DHCM augmente. Ceci signifie que le sol, du moins le premier mètre, ne fournit plus suffisamment d'eau pour répondre à la demande. Par conséquent, les arbres sont susceptibles de subir un stress hydrique, sauf si leurs racines ont accès à des réserves plus profondes...

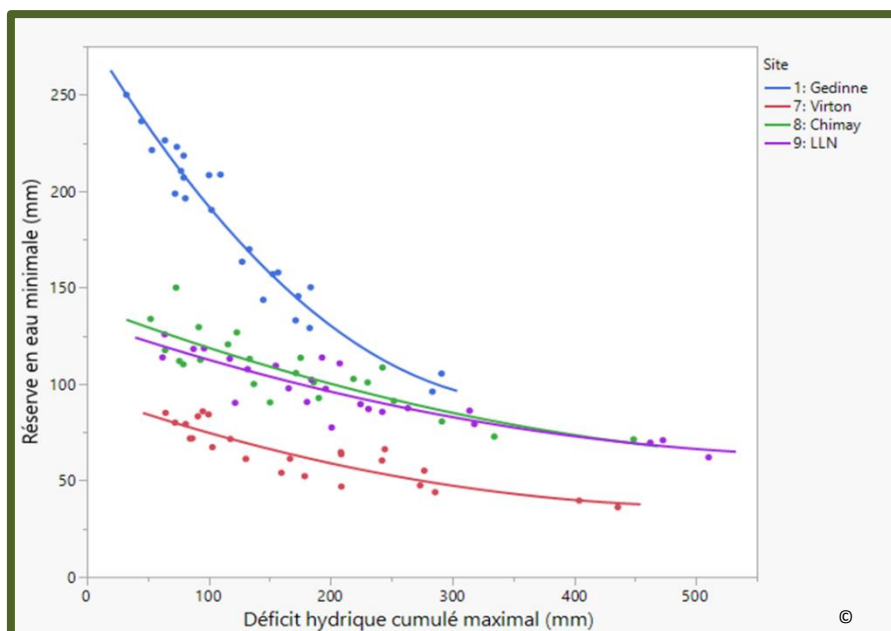


Fig. 11. Relation entre la réserve en eau des sols (valeur minimale annuelle) sur une épaisseur de 1m et l'intensité des périodes sèches (valeur maximale annuelle du déficit hydrique cumulé) sur la période 2000-2023

Teneurs en nutriments dans les feuilles

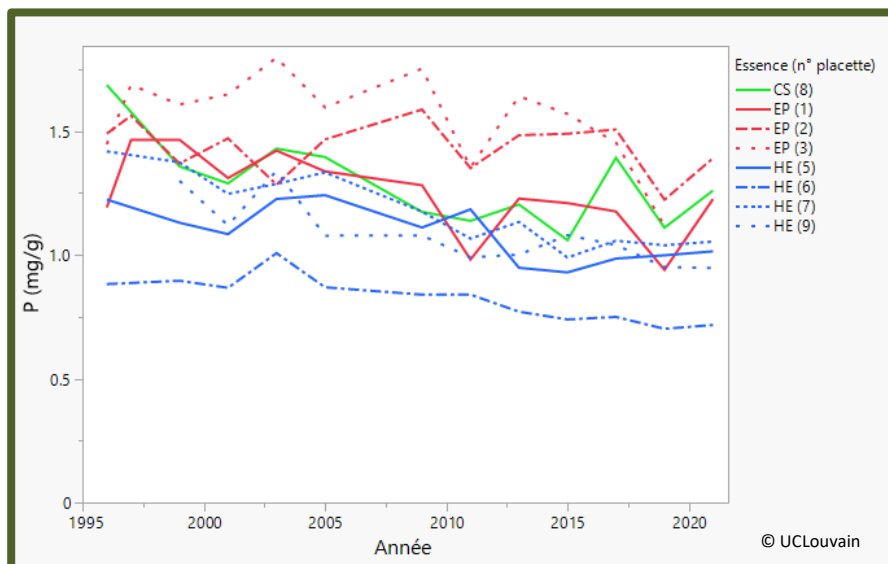


Fig. 12. Evolution des teneurs en phosphore dans les feuilles et les aiguilles (CS : chêne sessile ; EP : épicéa ; HE : hêtre) ; les numéros de sites correspondent aux codes des placettes (cf Tab. 2)

Les feuilles/aiguilles sont prélevées tous les 2 ans sur les 8 placettes du réseau de niveau II afin de mesurer les teneurs en éléments nutritifs. Ces teneurs nous indiquent la disponibilité de ces nutriments dans les sols et les éventuels risques de carence, excès ou déséquilibres. Les concentrations en phosphore dans les feuilles de hêtres et de chênes sur les sites du réseau II ont nettement diminué depuis le début du suivi (Fig. 12). Une diminution, moins marquée, est également observée chez les épicéas. Pour les autres nutriments, aucune évolution n'est observée.



Pourquoi la teneur en phosphore des feuilles diminue-t-elle ?

A nouveau, plusieurs hypothèses complémentaires peuvent être émises :

1.

Dans les horizons minéraux du sol, le phosphore est très peu disponible car il est fortement lié (adsorbé) à la surface des oxydes de fer (= composant majeur de tous les sols). Le sulfate ayant une affinité pour ces mêmes surfaces, les concentrations élevées durant le pic de pollution atmosphérique auraient exercé une compétition pour les sites de fixation, ce qui aurait rendu le phosphore plus disponible pour les racines. La forte diminution des retombées en sulfate depuis les années '90 pourrait donc provoquer une diminution simultanée de la disponibilité en phosphore.

2.

La production de fruits par les arbres consomme leurs réserves en nutriments, et particulièrement celle en phosphore. Des pics de fructification plus marqués et plus fréquents qu'avant pourraient provoquer un épuisement progressif de leurs réserves, ce qui se refléterait sur les concentrations dans les feuilles. Nous ne disposons toutefois pas de données sur la fructification avant 1998 afin de documenter la situation antérieure à ce suivi.

Etat sanitaire

Pour les placettes de niveau II, les données sanitaires sont disponibles depuis la fin des années '90. Comme elles ne concernent qu'un nombre limité de placettes, elles ne sont pas généralisables à la Wallonie et ne sont pas comparables aux résultats présentés dans le chapitre « [Etat sanitaire des houppiers au niveau régional](#) » page 27, qui intègrent les placettes de niveau I, suivies à partir de 2010. Ces données sont donc

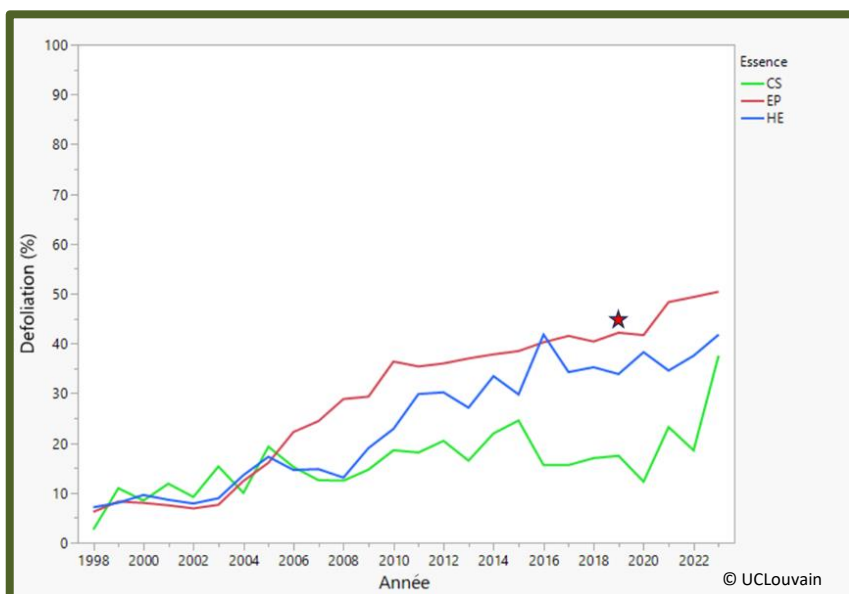


Fig. 13. Evolution des valeurs moyennes de défoliation par essence (CS : chêne sessile, 1 placette ; EP : épicéa, 3 placettes jusqu'en 2019 [★] et 2 ensuite ; HE : hêtre, 4 placettes)

présentées ici (Fig. 13) uniquement dans le but de les comparer à l'évolution des facteurs abiotiques sur une période de plus de 20 ans. Pour les chênes sessiles, les valeurs de défoliation moyennes fluctuent, mais une lente augmentation est observée depuis le début de la période. Les épicéas présentent une forte augmentation de la défoliation entre 2004 et 2010, suivie d'une période d'augmentation plus lente. Pour les hêtres, la tendance générale est une nette hausse, avec une période de forte dégradation entre 2008-2011.



De quoi dépend l'évolution de l'état sanitaire ?

Les résultats ne suggèrent pas que la diminution des retombées atmosphériques acides ait eu un impact positif sur l'état sanitaire des arbres, étant donné que ce dernier s'est considérablement dégradé durant ces 25 dernières années (en tous cas sur les placettes suivies). Au contraire, la diminution des retombées de sulfate pourrait réduire le prélèvement de phosphore par les arbres et, de ce fait, contribuer à une dégradation sanitaire. Par ailleurs, les retombées d'ammonium restent très élevées et stables, accentuant l'acidification des sols et la perte d'éléments nutritifs (lors des pics de nitrification), tout en impactant l'équilibre nutritionnel des arbres.

Nous avons mis en évidence une augmentation marquée de la fréquence et de l'intensité des sécheresses depuis 2015, ce qui peut expliquer la temporalité et l'intensité de la vague de scolyte de l'épicéas.

Par contre, la dégradation des hêtres est en grande partie antérieure à cette vague de sécheresses extrêmes. L'impact de celles-ci sur la défoliation des hêtres est donc limité, comme suggéré également par l'analyse des données récentes incluant les placettes de niveau I ([cf page 31](#)). Toutefois, des dessèchements de hêtres ont été observés très localement en dehors des placettes de monitoring lors des pics de sécheresse, en particulier sur les sols où l'enracinement profond est impossible. Un effet plus général de ces sécheresses n'est pas exclu à plus long terme, *a fortiori* si leur intensité continue à augmenter, mais ce facteur n'est vraisemblablement pas le facteur explicatif principal du mauvais état sanitaire actuel des hêtres. Un constat similaire a par ailleurs été dressé concernant l'impact des pics de chaleur. Nous cherchons donc à comprendre si d'autres stress d'origine climatique (gel, excès d'eau, ...), ou les caractéristiques des années qui précèdent une sécheresse, peuvent expliquer la hausse de la défoliation des hêtres entre 2003 et 2011. Nous avons observé des effets négatifs des fortes fructifications sur la ramification des branches et la production de feuilles, mais la dynamique à long terme de ce phénomène et sa sensibilité aux conditions climatiques ne sont pas encore bien identifiées.

Pour les chênes, l'intensité des sécheresses ne semble pas non plus être le facteur explicatif majeur de l'évolution de la défoliation, même si des problèmes de dessèchement locaux ont été observés, en particulier sur les sols superficiels de Famenne. Un impact combiné des chenilles et de l'oïdium sur la défoliation a été mis en évidence ([cf page 30](#)), sans que l'on puisse identifier ce qui détermine l'intensité des attaques de chenilles. Un effet indirect des conditions climatiques est probable, mais le facteur sous-jacent reste à préciser.

Conclusions

La forte diminution des retombées soufrées ne s'est pas accompagnée d'une hausse de pH des solutions du sol, probablement en raison des mécanismes de régulation du pH dans les sols et du niveau élevé des retombées en ammonium. Dans le même temps, les teneurs en phosphore dans les feuilles ont chuté et l'état sanitaire s'est considérablement dégradé sur les placettes suivies. Des liens entre ces différentes évolutions sont suggérés, mais ils doivent encore être validés.

Si l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses depuis 2015 semble bien expliquer la crise des scolytes de l'épicéa, ces sécheresses récentes ne sont pas les principales responsables du mauvais état sanitaire des hêtres et des chênes. Pour ces derniers, d'autres facteurs explicatifs potentiels ont été identifiés (fructification et attaques de chenilles), ce qui n'exclut toutefois pas l'implication directe ou indirecte de facteurs climatiques, qui continuent donc d'être investigués.



INDICES DE SECHERESSES POUR LES FORETS BELGES

par Miriam Baudewyn (Laboratoire de Climatologie et Topoclimatologie, ULiège)

Introduction

Les sécheresses sont des phénomènes extrêmes qui peuvent avoir des conséquences étendues et dévastatrices pour les humains et les écosystèmes. Depuis plusieurs années, le territoire belge connaît une hausse de la fréquence des épisodes de sécheresse à toutes les saisons de l'année, mais surtout au printemps et en été lorsque la végétation a le plus grand besoin d'eau. Régulièrement, ces événements sont d'ailleurs reconnus comme calamité agricole en Région wallonne permettant une aide financière aux agriculteurs subissant des pertes et des dégâts et sont donc bien étudiés dans ce contexte, au détriment du milieu forestier. Or, les forêts souffrent aussi, mais le rôle joué par les sécheresses atmosphériques sur l'état sanitaire de la forêt wallonne est peu objectivé. Les précipitations constituent pourtant l'unique source d'approvisionnement en eau pour les peuplements forestiers (sauf cas particulier avec la présence de nappes) ; leur survie et leur croissance en dépendent donc directement. Lorsque ces événements se déroulent en pleine saison végétative, les conséquences sur les peuplements forestiers peuvent être importantes. Outre des effets directs tels la chute de feuilles ou la mort des arbres, la sécheresse peut agir à plus long terme et constituer un facteur prépondérant dans les dépérissements forestiers : les arbres en état de stress hydrique sont alors sujets à des attaques de pathogènes ou ravageurs secondaires.

Afin de mieux comprendre l'impact des sécheresses atmosphériques sur l'état sanitaire des forêts, il est nécessaire de caractériser ces événements à l'échelle locale via la détermination d'indicateurs climatiques adaptés à nos régions. Ces indicateurs permettront d'évaluer leur gravité et leur évolution actuelle et future, tout particulièrement en milieu forestier en Belgique.

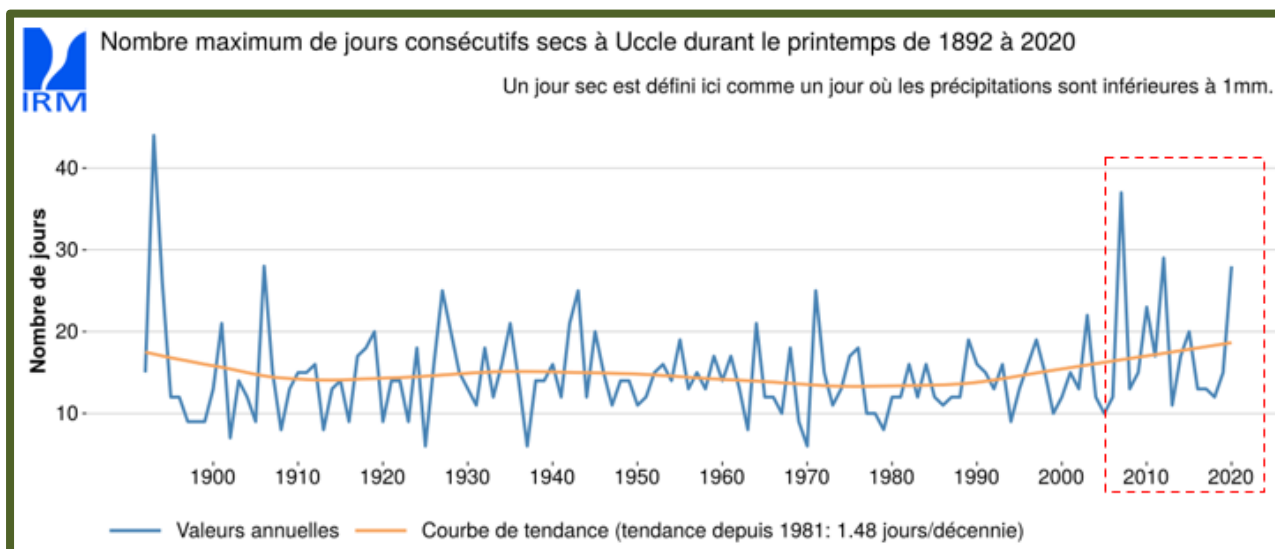


Fig. 14. Nombre maximum de jours consécutifs secs à Uccle durant le printemps de 1892 à 2020

Tendances climatiques en Belgique

L'augmentation de la température moyenne en Belgique est clairement visible dans les différentes observations météorologiques. Pour les précipitations totales, notre pays connaît des grandes différences d'une année à l'autre mais aucune tendance significative ne se dégage. Par contre, le nombre de jours consécutifs secs augmente significativement, surtout ces dernières années (Fig. 14). Comment cette



tendance évoluera-t-elle dans le futur et quel sera l'impact des sécheresses atmosphériques sur l'état sanitaire des forêts belges ?

Sécheresses atmosphériques

Tout d'abord, qu'est-ce qu'une sécheresse atmosphérique ? Une sécheresse atmosphérique est une période limitée dans le temps pendant laquelle un déficit d'eau se produit dans le cycle hydrologique (déficit de précipitation, déficit d'humidité du sol ou déficit de réserves en eaux souterraines et de surface). Ces événements climatiques sont caractérisés à l'aide d'indicateurs climatiques. Cependant, vu la complexité de leurs manifestations dans l'espace, dans le temps et dans le cycle hydrologique, aucun indicateur n'est adapté à toutes les situations. On en dénombre ainsi plus de 100 rien que pour la sécheresse atmosphérique. De plus, les paramètres utilisés pour les déterminer peuvent varier, même si les précipitations, la température et l'évapotranspiration restent les variables climatiques les plus utilisées. Quel indice est le plus approprié pour la détermination des sécheresses dans les forêts en Belgique et qui pourrait être utilisé dans le cadre d'une étude de l'évolution actuelle et future de ces sécheresses ?

Comment étudier les sécheresses atmosphériques ?

Beaucoup d'études dans le domaine forestier se basent uniquement sur des observations. Il existe différents réseaux de stations météorologiques de bonne qualité en Belgique (IRM⁹, Agromet¹⁰, ICOS¹¹ etc.), mais le nombre d'observations météorologiques en milieu forestier est très limité. De plus, l'étude de l'évolution des sécheresses nécessite des données supplémentaires aux seules observations.

C'est pourquoi la présente étude utilise le modèle atmosphérique régional (MAR) développé principalement au Laboratoire de Climatologie et de Topoclimatologie de l'ULiège. Ce modèle climatique peut être utilisé pour reconstruire le climat observé, pour faire des prévisions météo ou alors des projections futures selon les différents scénarios du GIEC.

Premiers résultats

Pour cette étude, les données de sortie du MAR ont été utilisées avec une résolution spatiale de 5 km et une résolution temporelle d'une heure pour calculer les indices de sécheresse en Belgique dans le passé. Comme données d'entrée, les réanalyses ERA5 ont été utilisées. ERA5 est un modèle global qui assimile des observations météorologiques toutes les six heures.

Les données de sortie du modèle MAR-ERA5 (le MAR forcé par les réanalyses ERA5) ont permis de représenter l'évolution observée des périodes de sécheresse entre 1950 et 2022 en calculant trois indicateurs de sécheresse différents. Pour avoir une idée de la capacité de ces indices à déterminer des sécheresses forestières en Wallonie, ceux-ci ont été comparés avec des données d'observation de teneur en eau du sol, mesurées au sein d'une forêt mature. De l'analyse de la corrélation entre les indices calculés et les valeurs de teneur en eau du sol est ressorti que l'indice précipitations – évapotranspiration normalisé (SPEI) à une échelle de trois mois est le plus adapté pour déterminer les sécheresses en forêt en Wallonie.

La Figure Fig. 15 montre l'évolution mensuelle de cet indice, moyenné sur toute la Belgique, pour la période 1970 – 2022. Ce qui ressort immédiatement, c'est la différence de la fréquence des sécheresses entre les périodes 1970 – 2010 et 2010 – 2022. Entre 1970 et 2010 la Belgique a connu quelques périodes de

⁹ <https://www.meteo.be/fr/belgique>

¹⁰ <https://agromet.be/fr/pages/home/>

¹¹ <https://www.icos-belgium.be/>



sécheresse dont deux sécheresses extrêmes en 1976 et 1991. Depuis 2010 les sécheresses se succèdent à un rythme sensiblement plus rapide, avec notamment trois périodes de sécheresse extrême.

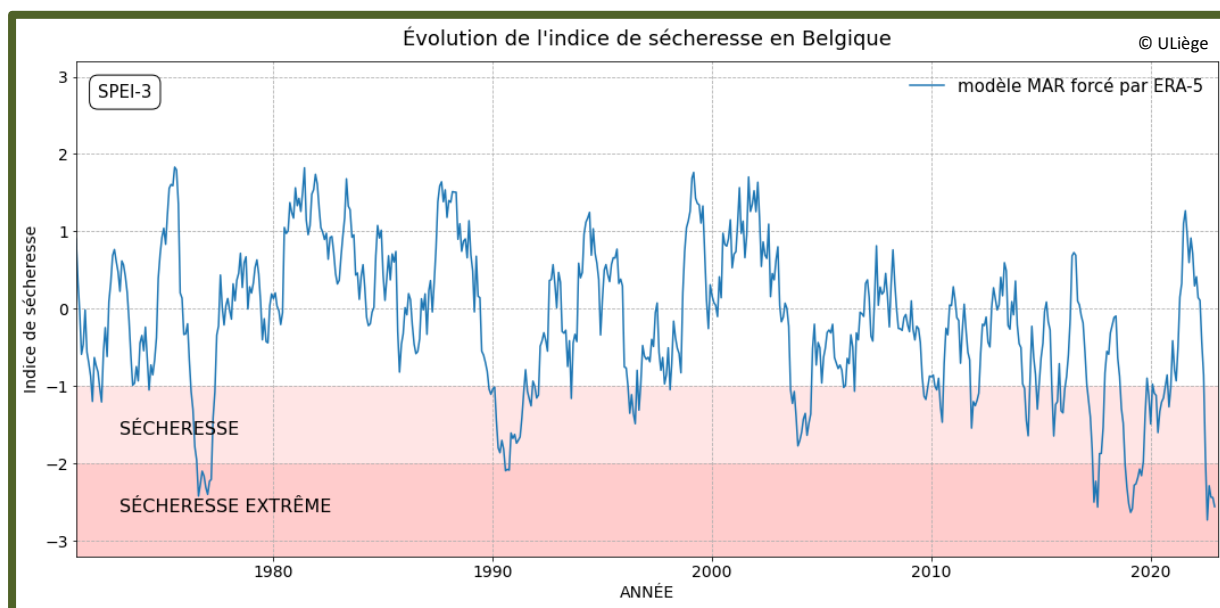


Fig. 15. Série temporelle (1970-2022) de l'indice SPEI-3 simulé par MAR-ERA5, valeurs moyennes sur toute la Belgique

Cet indice – nommé SPEI-3 – utilise des données d'évapotranspiration potentielle en plus des données de précipitation ce qui permet d'analyser les conséquences du réchauffement climatique sur la fréquence et l'intensité des sécheresses. Il tient compte des précipitations cumulées pendant les 3 mois précédents, ce qui permet de déterminer les sécheresses par saison. Cette distinction par saison est d'autant plus importante dans le cas des sécheresses forestières, en lien avec la phénologie des arbres.

Perspectives

Dans la suite de cette étude, d'autres indices seront évalués afin de trouver le plus approprié pour identifier les sécheresses en forêts belges et pour analyser l'évolution future des sécheresses atmosphériques selon différents scénarios du GIEC. Une deuxième partie vise à analyser plus finement l'évolution des périodes de sécheresse à l'échelle de la parcelle forestière en tenant compte de nombreux paramètres locaux influençant la forêt comme la topographie (altitude, configuration, pente, orientation, etc.), la nature du sol ou encore le topo-climat. Les résultats permettront notamment aux gestionnaires forestiers de mieux appréhender les risques, contraintes et opportunités climatiques de leurs parcelles et d'adapter au mieux leur gestion sylvicole.



IMPORTANCE DES PROPRIETES HYDRIQUES DES SOLS FORESTIERS POUR L'ÉVALUATION DES STRESS HYDRIQUES

par Ir. Anne Doat et Pr. Caroline Vincke (UCLouvain, Earth & Life Institute, Environmental Sciences)

Cette recherche est réalisée dans le cadre du Plan Quinquennal de Recherches et Vulgarisation forestières 2019-2024 de la Région Wallonne.

Contexte de l'étude

Dans une perspective d'évaluation du risque de dépérissement forestier, les composantes du risque doivent être identifiées (Fig. 16). Il s'agit d'évaluer les facteurs de vulnérabilité du système étudié (génétique, propriétés du sols, histoire du peuplement : sylviculture, maladies...) et l'exposition du système (fréquence, intensité etc.) aux aléas d'intérêt (sécheresse, canicules etc. ; Bréda and Peiffer, 2014¹²).

Dans notre étude, nous ciblons l'aléas sécheresse, et en particulier la sécheresse édaphique, qui se définit comme « la diminution progressive des réserves en eau du sol, qui, au-delà d'un certain seuil, affecte les échanges d'eau et de carbone, la croissance et le développement des arbres ».

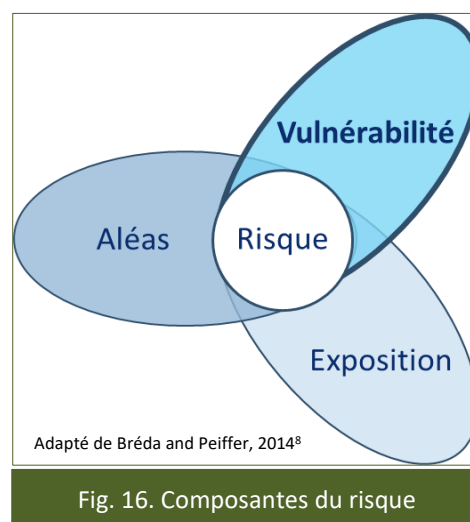
Les sols forestiers présentent un certain nombre de spécificités, en comparaison aux sols agricoles, qui compliquent l'estimation de l'eau maximale disponible pour les plantes : pierrosité, masse volumique apparente, teneur en matière organique, profils et turnovers racinaires etc. Or, dans le contexte climatique changeant, il est nécessaire d'évaluer correctement la réserve en eau disponible pour les arbres dans les sols. En effet, les stress hydriques édaphiques printaniers et estivaux sont de plus en plus fréquents (les années 2018, 2020 et 2022 en sont de beaux exemples) et il faut pouvoir quantifier leur intensité correctement, afin d'anticiper leurs impacts potentiels sur la santé des arbres et des forêts, et si nécessaire adapter la gestion.

Objectifs de l'étude

Cette étude a donc pour objectif d'améliorer l'estimation de la quantité d'eau qu'un sol forestier peut retenir et rendre disponible pour les arbres. Elle vise à caractériser les propriétés hydriques et porales de sols forestiers pour aboutir à la création d'une base de données de référence pour les sols forestiers sélectionnés. Cette base de données permettra de paramétrer de façon précise les conditions initiales des modèles de bilan hydrique qui estiment l'intensité et la fréquence des stress hydriques édaphiques. Les propriétés des sols étant déterminantes pour la vulnérabilité des arbres dans le contexte actuel, connaître ces propriétés du sol permet en effet de quantifier l'exposition d'un peuplement à l'aléa de sécheresse édaphique et donc, permet de mieux appréhender le risque de dépérissement pour un peuplement donné.

Méthode

Une équation de référence pour caractériser l'eau disponible dans les sols est l'équation de la « réserve en eau utile maximale » (REUM, Encart 1.) Nous cherchons donc à caractériser chacune des variables intervenant dans le calcul de la REUM, ainsi que la gamme de variabilité de chacune d'elles, afin d'évaluer également l'incertitude liée au calcul de la REUM. Nous affinons même cette équation en y ajoutant un



¹² Bréda, N., et Peiffer, M. (2014). Vulnerability to forest decline in a context of climate changes: new prospects about an old question in forest ecology. *Annals of Forest Science* 71, 627-631.



second terme : la contribution de la charge caillouteuse à l'eau utile (terme généralement omis dans les études sur l'évaluation de la REUM).

Encart 1.

La Réserve en Eau Utile Maximale (REUM) correspond à la recharge maximale en eau d'un sol. Elle est généralement observée en fin d'hiver. La Figure Fig. 17 ci-dessous montre la variabilité journalière de la réserve en eau sur 120 cm de profondeur sur un sol sableux à Mol : la REUM est atteinte en fin d'hiver.

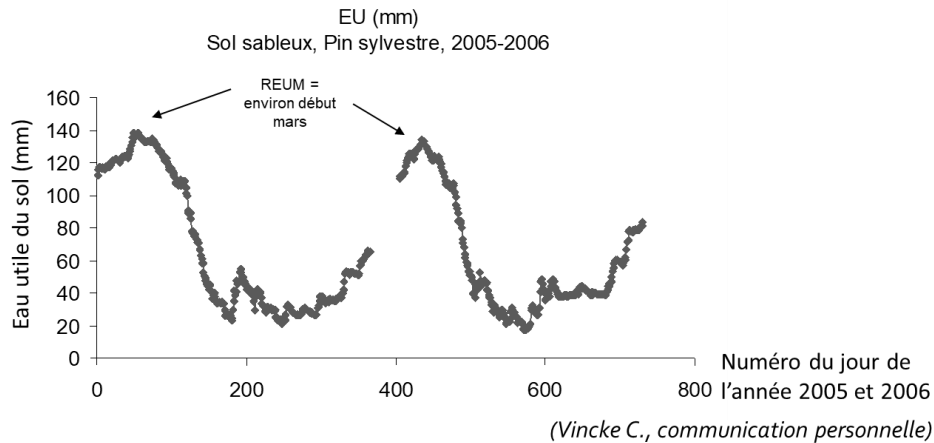


Fig. 17. Variabilité journalière de l'eau utile sur 120 cm de sol (sol sableux à Mol, sous Pin sylvestre) : la REUM est atteinte en fin d'hiver

Une équation de référence pour caractériser l'eau disponible dans les sols est l'équation de la « réserve en eau utile maximale » (REUM), détaillée ci-dessous :

Somme sur tous les horizons,
jusqu'à la profondeur
d'enracinement (z_r)

$$REUM_{profil} = \sum_{i=1}^{z_r} [(1 - X_i) \cdot (H_{CC} - H_{PF})_{agrégats} \cdot \rho_{\sigma, agrégats} \cdot \Delta z_i]$$

Correction du volume de sol par retrait du volume pris par la fraction caillouteuse (X)
Eau Utile
Epaisseur de l'horizon

(Équation 1)

avec

- i : le $i^{\text{ème}}$ horizon
- z_r : la profondeur d'enracinement
- X : la fraction caillouteuse (fraction volumique)
- H_{CC} et H_{PF} : la teneur en eau massique (humidité) à la capacité au champ (CC) et au point de flétrissement permanent (FP) ($g_{eau} / g_{matériau sec}$)
- ρ_{σ} : la masse volumique apparente (g/cm^3)



Une dizaine de sites d'expérimentation, répartis sur l'Ardenne, ont été sélectionnés selon des critères incluant entre autres le type de sol (texture, charge caillouteuse etc.), le type de peuplement (des hêtraies), le drainage, la pente. Un de ces sites se trouve sur une station ICOS13 existante, à Vielsalm. Un site a été ajouté à Louvain-la-Neuve, à proximité d'une station ICP-Forests¹⁴ existante (Fig. 19). Ces deux sites permettront donc de mettre les données « sols » en lien avec des données relevées au niveau du couvert forestier

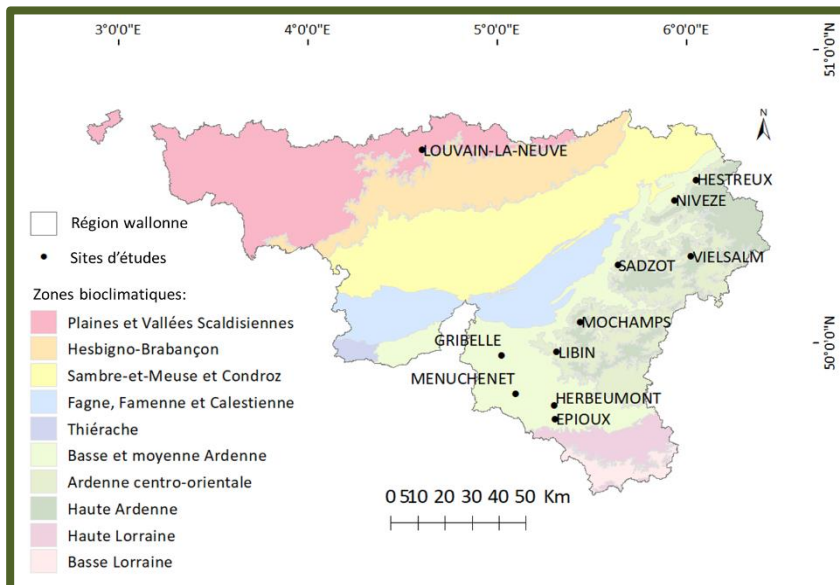


Fig. 19. Localisation des 11 sites d'étude

Concrètement, 11 fosses pédologiques ont été creusées et échantillonnées jusque 2 m de profondeur ou atteinte du socle rocheux (Fig. 18). Pour chacune de ces fosses, nous avons réalisé une description pédologique du profil, par horizon ; un comptage racinaire sur toute la profondeur du profil ; le prélèvement d'échantillons – par horizon : des volumes de sol, des kopecky (cylindres de 100 ou 250 cm³), des agrégats (mottes de terre préservant la structure de l'échantillon de sol), des cailloux (Fig. 20, Encart 2.). Les mesures en laboratoire qui ont été menées sur ces échantillons, visaient à obtenir les variables suivantes : i) teneur en eau des agrégats et des cailloux à différentes succions pour obtenir des « courbes de rétention » propres à chaque horizon, sorte d'empreinte des propriétés hydroporales d'un horizon d'un sol, ii) densité apparente des agrégats et des cailloux, iii) fraction caillouteuse.



Fig. 18. Echantillonnage d'une fosse pédologique en forêt

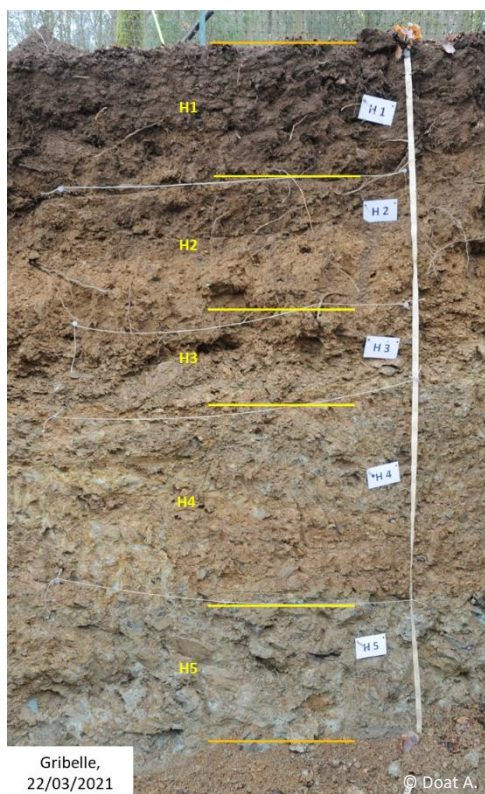
¹³ <https://www.icos-belgium.be/>

¹⁴ <http://icp-forests.net/>



Encart 2.

Fosse pédologique, prélèvement d'échantillons par horizon et variables associées



Volumes de sol : fraction caillouteuse, masse volumique apparente



Kopecky : fraction caillouteuse, courbes de rétention en eau – succion ; masse volumique apparente



Agrégats : teneur en eau à différentes succions, fraction caillouteuse, masse volumique apparente



Terre : granulométrie, pH, carbone organique



Cailloux : teneur en eau à différentes succions, masse volumique apparente)

Fig. 20. Profil pédologique jusque 2 m de profondeur et types d'échantillons prélevés

Résultats

L'ensemble des mesures et des analyses visent à nourrir l'équation du calcul de la Réserve en Eau Utile Maximale (REUM, (Équation 1), ainsi que la contribution des cailloux à la REUM. Les mesures en laboratoire se sont poursuivies en continu depuis le début des campagnes d'échantillonnage (2020) jusque juin 2023. Le traitement et les analyses des données sont en cours.

Perspectives

Cette recherche est encore en cours. Les résultats escomptés sont l'obtention d'une base de données de référence pour les sols forestiers wallons sélectionnés ; l'obtention de courbes de rétention pour les sols caillouteux (méthode d'obtention et résultats) ; la quantification de l'incertitude de la REUM liée aux différentes variables intervenant dans son calcul. Tout cela pour, *in fine*, améliorer les données d'entrées des modèles qui utilisent ces variables pour, par exemple, modéliser l'exposition aux stress hydriques édaphiques et orienter le suivi de leurs impacts sur les arbres.



Encart 3.

Exemple d'application concrète de l'importance d'obtenir de telles données sur nos sols forestiers : impact des données d'entrée dans les modèles

La Figure Fig. 21 montre deux modélisations avec Biljou© (Granier *et al.*, 1999¹) de la réserve en eau relative sur 90 cm de profondeur, sur le site de Vielsalm en 2011: l'une sans intégration de charge caillouteuse dans les données (courbe bleue), l'autre intégrant le volume occupé par la charge caillouteuse, sans rétention d'eau disponible pour les plantes (courbe orange).

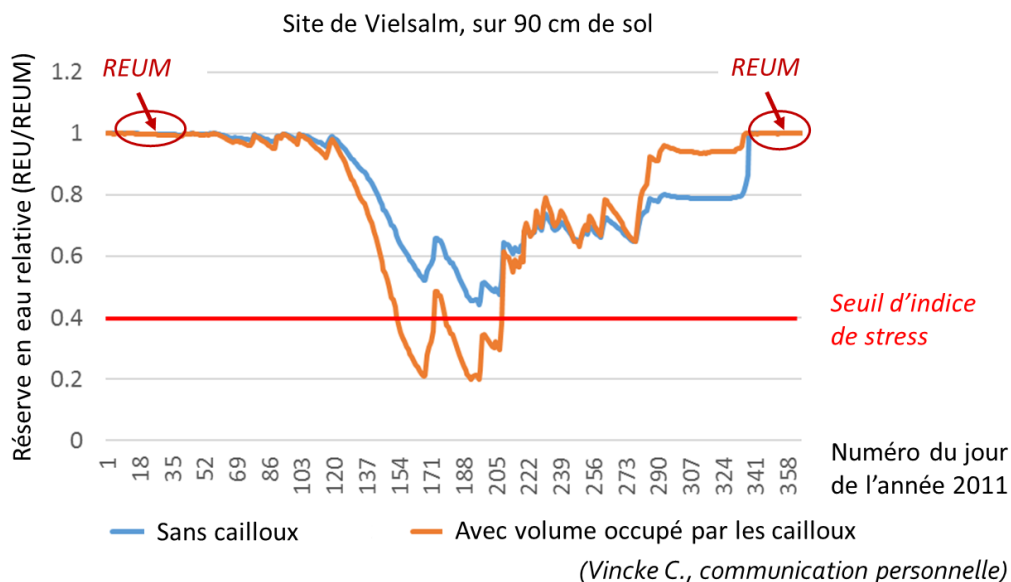


Fig. 21. Modélisations avec Biljou© (Granier *et al.*, 1999¹¹) de la réserve en eau relative sur 90 cm de profondeur, sur le site de Vielsalm en 2011 : avec et sans intégration du volume occupé par la charge caillouteuse

Nous observons que, à l'inverse de la courbe bleue (sans charge caillouteuse), la courbe orange (avec intégration d'une charge caillouteuse « inerte ») montre que la réserve en eau relative passe sous le seuil de 40%, seuil d'indice de stress. Cela démontre l'impact de la charge caillouteuse sur le volume utile du sol, et donc sur la REUM. La précision des données de bases à intégrer dans les modèles est donc importante.

Si vous souhaitez plus d'informations sur le projet en cours : anne.doat@uclouvain.be



GUIDE D'IDENTIFICATION ET DE GESTION DES TYPES DE STATION FORESTIERE D'ARDENNE

par Simon Tossens et Hugues Claessens (Gbx Agro-Bio Tech ULiège)

Développé à Gembloux Agro-Bio Tech dans le cadre du plan quinquennal de recherche forestière, le *Guide d'identification et de gestion des types de station forestière d'Ardenne* est un nouvel outil de gestion à destination des gestionnaires forestiers, publics ou privés. Il se base sur l'identification des types de station et propose des recommandations de gestion adaptées à chacun, en intégrant les enjeux climatiques.

Définies comme des étendues de superficies variables et homogènes dans leurs conditions physiques et biologiques (climat, topographie, sol, composition floristique et structure de la végétation spontanée), les « **stations forestières** » se succèdent et s'entre-mêlent dans le continuum écologique du paysage forestier, au gré des multiples variations écologiques qui façonnent les milieux naturels (Fig. 22).



Fig. 22. Exemple de stations forestières ardennaises

Bien qu'elles fassent depuis longtemps partie du vocabulaire des gestionnaires, qui perçoivent souvent bien la diversité de stations présentes sur le territoire dont ils ont la charge, identifier les transitions entre stations, leurs contraintes écologiques spécifiques et les méthodes de gestion adéquates, est une démarche longue et complexe tant les facteurs qui interviennent sont nombreux.

Le *Guide d'identification et de gestion des types de stations forestières* répond à ces difficultés en définissant sur l'Ardenne 17 types de station, qu'une clé d'identification pratique et validée par un groupe de travail permet d'identifier sur le terrain. Chaque type de station fait ensuite l'objet d'une fiche descriptive qui, d'une part, décrit les **caractéristiques écologiques** du type de station (position dans le paysage, profil pédologique et propriétés, flore indicatrice et phytosociologie, microclimat) et, d'autre part, liste leurs contraintes sylvicoles spécifiques et propose des **recommandations de gestion adaptées**. Parmi ces recommandations se trouvent des propositions de choix d'essences adéquates, qui intègrent différents niveaux d'aptitude et de risques face aux changements climatiques (à moyen et long termes), des conseils de gestion pratique (timing des interventions, potentiel d'accueil de biodiversité, potentiel de production, ...), des propositions de mélanges opportuns et les tentations à éviter.

Développé sur base d'une approche terrain, ce guide a pour objectif de faciliter la compréhension du territoire et des possibles qu'il offre, en présentant l'information de manière centralisée et facilement utilisable sur le terrain. Par ailleurs, les forêts wallonnes subissent depuis deux décennies les effets d'importants changements climatiques, de crises sanitaires, d'évolutions socio-économiques ou encore de problèmes cynégétiques, qui ajoutent de nouvelles dimensions à la gestion forestière. Dans ce contexte où **prudence et réflexion** doivent être de mise, il vise à apporter des réponses aux gestionnaires forestiers



pour les aider dans leurs prises de décisions. Pour cela, les changements climatiques futurs et les sensibilités spécifiques des essences et des types de station ont été particulièrement pris en compte, dans une optique de gestion orientée vers la **durabilité et la résilience** des écosystèmes forestiers.

Ce *Guide d'identification et de gestion des types de station forestière d'Ardenne*, disponible au printemps 2024, est ainsi le premier tome d'une série qui s'étendra dans les prochaines années aux autres régions de Wallonie, à savoir la Fagne-Famenne-Calestienne, le Condroz et la Thiérache, la Lorraine belge et éventuellement le Nord du sillon Sambre et Meuse. Ces ouvrages s'inscrivent dans la continuité des outils d'analyse stationnelle que sont le Fichier écologique des essences et le Guide d'interprétation de la flore indicatrice en forêt. Ils vont toutefois plus loin en apportant les informations nécessaires pour une compréhension plus experte des stations et de leur évolution dans le cadre des changements climatiques, en proposant des recommandations de gestion adaptées à ces évolutions et à leurs incertitudes.

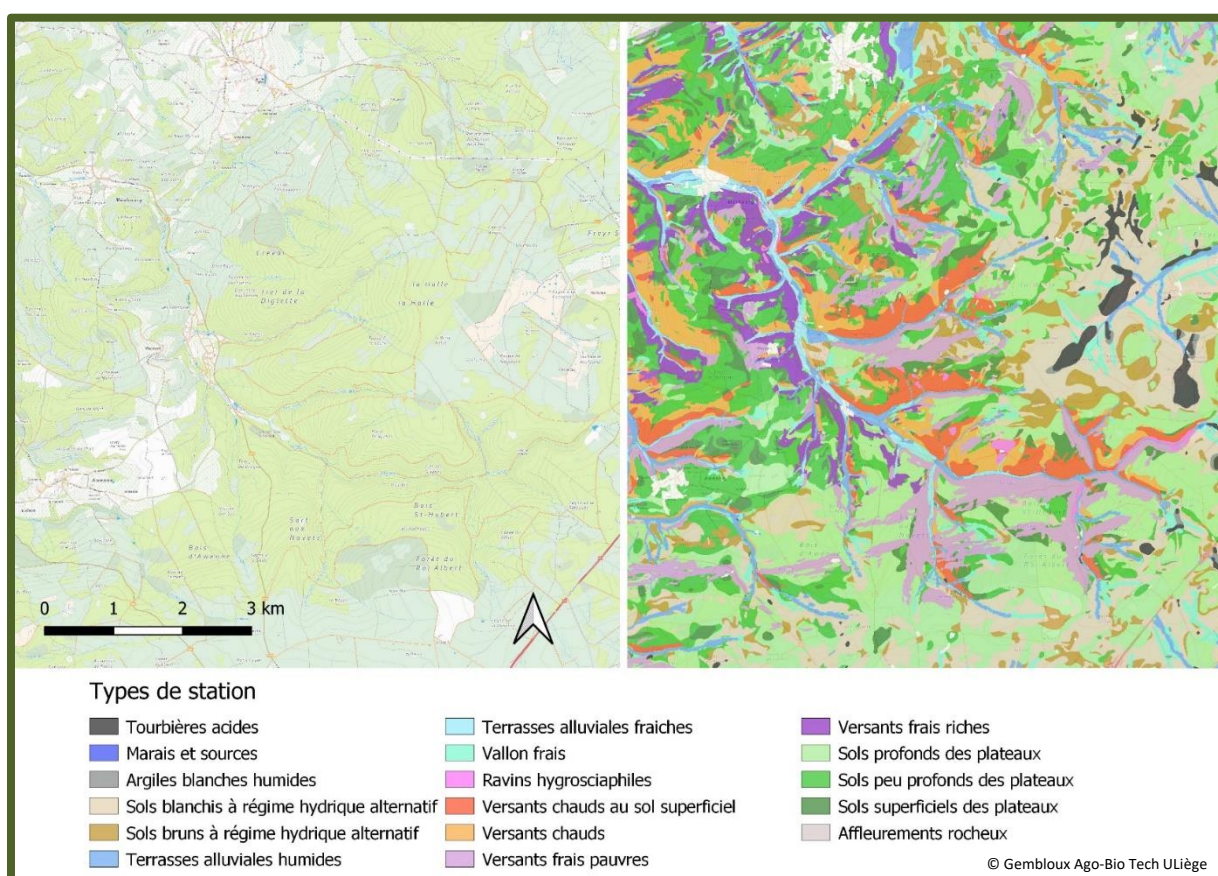


Fig. 23. Carte numérique des types de station forestière d'Ardenne

En parallèle, une carte numérique des types de station d'Ardenne est proposée (Fig. 23) Bien qu'elle n'ait pas vocation à remplacer l'expertise de terrain, elle permet de dégager à large échelle et de manière relativement fiable les tendances générales quant à l'occupation de chaque type de station. Elle peut dès lors s'avérer particulièrement utile lors de la réalisation d'aménagements forestiers à l'échelle d'un massif ou d'une grande propriété. Elle a aussi permis de produire de nombreuses cartes dérivées, comme par exemple :

- Cartes des aptitudes stationnelles par essence forestière ;
- Carte des risques de tassement ;
- Carte de surfaces les plus à risque face aux changements climatiques ;
- Carte des surfaces à haute valeur biologique ; etc.





ACTUALITES PHYTOSANITAIRES

ETAT SANITAIRE DES HOUPPIERS AU NIVEAU REGIONAL

par Hugues Titeux et Quentin Ponette (Earth & Life Institute, UCLouvain)

Introduction

Le programme « ICP-Forests ¹⁵ » a été mis en place à l'échelle européenne dans les années '80 sous l'égide de l'ONU. En Wallonie, ce programme est sous la responsabilité de l'OWSF, qui s'appuie sur le Groupe de Recherche en Sciences Forestières de l'UCLouvain pour sa mise en œuvre. Le dispositif est composé de deux réseaux : le réseau de niveau I est actuellement composé de 50 placettes et est essentiellement dédié au suivi de l'état sanitaire, tandis que le réseau de niveau II est actuellement composé de 7 placettes et vise à étudier le fonctionnement des écosystèmes sous l'angle des grands cycles (carbone, eau, nutriments) afin de comprendre les liens entre l'évolution des paramètres abiotiques et la santé des arbres.

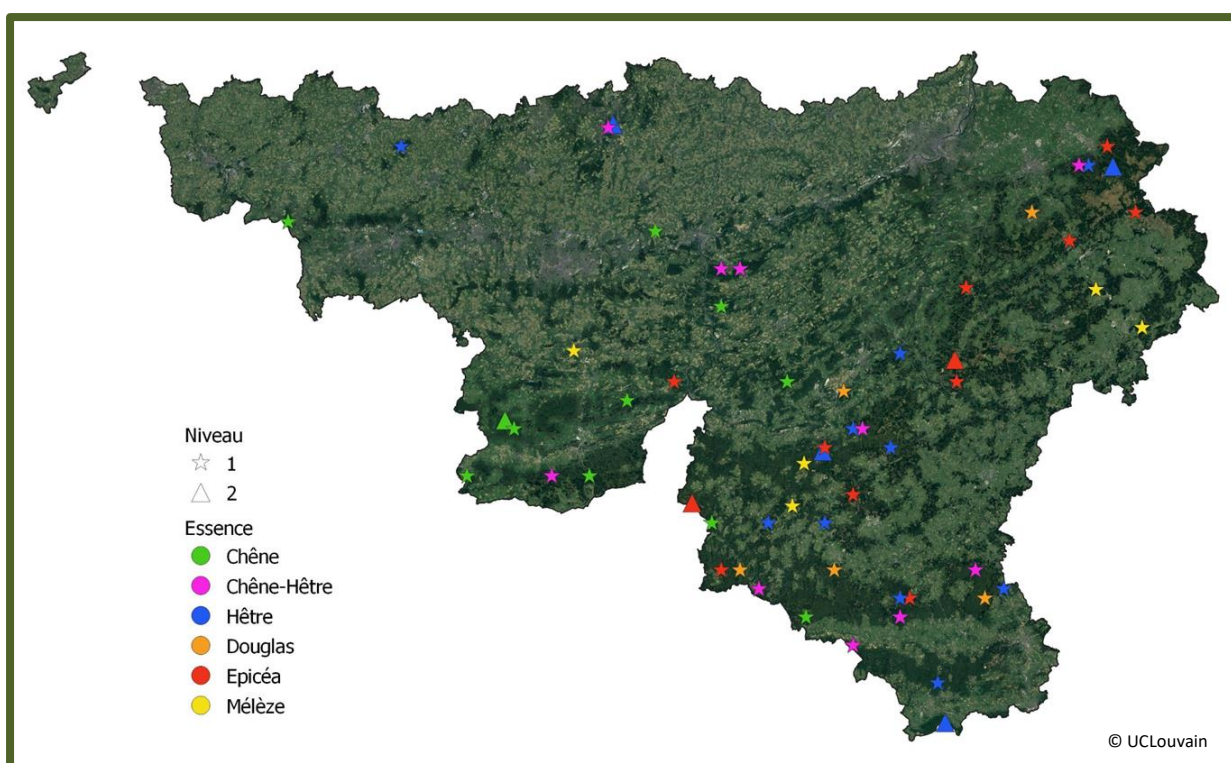


Fig. 24. Localisation des placettes de suivi des réseaux ICP-forests de niveau I et II

Dans cette note, nous faisons le point sur les observations sanitaires de 2010 à 2023 et les enseignements qu'elles apportent. Nous avons intégré les données sanitaires collectées sur les deux réseaux dans une même base de données et les interprétons conjointement. Afin de disposer d'un nombre d'arbres par placette comparable entre les deux réseaux, un sous échantillon d'arbres a été sélectionné aléatoirement

Tab. 3. Nombre d'arbres de chaque essence et de placettes concernées dans l'échantillon en 2023

	Chêne pédonculé	Chêne sessile	Douglas	Epicéa	Hêtre	Mélèzes (sp.)
Nombre d'arbres	63	70	70	96	146	60
Nombre de placettes	16	15	5	7	23	5

¹⁵ <http://icp-forests.net/>



sur les placettes du réseau de niveau II. En 2023, les nombres totaux d'arbres de l'échantillon analysé (réseau I + sous-échantillon du réseau II) et le nombre de placettes concernées sont repris dans le Tableau Tab. 3. Nombre d'arbres de chaque essence et de placettes concernées dans l'échantillon en 2023.

Fructification

Bien que la fructification ne soit pas une dégradation, elle est intégrée dans cette étude en raison de son influence, direct ou indirecte, sur les paramètres sanitaires. En 2023 (Fig. 25), la fructification était pratiquement absente chez les épicéas et les chênes, mais présente chez les douglas et les mélèzes, et abondante chez les hêtres. Pour ces derniers, nous observons donc une fructification bien marquée deux années consécutives, mettant un terme au cycle bisannuel en place depuis 2014. La synchronisation de la fructification des essences, observée entre 2018 et 2022, ne s'est pas poursuivie en 2023, sauf pour les chênes et les épicéas.

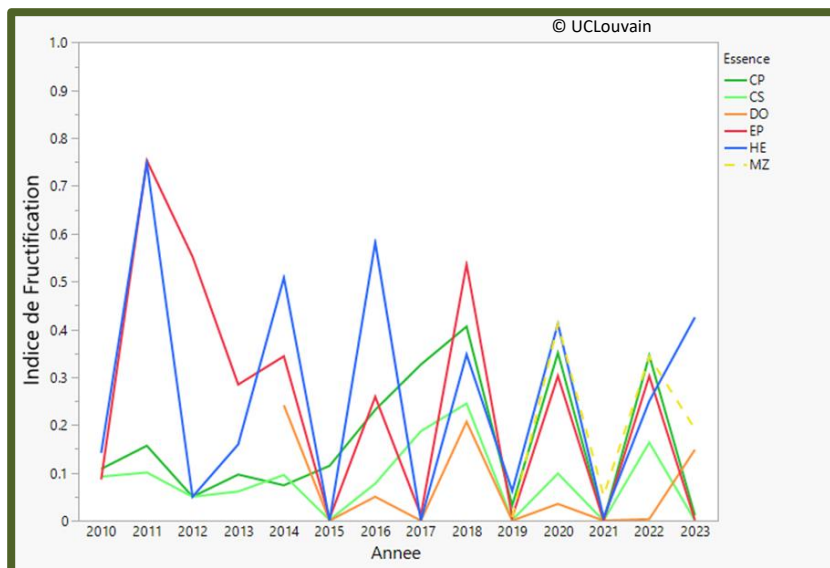


Fig. 25. Moyennes annuelles des indices de fructification sur une échelle de 0 à 1 (après transformation des codes notés sur le terrain); DO = douglas (depuis 2014), EP = épicéas, MZ = mélèzes sp. (depuis 2019), CP = chênes pédonculés, CS = chênes sessiles, HE = hêtres

Défoliation et mortalité

L'état de santé général des arbres peut être diagnostiqué par le biais d'un paramètre appelé « défoliation », qui représente le déficit foliaire par rapport à un arbre « parfait ». Ce paramètre est intégrateur, car il est influencé par différents processus, tels que la chute prématurée, la perte résultant d'attaques d'insectes ou de « champignons », l'avortement de bourgeons, ainsi que la mort de branchettes ou branches entières. Ce paramètre est estimé visuellement sur le terrain chaque été (entre le 15/07 et le 15/08) par des spécialistes bien entraînés. Plusieurs classes ont été définies par les experts ICP-Forests :

- 0-10% : arbre sain
- 11-25% : arbre légèrement dégradé
- 26-40% : arbre modérément dégradé
- 41-60% : arbre fortement dégradé
- 61-99% : arbre très fortement dégradé
- 100% : arbre mort sur pied

Nous nous intéressons également aux arbres tombés (chablis) ou cassés. Pour l'épicéa, seule essence concernée par les coupes sanitaires dans le cadre de cette étude, nous avons également inclus dans l'analyse les arbres exploités pour raison sanitaire. Notons que les arbres morts, tombés/cassés ou exploités pour raison sanitaire ne sont comptabilisés qu'une seule fois (lors de l'été qui suit leur coupe/mort/chute). Ils ne sont plus comptés par la suite, même s'ils sont toujours présents.

Les proportions d'arbres dans chaque catégorie ont été calculées chaque année et pour chaque essence. La représentation de ces proportions sous forme d'histogrammes cumulés (Fig. 26) permet d'obtenir un



aperçu général de la situation de chaque essence. D'autre part, l'évolution de la défoliation a été analysée via une méthode statistique (modèles mixtes) permettant de corriger partiellement les variations liées à l'intégration ou la disparition d'arbres en cours d'étude. Cette méthode permet de calculer des moyennes « ajustées » par année (Fig. 27) et d'effectuer des tests statistiques (Tab. 4) qui tiennent compte des modifications de l'échantillon en cours d'étude.



Fig. 26. Evolution de la répartition des arbres selon leur état de santé général (sain : défoliation 0-10% ; légèrement dégradé : défoliation 11-25% ; modérément dégradé : défoliation 26-40% ; fortement dégradé : défoliation 41-60% ; très fortement dégradé : défoliation 61-99% ; arbre mort sur pied : défoliation 100%). Pour l'épicéa les proportions sont calculées soit en considérant seulement les arbres vivants, morts sur pied ou tombés (comme pour les autres essences), soit en intégrant également les arbres exploités pour raison sanitaire



Tab. 4. Défoliations moyennes par essence (%) après déduction des effets de la variation de l'échantillon au fil du temps (ajout/disparition d'arbres) et résultats du test de Student $\alpha=0.05$; pour une essence donnée, les moyennes sont statistiquement différentes entre deux années si elles ne sont accompagnées d'aucune lettre commune. DO = Douglas, EP = épicéas, MZ = mélèzes sp., CP = chênes pédonculés, CS = chênes sessiles, HE = hêtre

	CP	CS	HE	EP	DO	MZ						
2010	39.3	c	31.5	c	31.3	gh	36.2	fg				
2011	41.0	bc	33.3	c	37.1	de	35.9	fg				
2012	55.6	a	38.0	b	34.1	f	39.9	c				
2013	34.9	d	21.4	e	29.7	h	39.4	cd				
2014	34.1	d	19.5	e	35.2	ef	37.3	efg	25.2	f		
2015	30.1	ef	20.0	e	33.0	fg	35.5	g	26.9	ef		
2016	27.3	f	14.6	g	39.6	bc	37.7	def	29.3	e		
2017	27.3	f	15.4	fg	37.7	cd	37.2	efg	29.3	e		
2018	27.8	f	15.2	fg	37.5	cde	38.5	cde	28.7	e		
2019	32.0	de	19.4	e	37.6	cde	46.6	ab	48.5	a	42.6	a
2020	33.5	de	18.2	ef	42.3	a	45.8	b	43.4	b	40.4	a
2021	41.2	bc	32.5	c	42.5	a	46.3	ab	39.0	c	39.6	a
2022	40.7	c	27.0	d	41.8	ab	45.4	b	35.8	d	39.3	a
2023	44.7	b	42.8	a	43.6	a	48.8	a	37.1	cd	32.8	b

Pour les **chênes pédonculés**, nous observons une forte augmentation de la défoliation entre 2018 et 2021. Celle-ci est liée à une forte diminution de la proportion d'arbres sains et légèrement dégradés, compensée par une augmentation d'arbres fortement dégradés, voire très fortement dégradés ou morts sur pied. Entre 2021 et 2023, la dégradation semble se stabiliser : les défoliations moyennes ne sont pas statistiquement différentes, aucun nouvel arbre mort n'a été relevé et la proportion d'arbres fortement ou très fortement dégradés est stable. Les niveaux de dégradation de 2012 ne sont pas atteints.

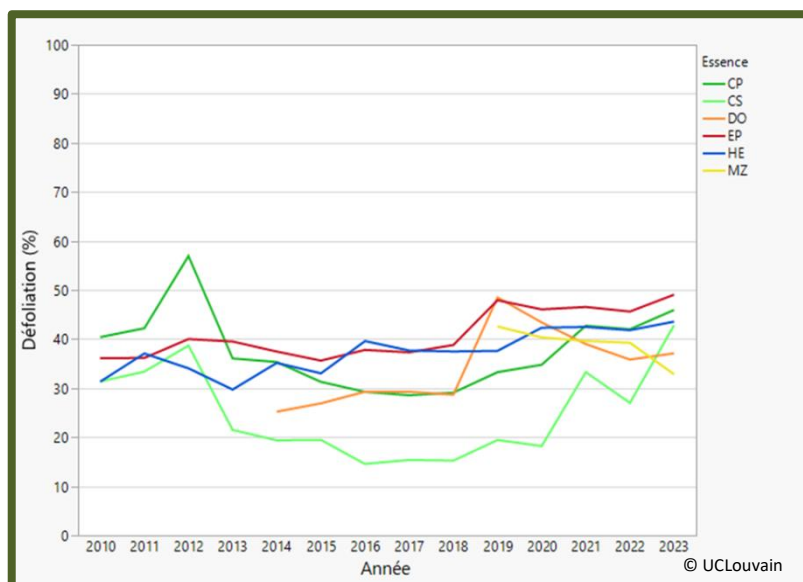


Fig. 27. Evolution des défoliations moyennes par essence après déduction des effets de la variation de l'échantillon au fil du temps (ajout/disparition d'arbres); DO = douglas, EP = épicéas, MZ = mélèzes sp., CP = chênes pédonculés, CS = chênes sessiles, HE = hêtre, He(corr) = hêtre



Les **chênes sessiles** présentaient les proportions les plus élevées d'arbres sains ou légèrement dégradés jusqu'en 2020. Mais depuis lors, nous observons une très forte dégradation, liée à une forte augmentation des proportions d'arbres fortement ou très fortement dégradés. Le répit observé en 2022 était de courte durée ; en 2023 la défoliation moyenne dépasse les valeurs de 2012.

Les **hêtres** sont caractérisés par des valeurs de défoliations élevées et qui continuent à augmenter progressivement depuis 2010, en rapport avec une proportion croissante d'arbres fortement ou très fortement dégradés (Fig. 28). La défoliation moyenne est significativement plus élevée entre 2020 à 2023 par rapport aux années précédentes, mais elle n'évolue pas de façon significative au cours cette période. La proportion d'arbres morts sur pied reste marginale sur l'ensemble de la période et ne présente pas de tendance visible.

Les **douglas** ont subi une dégradation brutale entre 2018 et 2019, suivie d'une amélioration progressive jusqu'à 2022 et d'une stabilisation entre 2022 et 2023. Les proportions cumulées d'arbres fortement ou très fortement dégradés sont passées de plus de 60% en 2019 à moins de 30% en 2022 et 2023.

Les **épicéas** sont caractérisés par les proportions les plus élevées d'arbres fortement ou très fortement dégradés, oscillant autour de 60% des arbres présents depuis 2019. Les défoliations moyennes sont très élevées mais assez stables (45-48 %) sur les 5 dernières années. Toutefois, la proportion d'arbres très fortement dégradés a augmenté entre 2021 et 2023 et une proportion importante d'arbres a été coupée pour des raisons sanitaires depuis 2019.

Les **mélèzes** présentent une amélioration progressive depuis le début du suivi en 2019, caractérisée par une nette augmentation de la proportion d'arbres sains ou légèrement dégradés. La défoliation moyenne diminue progressivement au cours de cette période, mais seule l'année 2023 présente une valeur significativement plus basse que les autres.

Discussion

La méthodologie ICP-Forests est focalisée sur le suivi à long terme de la vitalité des arbres. Les effets immédiats d'une sécheresse (ex : chute prématurée des feuilles) ne sont pas systématiquement détectés, car ils peuvent se manifester après le passage des observateurs, et n'affectent pas forcément la vitalité des arbres. Par contre, les effets différés d'une sécheresse (ex. : mortalité de branche, simplification de la structure), qui se manifestent souvent avec plusieurs mois/années de retard, peuvent être détectés lors du passage des observateurs aux cours des étés qui suivent. Il est donc important de se pencher sur les tendances sur plusieurs années et non sur les valeurs d'une année particulière.



Fig. 28. Exemple de hêtre présentant une défoliation de 40-45%



Chez les chênes, la défoliation évaluée en été est clairement liée à l'intensité des attaques de chenilles évaluées au printemps (Fig. 29, Fig. 30). Ces attaques se terminent toujours début juin et les arbres produisent alors de nouvelles feuilles avant le mois de juillet, qui compense partiellement les pertes de feuilles. En 2023, les valeurs élevées de défoliation estivale pour les 2 essences de chênes, peuvent s'expliquer par la répétition d'attaques printanières depuis 2019, mais aussi par une repousse de juin particulièrement mauvaise. L'oïdium, qui s'est développé très tôt cette année, pourrait expliquer cette mauvaise repousse. Les niveaux de défoliation atteints en 2023 sont proches de ceux observés lors de la crise de 2012. A la suite de cette crise, seule une minorité d'arbres étaient morts (<2%) et la plupart avaient vu leur défoliation baisser de façon notable.

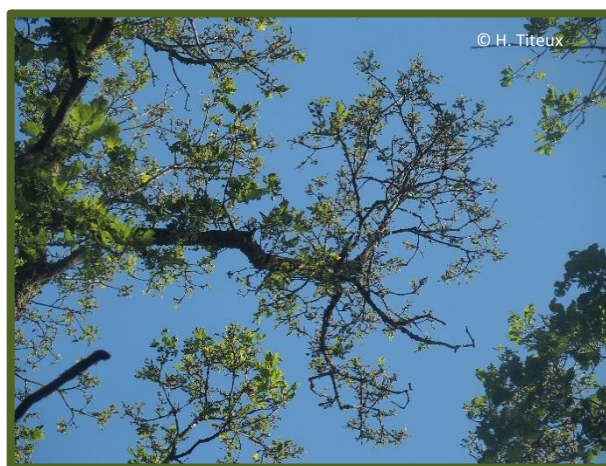


Fig. 29. Dégâts de chenilles sur un chêne sessile au printemps 2023

Les hêtres présentent une situation sanitaire assez mauvaise depuis le début de la période de suivi et qui continue à se détériorer. Les valeurs plus élevées sur la période 2020-2023 pourraient être le résultat de la succession de sécheresses entre 2018 et 2022. Toutefois, même si l'augmentation de défoliation est

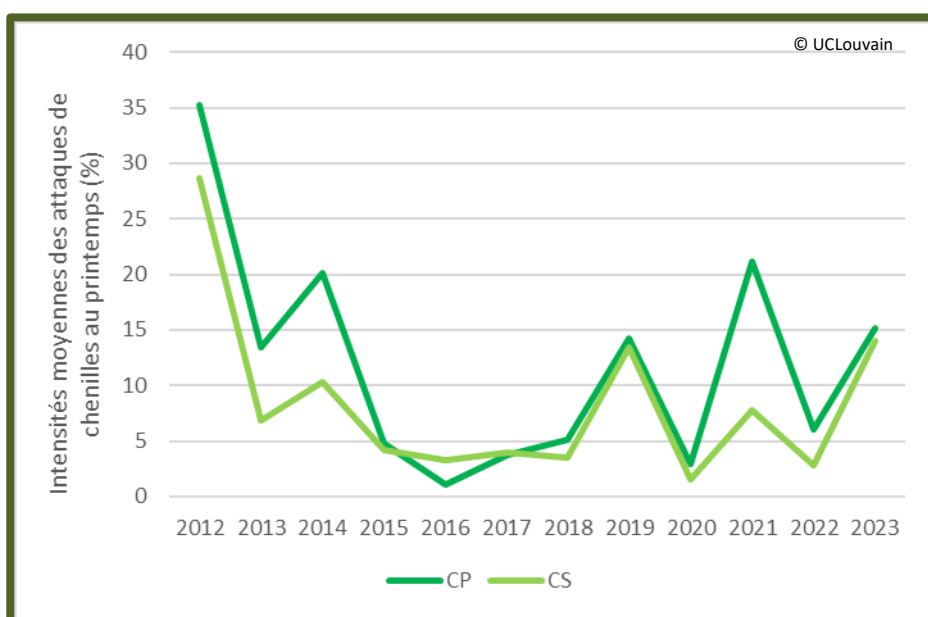


Fig. 30. Intensité des attaques printanières de chenilles (*Tortix viridana*) au printemps en proportion de la surface foliaire perdue, estimée lors d'une visite de terrain entre le 20 mai et le 10 juin (CP = chênes pédonculés, CS = chênes sessiles)

particulièrement depuis 2019. La succession d'épisodes de sécheresse depuis 2018 pourrait expliquer la prolongation de la vague des scolytes et la dégradation des arbres non infectés.

Chez le douglas, la forte hausse de défoliation de 2019 avait été attribuée à une forte augmentation des populations de *Contarinia pseudotsugae*. La situation semble s'améliorer progressivement depuis lors.

significative, son amplitude est limitée. Les hêtres wallons, mêmes s'ils ne sont pas en grande forme, semblent donc bien résister aux récentes sécheresses.

Bien que le pic de l'attaque des scolytes soit dépassé, de nouveaux dégâts continuent à être observés chez l'épicéa, déclenchant la mise en œuvre de coupes sanitaires. D'autre part, l'état sanitaire des arbres restants, même en absence d'attaques de scolytes, est en général très mauvais,



Chez les mélèzes, les valeurs élevées de défoliation sont liées principalement à une simplification de l'architecture, sans mortalité significative de branches. Aucun symptôme particulier n'a été constaté. Cette simplification de la ramification pourrait être liée à une compétition (actuelle ou ancienne) pour la lumière, ainsi qu'à la conversion de rameaux latéraux en rameaux fructifères. La fructification est souvent très abondante chez les individus matures.

Conclusions

La mauvaise situation sanitaire des chênes en 2023 est probablement liée à des attaques printanières de chenilles, comme en 2012. Etant donné la similarité des situations, et l'évolution favorable après 2012, nous pouvons espérer que les chênes résisteront bien à cette nouvelle crise.

La situation des hêtres est mauvaise et continue à se détériorer lentement. Les sécheresses à répétition pourraient expliquer les dégradations récentes, mais ne provoquent pas (en tous cas pas encore) de dégradation prononcée, ni de mortalité anormale.

La situation sanitaire des mélèzes et des douglas est dégradée, mais tend à s'améliorer progressivement depuis 2019.

Enfin, la situation des épicéas est très préoccupante car depuis 2019 plus de la moitié des arbres restant sont fortement ou très fortement dégradés, et ce malgré les nombreuses coupes sanitaires effectuées depuis lors.

PROBLEMES ET SUIVIS SUR FEUILLUS

Dépérissement du chêne en Fagne-Famenne-Calestienne et en Lorraine

Dans le courant de l'hiver 2021-2022 un dépérissement de chênes dans plusieurs peuplements situés en Fagne-Famenne-Calestienne et en Lorraine a été rapporté à l'OWSF. La particularité de ce dépérissement était d'être accompagné de suintements visqueux noirs sur l'écorce du tronc et d'attaque d'agrile (*Agrilus biguttatus*) sur certains arbres. En collaboration avec les correspondants observateurs de l'OWSF, un dispositif a été installé sur 10 placettes au printemps 2022 pour suivre l'évolution de l'état sanitaire des chênes et des symptômes associés à cet état. Ce dispositif a été présenté dans [la Lettre n°10 \(p10\)](#).

Méthode

La méthode DEPERIS¹⁶ a été poursuivie en 2023. En complément, un protocole DEPERIS a également été appliqué en 2023 pour évaluer l'état sanitaire des charmes dans cinq placettes sur les 10. Cette évaluation permettra d'avoir une vision plus globale de l'état de la chênaie charmaie, qui ne peut se résumer à l'état sanitaire des chênes, afin de proposer des conseils de gestion adaptés à l'écosystème forestier en place. Une analyse approfondie des sols de ces placettes de suivi est en cours, en collaboration avec le laboratoire Axe Echange Eau-Sol-Plantes de Gembloux Agro Bio-Tech ULiège ([cf page 38](#))

¹⁶ <https://agriculture.gouv.fr/la-methode-deperis-comment-quantifier-et-mesurer-letat-de-sante-dune-foret-et-son-evolution>



Les états sanitaires au sein du dispositif

L'état sanitaire des peuplements suivis reste variable (Tab. 5), mais s'est dégradé dans neuf peuplements sur les 10, de manière parfois très importante. En 2022, quatre peuplements étaient considérés comme dépérissants puisque qu'au moins 20 % des arbres présentaient une classe DEPERIS D, E ou F. En 2023, six peuplements sont considérés dépérissants et un peuplement est à la limite entre un état sain et un état dépérissant. Le seul peuplement dont l'état sanitaire est resté stable est une plantation de chêne pédonculé de 45 ans (Camp-de-Marche 3 - Comp 35/11). Tous sites confondus, un seul des 295 arbres suivis est mort entre 2022 et 2023, dans le peuplement Camp de Marche 2 comp 36/1.

Tab. 5. Evolution de l'état sanitaire des chênes évalué par la cotation DEPERIS entre 2022 et 2023. Les pourcentages en rouge signifient que le peuplement est considéré comme dépérissant. Les pourcentages en orange signifient que le peuplement est à la limite entre les états sain et dépérissant puisqu'un peuplement est considéré comme dépérissant lorsque plus de 20% des arbres sont dégradés (D, E, F)

	2022	2023	2022	2023	Evolution
	A+B+C	A+B+C	D+E+F	D+E+F	
Bébange - Breitbusch	90%	87%	10%	13%	↘
Camp-de-Marche 1 - Comp 8/1	83%	50%	17%	50%	↘
Camp-de-Marche 2 – Comp 36/1	23%	20%	77%	80%	↘
Camp-de-Marche 3 - Comp 35/11	100%	100%	0%	0%	→
Camp-de-Marche 4 - Comp 14/1	93%	87%	7%	13%	↘
Finneveaux	80%	72%	20%	28%	↘
Lavaux-Sainte-Anne	83%	80%	17%	20%	↘
Rochefort 1 - Bestin	73%	63%	27%	37%	↘
Rochefort 2 - Rochettes	90%	63%	10%	37%	↘
Sélange - Ramerschleid	67%	50%	33%	50%	↘
TOTAL	78%	67%	22%	33%	

Au niveau de l'évolution de l'état sanitaire des chênes, l'état des chênes pédonculés s'est proportionnellement plus dégradé que celui des chênes sessiles (Tab. 6).

Tab. 6. Evolution de l'état sanitaire des chênes sessiles (96 arbres observés) et pédonculés (199 arbres observés) évalué par la cotation DEPERIS entre 2022 et 2023

	A + B + C		D+E+F		Evolution de la proportion d'arbres dépérissants
	2022	2023	2022	2023	
<i>Quercus robur</i>	73 %	59 %	27 %	41 %	+ 14 %
<i>Quercus petraea</i>	90 %	83 %	10 %	17 %	+ 7 %

Pour le chêne pédonculé, 14 % des arbres passent du statut sain au statut dépérissant. Nous avons noté une diminution de 37 à 14 % pour le stade B et une augmentation de 30 à 39 % pour le stade C ainsi qu'une augmentation de 22 à 29 % pour le stade D. Le pourcentage d'arbres aux stades E et F passe de 5 à 12 %. Le constat va dans le même sens pour les chênes sessiles, mais de façon moins marquée. Sept pour cent sont passés de l'état sain à l'état dépérissant. Au sein du statut sain, il y a un glissement des stades A et B vers le stade C (Fig. 31). En 2022, 58 % des chênes sessiles étaient en classe B contre 21 % en 2023. En 2022, 24 % des chênes sessiles étaient en classe C contre 60 % en 2023. Les classes E et F sont apparues en 2023 pour le chêne sessile.



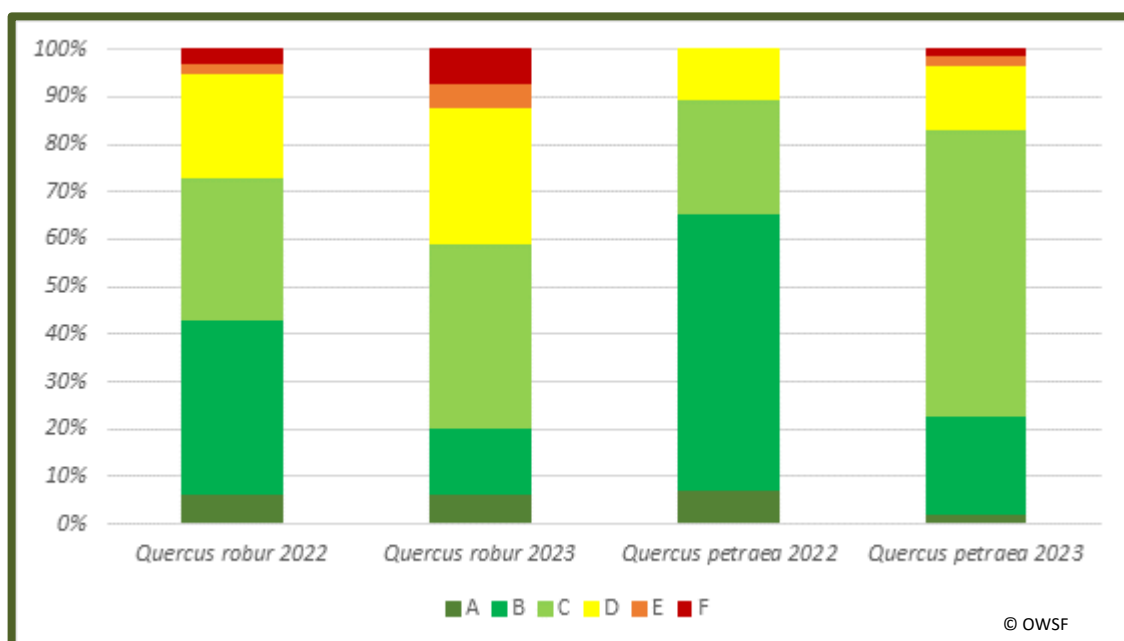


Fig. 31. Comparaison 2022/2023 des classes DEPERS pour les chênes sessiles et pédonculés, tous sites confondus

L'état sanitaire des charmes est globalement meilleur que celui des chênes mais est tout de même préoccupant. La répartition des arbres entre les différentes classes d'état sanitaire (DEPERIS) suit une courbe similaire à celle des chênes, avec un décalage vers un état plus favorable sauf pour un peuplement à Rochefort où les charmes présentent un état sanitaire moins favorable que les chênes (Fig. 32). Dans la Figure 32, la répartition des chênes entre les différentes classes DEPERS est légèrement différente de celle de la Figure 31 en raison des sites pris en considération. L'écart le plus marqué entre les chênes et le charme est observé en Lorraine, à Sélange. L'état sanitaire des charmes nécessitera des évaluations dans les prochaines années pour estimer l'évolution et mieux intégrer la gestion du charme dans la conduite des peuplements. A l'échelle des 5 sites, le charme est considéré comme dépérissant, mais la variabilité entre peuplements est trop grande pour tirer une conclusion à l'échelle de la zone d'étude (Tab. 7).

Tab. 7. Classes DEPERS des chênes et des charmes dans cinq peuplements du dispositif (Qp : *Quercus petraea* - chêne sessile ; Qr : *Quercus robur* - chêne pédonculé)

	A+B+C		D+E+F		STATUT	
	Chêne	Charme	Chêne	Charme	Chêne	Charme
Camp-de-Marche 2 – Comp 36/1 (3% Qp - 97% Qr)	20%	25%	80%	75%	Dépéris.	Dépéris
Camp-de-Marche 4 - Comp 14/1 (50 % Qp - 50 % Qr)	87%	85%	13%	15%	Sain	Sain
Lavaux-Sainte-Anne (10 % Qp - 90% Qr)	80%	95%	20%	5%	Dépéris	Sain
Rochefort 2 - Rochettes (83 % Qp - 17 % Qr)	63%	35%	37%	65%	Dépéris	Dépéris
Sélange - Ramerschleid (17 % Qp - 83 % Qr)	50%	100%	50%	0%	Dépéris	Sain



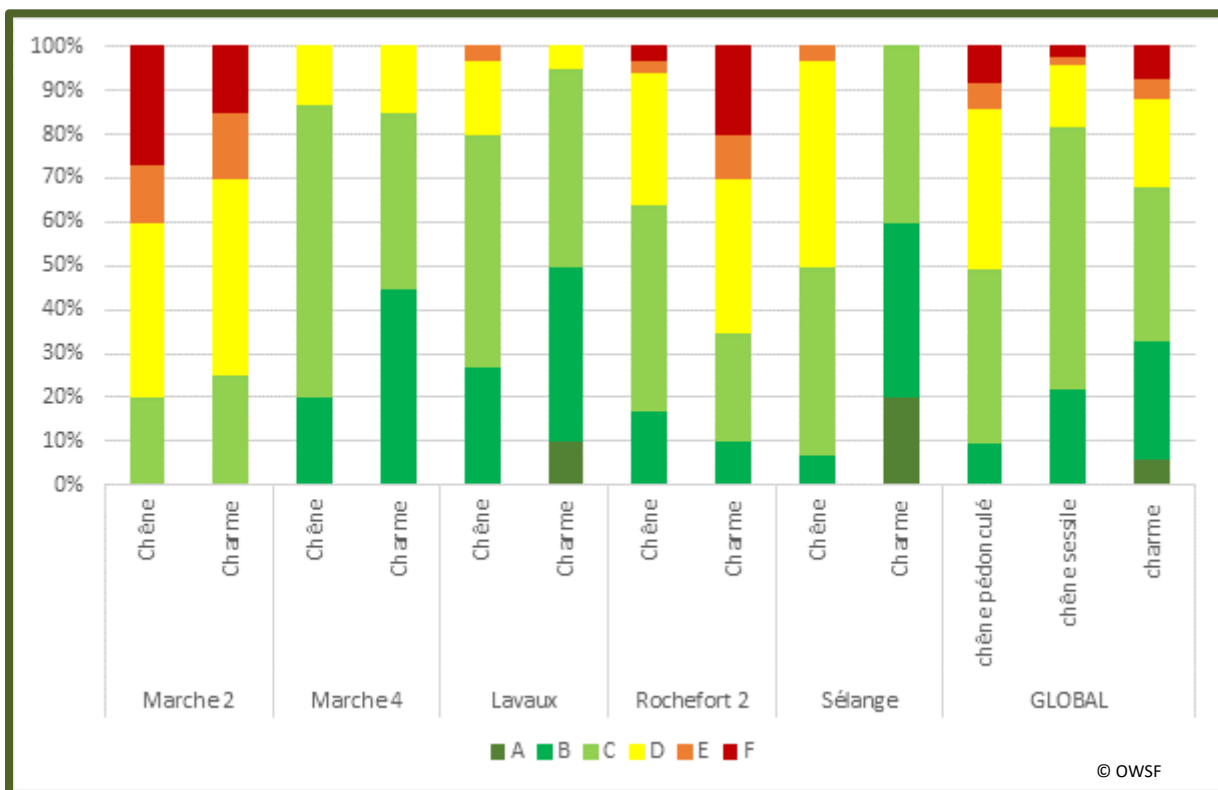


Fig. 32. Classification DEPERIS des chênes et du charme pour les 5 peuplements où les essences d'accompagnement sont suivies, comparaison globale des 3 essences à l'échelle des 5 peuplements

Pour le peuplement de Finneveaux, la configuration de la parcelle n'a pas permis d'installer de placette d'inventaire pour caractériser le peuplement en composition et structure. L'observation permet toutefois d'affirmer que l'essence d'accompagnement la plus présente est l'érable sycomore. L'état sanitaire de cette essence n'a pas été évalué et quantifié selon la méthode DEPERIS comme cela a été réalisé pour le charme dans cinq autres peuplements. Toutefois, il a été constaté que la majorité des érables sycomores sont atteints par la suie le l'érable (*Cryptostroma corticale*) et sont morts.

Les symptômes observés

Pour rappel de la lettre n°10, les suintements sont le principal symptôme qui avait alerté les forestiers en 2021. Ce symptôme n'avait pas été observé durant les épisodes de dépérissement antérieurs du chêne déjà survenus en Belgique. Les suintements observés sur les troncs peuvent être frais (humides ou visqueux) ou secs (anciens suintements frais qui ont séché et laissé une trace noire sur l'écorce). Ils peuvent se produire tant à la base du tronc qu'à plusieurs mètres de hauteur, la cause de ces suintements n'est pas encore connue.

Tab. 8. Proportion d'arbres présentant des suintements en 2022 et 2023

<i>Quercus petraea</i>	2022	2023
Pas de suintement	72 %	88 %
Passif	20 %	10 %
Actif - noir	8 %	2 %

<i>Quercus robur</i>	2022	2023
Pas de suintement	72 %	79 %
Passif	16 %	13 %
Actif - noir	12 %	4 %
Actif - blanc		4 %

D'une manière générale, les suintements sont en diminution en 2023 (Tab. 8). Certains suintements observés n'ont été actifs qu'en 2022. Ils ont séché et ont été qualifiés de suintements passifs en 2023. Les traces de certains suintements passifs de 2022 ont été



effacées par le temps et les intempéries et les arbres présentant cette symptomatologie (disparition de toute trace de suintement) ont été considérés comme ne présentant pas de suintement en 2023. En 2023, des suintements blancs à beige (Fig. 33) sont apparus au collet de quelques chênes pédonculés. Le bois situé sous la zone de suintement est dégradé. Ces suintements dégagent une forte odeur de vinaigre et de fermentation. Ils seront étudiés dans le courant de cette année en collaboration avec le CRA-W.

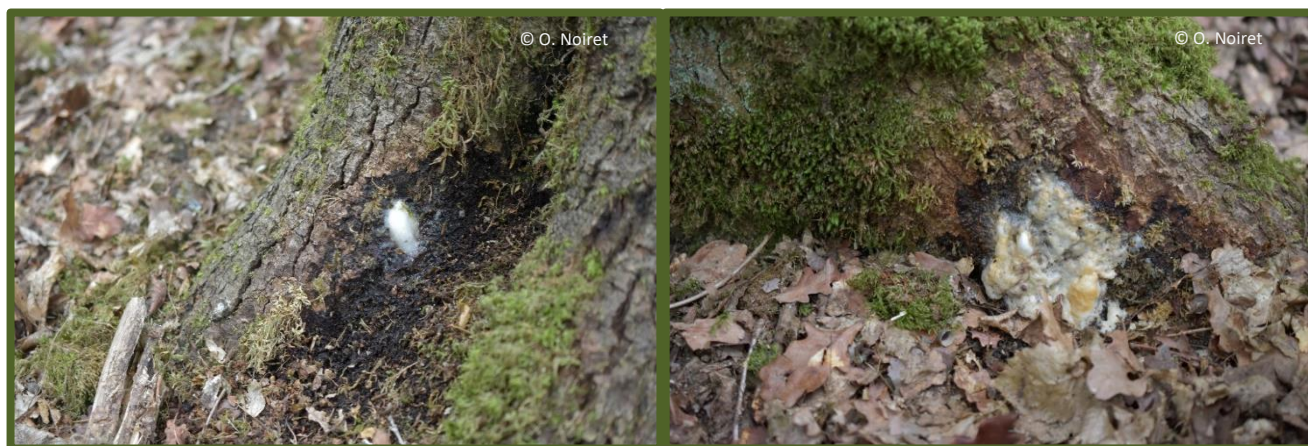


Fig. 33. Suintement blanc sur un contrefort racinaire DEPERIS

Au niveau des champignons pathogènes (Tab. 9), l’armillaire est en progression sur les deux essences de chêne. La suspicion de présence concerne l’apparition de rhizomorphe sur les contreforts racinaires. Les rhizomorphes sont des organes de prospection des armillaires, qui s’appliquent contre les racines lorsqu’ils les rencontrent sans nécessairement percer l’écorce pour infecter l’arbre. Dans certains cas, des rhizomorphes collés aux racines ont été retrouvés sans identification de point de pénétration visible à l’œil nu, et le rhizomorphe se décollait très facilement de la racine. Ces cas ont été considérés comme des suspicion d’infection par l’armillaire. Dans d’autres cas, soit le rhizomorphe pénétrait visiblement l’écorce, soit des carpophores étaient visibles, et la présence (l’infection) était confirmée.

Tab. 9. Nombre de chênes infectés par l’armillaire ou par la collybie

Armillaire	2022		2023	
	présence	suspicion	présence	suspicion
<i>Quercus petraea</i>	5	8	8	8
<i>Quercus robur</i>	24	16	34	22
Collybie	2022		2023	
	présence	suspicion	présence	suspicion
<i>Quercus petraea</i>			1	
<i>Quercus robur</i>	5		11	

Pour le peuplement de Rochefort-Rochette, un échantillon d’armillaire (rhizomorphe) a été analysé par le CRA-W afin d’identifier l’espèce par biologie moléculaire. L’espèce identifiée est *Armillaria gallica*. Dans une placette de Marche-en-Famenne, *Armillaria tabescens* (seul armillaire présentant un

pied sans anneau) avait déjà été identifié sur base du carpophore. Plusieurs espèces d’armillaire sont donc impliquées dans le dépérissement constaté. Les différents armillaires peuvent présenter des virulences différentes et donc des impacts sanitaires plus ou moins marqués. Nos investigations sur les armillaires se poursuivront dans les mois qui viennent.

La collybie à pied en fuseau (*Gymnopus fusipes*) est également en expansion. Elle a été observée sur 11 chênes pédonculés répartis sur les sites de Sélange, Finneveaux, Camp de Marche 1 et Lavaux-Sainte-Anne en 2023 contre cinq chênes pédonculés répartis entre les sites de Sélange et Finneveaux en 2022. Elle est apparue sur un chêne sessile à Finneveaux en 2023. Il est à noter que la Collybie a été observée en 2022 dans les peuplements de Rochefort – Bestin et Lavaux-Sainte-Anne, mais sur d’autres arbres que ceux du



dispositif. Ce pathogène était donc déjà présent dans le peuplement de Lavaux-Sainte-Anne l'année passée mais des carpophores n'avaient pas été observés sur les arbres suivis.

L'agrile a également progressé entre 2022 et 2023. Il a été observé dans cinq sites en 2022 et huit sites en 2023. Au total, 29 arbres présentent des trous de sortie d'agrile en 2023, soit 16 de plus qu'en 2022. Les proportions de chênes pédonculés et de chênes sessiles attaqués par l'agrile sont sensiblement les mêmes. Pour le chêne pédonculé, 68 % des arbres atteints par l'agrile sont classés comme dépérissants en 2023 (classes DEPERIS D, E et F). Pour le chêne sessile, tous les arbres touchés par l'agrile sont en classe DEPERIS C, c'est-à-dire qu'ils sont dans une classe considérée comme non dépérissante.

L'année 2023 a également été marquée par une importante attaque de chenilles défoliatrices suivie par un fort développement d'oïdium. Le peuplement le moins impacté par les chenilles est celui de Marche 4 – comp 14/1 actuellement considéré comme sain (87 % des arbres en classes DEPERIS A-B-C) et composé pour moitié de chêne pédonculé et pour moitié de chêne sessile. Le peuplement le plus impacté est celui de Finneveaux considéré comme dépérissant (28 % des arbres en classes DEPERIS D, E et F) et composé à 68 % de chêne sessile et 32 % de chêne pédonculé. Le peuplement le moins touché par l'oïdium est celui de Finneveaux et le plus impacté est celui de Lavaux-Sainte-Anne, considéré comme dépérissant (20 % des arbres en classes DEPERIS D, E ou F) et composé à 10 % de chêne sessile et 90 % de chêne pédonculé.

Evolution de l'état sanitaire des chênaies après un an de suivi

En un an, l'état sanitaire des chênes s'est dégradé, avec une dégradation plus marquée pour le chêne pédonculé que pour le chêne sessile. Cette évolution négative a conduit certains peuplements considérés comme sains en 2022 vers un état dépérissant en 2023. L'état sanitaire des essences d'accompagnement est à surveiller de près pour être pris en considération dans la réflexion préalable aux choix d'une éventuelle intervention. La variabilité entre les sites démontre qu'une analyse au cas par cas est nécessaire pour le gestionnaire.

Corollairement, les ravageurs et pathogènes secondaires ont progressé et sont apparus sur des arbres qui en paraissaient exempts en 2022. A l'inverse, le symptôme d'écoulements noirâtres a diminué. Des suintements blancs à forte odeur acétique sont apparus cette année et seront étudiés en collaboration avec le laboratoire de bactériologie du CRA-W.

Les attaques de chenilles défoliatrices et d'oïdium ont un impact sur les réserves de carbone présentes dans les racines des arbres et pourraient exercer une influence sur la dynamique des pathogènes secondaires déjà présents. En effet, chez les feuillus, une défoliation en fin de printemps/début d'été est favorable au développement de l'armillaire, or celui-ci est déjà très présent dans certains peuplements et certains arbres du dispositif. Cet aspect sera suivi dans les années à venir.

📌 Impact des propriétés chimiques et physiques du sol sur l'état phytosanitaire des chênaies de Fagne-Famenne-Calestienne et Lorraine

Par Antoine André et Marie Dincher (Axe Echange Eau-Sol-Plantes de Gembloux Agro Bio-Tech ULiège)

En complément du suivi du dépérissement des chênes en Fagne-Famenne-Calestienne et Lorraine ([cf page 33](#)), un bilan des caractéristiques abiotiques des chênaies du réseau (Fig. 34), plus particulièrement des facteurs concernant le sol (propriétés chimiques liées aux nutriments et propriétés physiques liées à l'eau), est en cours depuis début 2023.



Sur chaque placette, un profil de sol a été réalisé, soit à l'aide d'une fosse, soit à l'aide d'un sondage à la tarière.

En complément des 9 placettes expérimentales choisies, 2 placettes situées dans des peuplements sains, dans la zone bioclimatique de Fagne-Famenne-Calestienne, ont été sélectionnées pour servir de référence.

Ces placettes sont situées à Chimay (CHIMICP) et Viroinval (VIR) (Fig. 34).

Sur chaque placette, les échantillons pour les analyses chimiques ont été prélevés dans chaque horizon du sol dans la fosse et 3 échantillons supplémentaires ont été prélevés à 0-20 cm de profondeur à la tarière autour

de la fosse pour rendre compte de la variabilité spatiale. Trois échantillons ont été prélevés à 0-10 cm de profondeur à l'aide d'anneaux volumétriques pour les analyses physiques de réserve utile. Pour les mesures de densité de la fraction fine et de charge caillouteuse, 5 échantillons ont été analysés. Tous les échantillons ont été prélevés aléatoirement dans un rayon de 10 m autour de la fosse pédologique.

Les analyses chimiques ont été réalisées par le laboratoire provincial de La Hulpe (CPAR). Ces analyses comprennent : les quantités de phosphore, de potassium, de magnésium et de calcium échangeables, les quantités de carbone organique et d'azote total, les valeurs de CEC, de pH_{H_2O} et de pH_{KCl} , ainsi que la granulométrie. Les analyses physiques ont été réalisées au laboratoire de physique des sols de Gembloux Agro-Bio Tech. Ces analyses comprennent la charge caillouteuse (éléments > 2 mm), la densité de la fraction fine du sol (c'est-à-dire en excluant les cailloux) et les teneurs en eau à la capacité au champ (CC) et au point de flétrissement (PF). Ces deux dernières valeurs ont été trouvées à l'aide de deux appareils : le bac de sable et le WP4C[®] respectivement. La valeur de la réserve utile maximale a été calculée sur base des données mesurées et sur base de valeurs modélisées pour les profondeurs auxquelles les analyses physiques n'ont pas été réalisées.

Les analyses chimiques ne mettent pas en évidence de facteur explicatif flagrant quant au dépérissement du chêne. Néanmoins, cela ne veut pas dire que la chimie du sol n'intervient pas dans l'état sanitaire des arbres. En effet, les explications du dépérissement peuvent être multifactorielles et dès lors, difficiles à mettre en évidence sur le nombre relativement limité de placettes de cette étude.

La Figure Fig. 35 montre le taux de dépérissement en fonction de la réserve utile maximale, la profondeur d'enracinement et la présence d'oxydo-réduction dans le profil de sol. Les placettes qui prenaient des valeurs extrêmes de RUM ont été enlevées pour une meilleure lisibilité. La présence d'oxydo-réduction peut trahir la présence d'une nappe temporaire, constituant potentiellement une source d'eau pour l'arbre. Toutes les parcelles saines montrent des signes d'oxydo-réduction montrant que la présence d'eau, même au sein d'un régime hydrique alternatif, pourrait être favorable. Les placettes VIR et LSA sur lesquelles la RUM est plus élevée et la profondeur d'enracinement importante se portent mieux que les autres, peut-être parce que cette meilleure réserve en eau les préserve mieux de la sécheresse. Les placettes ROC, FIN et Comp 14-1 ont une RUM et/ou une profondeur d'enracinement assez faible mais s'en sortent relativement bien du point de vue du dépérissement. Cependant, ces placettes sont composées majoritairement de chênes sessiles, plus résistants à la sécheresse. Les parcelles Comp 8-1 et Comp 36-10 ont une RUM et une profondeur d'enracinement moyennes et pourtant elles dépérissent fortement. Mais

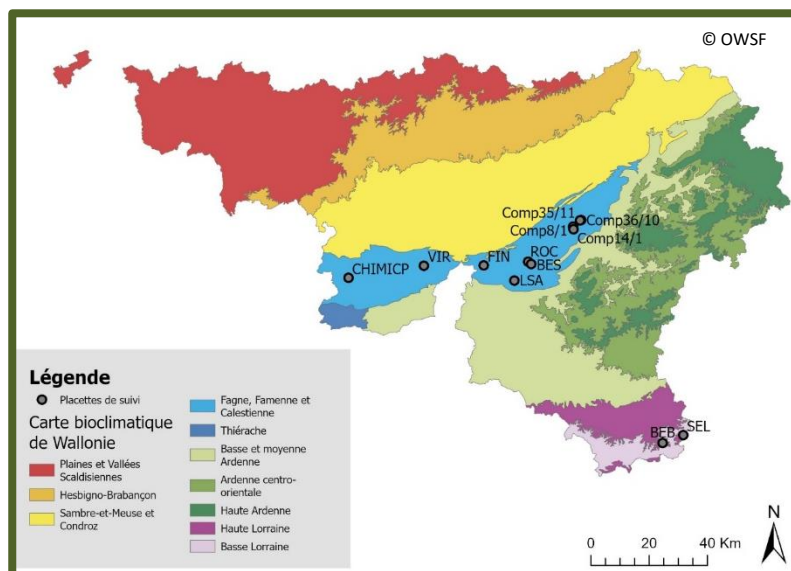


Fig. 34. Localisation des placettes



l'explication de leur dépérissement peut être cherchée dans la composition de leur peuplement puisqu'elles sont presque exclusivement constituées de chênes pédonculés, peu adaptés à la sécheresse.

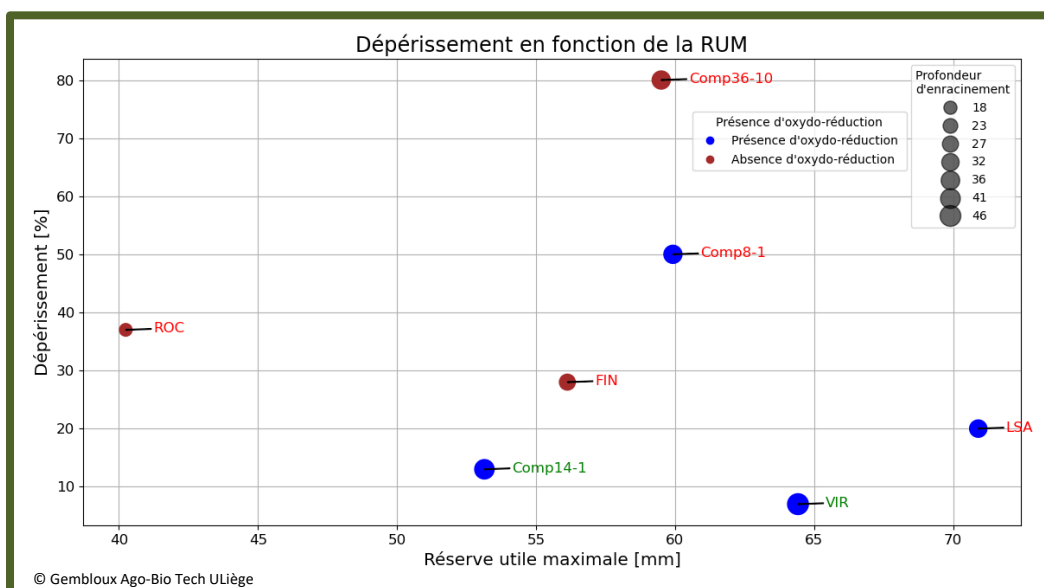


Fig. 35. Dépérissement en fonction de la Réserve Utile Maximale, de la profondeur d'enracinement et de la présence d'oxydo-réduction sans les valeurs extrêmes

Ce sont les qualités hydriques du sol qui semblent jouer un rôle prépondérant. La présence d'oxydo-réduction, la profondeur d'enracinement et la réserve utile en eau du sol peuvent, en effet, expliquer en partie l'état sanitaire des chênes en Fagne-Famenne-Calestienne. Enfin, l'essence majoritaire présente sur la parcelle semble aussi jouer un rôle, les parcelles contenant principalement des chênes sessiles semblent mieux se porter.

📁 Santé, croissance et productivité de la hêtraie de Wallonie

Par Marie-Pierre Tasseroul (Gbx Agro-Bio Tech ULiège)

Depuis près d'une dizaine d'années, les événements extrêmes liés au changement climatique sont de plus en plus fréquents en Belgique et déstabilisent la structure forestière telle que nous la connaissons. La hêtraie, fortement représentée dans nos massifs forestiers, ne fait pas exception à la règle et soulève de nombreuses inquiétudes.

C'est dans ce contexte qu'une recherche doctorale centrée sur l'adéquation stationnelle du hêtre à ses stations a débuté à Gembloux Agro-Bio Tech en 2020, financée par le Plan quinquennal de recherche et vulgarisation forestière. L'approche est pluridisciplinaire, et concerne la productivité stationnelle, les symptômes de dépérissement et la croissance en grosseur. Dans la partie des travaux qui porte sur l'état sanitaire généralisé de la hêtraie ardennaise, menés en collaboration avec l'OWSF et l'équipe Earth and Life Institute de l'UCLouvain, l'objectif est triple :

- Etablir un état des lieux de la vitalité de la hêtraie ardennaise ;
- Identifier les causes de cette perte de vitalité ;
- Evaluer l'avenir de la hêtraie ardennaise dans ce contexte de changement.



Afin de répondre à ces questions, une campagne de mesures a été réalisée durant les mois de juillet et août 2022. Au total, une centaine de placettes de hêtraies matures situées dans les trois zones bioclimatiques de l'Ardenne (Fig. 36) ont vu leur état sanitaire quantifié à l'aide des protocoles ICP-Forests et DEPERIS. Sur chacune des placettes, 15 arbres dominants ont été observés aux jumelles afin d'évaluer leur défoliation, leur perte de structure (simplification des rameaux, perte de branches, mortalité de branches) et tout autre signe de dépérissement (écoulement noirâtre, nécrose, présence de carpophores). Des données relatives à la station forestière (type de station, profil pédologique, présence de tassement du sol, évaluation de l'humus, pente et exposition) et à la sylviculture pratiquée (surface terrière, hauteur dominante, pourcentage de trouées, structure du peuplement, composition des essences) ont également été récoltées.

Une première analyse des résultats a permis d'identifier que la défoliation moyenne des hêtres étudiés était d'environ 60%, et ce dans les trois zones bioclimatiques de l'Ardenne.

Bien qu'élevé, ce résultat n'est cependant pas exceptionnel au regard des dépérissements observés dans les régions limitrophes de la Région wallonne où le hêtre semble souffrir davantage. De plus, les relevés de l'été 2022 n'ont pas montré une mortalité importante et récente en réaction à l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes de ces dernières années. Cependant, l'ouverture de trouées importantes dans la canopée suite aux récoltes sanitaires, et la perte d'ambiance forestière qui y est parfois liée est nettement plus préoccupante.

L'étude des causes de cette défoliation est en cours et porte sur des aspects tant climatiques et pédologiques que sylvicoles. Les résultats sont attendus dans le courant de l'année 2024.

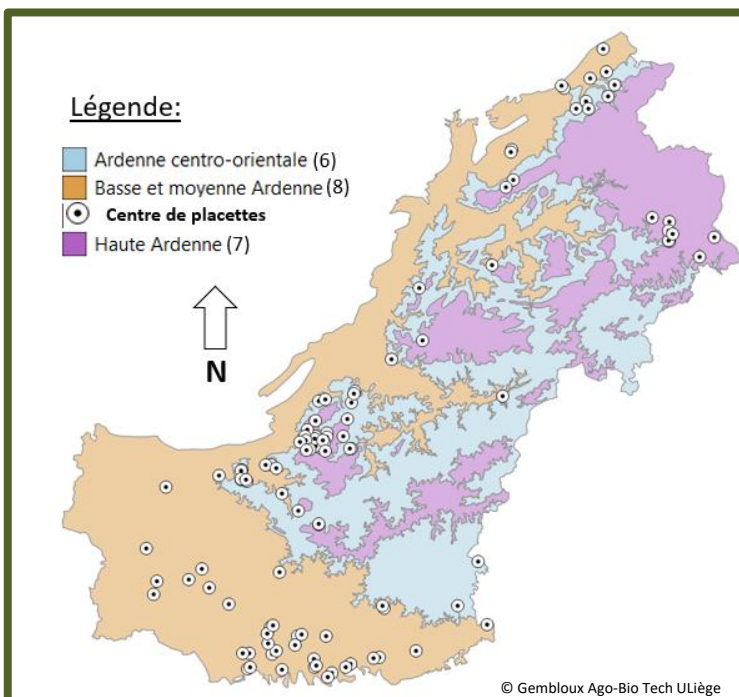


Fig. 36. Cartographie des placettes inventoriées dans le cadre de la recherche sur l'état sanitaire de la hêtraie ardennaise



Etat sanitaire de l'érable en Wallonie

Maladie de la suie de l'érable

Depuis quelques années, plusieurs épisodes de sécheresses ont été particulièrement dommageables aux forêts wallonnes et ont permis l'installation de ravageurs et de pathogènes. Chez l'érable, ces conditions climatiques ont été particulièrement favorables au développement du champignon responsable de la maladie de la suie de l'érable, *Cryptostroma corticale*. Depuis 2017, les Correspondants-Observateurs de l'OWSF ont signalé soixante-huit cas de cette maladie (Fig. 37). En Wallonie, la maladie de la suie de l'érable touche actuellement les érables sycomores (*Acer pseudoplatanus*). Bien qu'elle soit plus fréquemment signalée le long du sillon Sambre-et-Meuse, elle est aujourd'hui dispersée sur quasi tout le territoire wallon, coïncidant avec l'aire de distribution de l'érable sycomore.

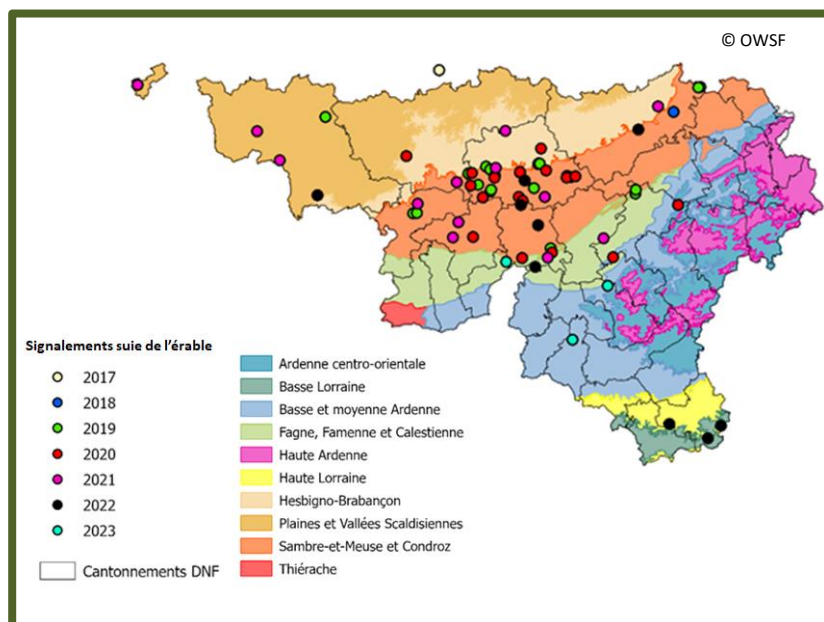


Fig. 37. Distribution des signalements de la maladie de la suie de l'érable sur le territoire wallon depuis 2017

La maladie de la suie de l'érable est décrite [sur le site de l'OWSF](#) (état des lieux, symptômes/biologie, santé humaine, gestion ...). Les symptômes caractéristiques de cette maladie sont la présence de craquelures et de suie noire sur les troncs ainsi que des arbres morts sur pied (Fig. 38). En plus des mortalités observées sur les arbres, la maladie de la suie peut entraîner des problèmes de santé chez l'Homme puisque l'inhalation de grandes quantités de spores peut provoquer d'importants problèmes respiratoires chez les personnes sensibles ou très exposées. Heureusement, aucun cas médical n'a été observé en Belgique jusqu'à présent mais la précaution reste de mise.

Suivi de l'état sanitaire de l'érable

Afin d'évaluer l'évolution de la maladie de la suie de l'érable et de l'état sanitaire des érables en Wallonie, ainsi que d'estimer l'avenir de ces peuplements, l'équipe de l'OWSF mène un suivi sur cinq sites depuis 2021. Parmi ces cinq sites, ceux de Soye, Mesnil-Saint-Blaise et Hargimont sont touchés par la suie de l'érable. Le site de Godarville, indemne jusqu'à présent, est intéressant pour évaluer la capacité de dispersion de la maladie car un foyer important se trouve à proximité de ce site (Seneffe à environ 1 km). Enfin, sur le site de Virton, la maladie de la suie n'a pas encore été observée mais l'état sanitaire des érables se dégrade (arbres dépérissants, observations de perte de ramification, parfois de nombreuses craquelures sur tronc et présence de nécroses suintantes sur certains arbres).

Ce suivi est réalisé sur 20 arbres par site avec deux relevés par an (juin et septembre). L'état général des érables est estimé par la méthode DEPERIS¹⁷ ainsi que par un relevé des symptômes présents sur chaque arbre. Toute l'attention est portée sur la présence de craquelures sur le tronc, de suie, de taches noirâtres, de nécroses suintantes et de gourmands ; l'abondance de production de graines (fructifications) est également cotée.

¹⁷ <https://agriculture.gouv.fr/la-methode-deperis-comment-quantifier-et-mesurer-letat-de-sante-dune-foret-et-son-evolution>





Fig. 38. Symptômes de la maladie de la suie sur érable : érable sec sur pied avec craquelures de l'écorce laissant apparaître une fine couche de suie noire sur le tronc

Le système de cotation DEPERIS permet d'attribuer à chaque arbre suivi une cote comprise entre A et F qui reflète l'état de son houppier et donc de son état sanitaire. Un arbre classé en A est sain et il est considéré comme dépérissant à partir de l'indice D. Plus l'indice se rapproche de F, plus l'arbre est considéré comme dépérissant. Un arbre d'indice F est moribond ou mort.

Après trois années de suivi sur les cinq sites, différents constats peuvent être faits. Il a été décidé de présenter les résultats des relevés du mois de septembre.

En analysant l'évolution de l'état général des arbres **tous sites confondus** (ce qui représente 100 arbres cotés), une dégradation des érables a été observée entre 2021 et 2023 avec une progression de 6 % des arbres dépérissants en 2021 à 29 % en 2023, dont 8 sont moribonds ou morts (Fig. 39). Le nombre d'arbres symptomatiques a augmenté au cours des trois années, passant de 17 à 43%. Les symptômes les plus fréquents sur les troncs d'érable sont des craquelures et des nécroses suintantes, la suie étant malgré tout présente sur les sites contaminés au départ mais ne se propageant pas de manière fulgurante.

En détaillant les données individuellement site par site (Fig. 39), **sur le site de Soye**, une dégradation des érables a été observée entre 2022 et 2023 avec quatre arbres passés en classe D donc dépérissant et quatre arbres en classe F. Les arbres en classe F sont morts et le sont suite à l'infection par la suie. Ce site est le plus infecté par la maladie de la suie de l'érable et il n'est donc pas étonnant d'avoir une telle dégradation de l'état sanitaire des arbres. Le nombre d'érables présentant des nécroses suintantes sur leur tronc a fortement augmenté sur ce site en trois ans passant de 5 à 11 arbres.

Pour le site d'Hargimont infecté par la suie, une dégradation des érables a aussi été observée entre 2022 et 2023 avec trois arbres passés en classe D et un arbre en classe F qui est mort et atteint par la suie de l'érable en 2023. Les arbres en classe D présentent des symptômes de dépérissement, craquelures et/ou nécroses suintantes. Par rapport au site de Soye, il y a plus d'arbres avec des craquelures que des nécroses suintantes. Les symptômes de craquelures et nécroses suintantes restent les symptômes les plus fréquents sur les érables observés.



Sur le site de Mesnil-Saint-Blaise infecté par la suie, l'état sanitaire des érables s'est dégradé entre 2021 et 2023 avec cinq arbres en classe D, un arbre en classe E et un en classe F en 2023. Ces érables dépérissants en classes D, E et F présentent des craquelures et/ou nécroses suintantes sur leur tronc mais la maladie de la suie n'a pas été mise en évidence. Cette maladie étant malgré tout présente sur ce site, il n'est pas exclu qu'elle soit passée inaperçue sur ces érables lors des relevés. Les futurs suivis devraient permettre de le déterminer. En effet, il a été remarqué à Soye qu'une nécrose suintante fraîche une année pouvait être sèche l'année suivante et se craqueler laissant s'échapper de la suie. Dans certains cas, la nécrose suintante pourrait donc être un symptôme préalable à l'apparition de la suie de l'érable.

Pour le site de Godarville indemne de la maladie de la suie de l'érable mais à proximité d'un site infecté, une légère dégradation de l'état sanitaire des érables a été observée entre 2021 et 2023 avec quatre arbres devenus dépérissants (en classe D). En 2023, quatre arbres présentent des craquelures sur tronc dont deux sont en classe D. Ni la maladie de la suie de l'érable ni des nécroses suintantes n'ont pas été mises en évidence sur ce site. Ce dernier reste donc le site le moins dégradé.

Sur le site de Virton, une dégradation de l'état sanitaire des érables a aussi été observée entre 2021 et 2023 avec six arbres devenus dépérissants en 2023 dont 2 en classe E et 2 en classe F. Le nombre d'érables sur ce site présentant des craquelures et des nécroses suintantes est en augmentation au cours de ces trois années de suivi. La maladie de la suie n'a pas été mise en évidence à cet endroit.

Par conséquent, quel que soit le site suivi, une perte de vitalité des arbres a été observée puisque l'état sanitaire des érables s'est dégradée en trois ans et les symptômes de craquelures et de nécroses suintantes sur les troncs sont de plus en plus fréquents. La maladie de la suie de l'érable est aussi présente sur trois des cinq sites suivis mais il semblerait que pour le moment elle ne se propage pas de manière importante sauf pour le site de Soye. La suie reste un des facteurs de dégradation de l'état sanitaire des érables mais il y a aussi d'autres facteurs de dégradation intervenant et provoquant des symptômes de craquelures et de nécroses suintantes sur les troncs d'érable.

En 2024, des analyses stationnelles seront effectuées sur ces cinq sites suivis sur érables atteints par la maladie de la suie ou présentant des signes d'affaiblissement afin de déterminer si les paramètres stationnels jouent un rôle dans ces problématiques.

Nécroses suintantes sur érable

En 2021, des écoulements ont été observés sur le tronc de différentes essences feuillues dont l'érable sycomore. Les arbres présentant ce type de symptômes étaient généralement dépérissants, avec des pertes de ramification importantes. Afin de mieux comprendre ce phénomène, des nécroses suintantes sur tronc d'érable ont été analysées en laboratoire par le CRA-W. Des champignons appartenant au genre *Neonectria* ont été le plus fréquemment identifiés et à une moindre fréquence *Botryosphaeria dothidea* ainsi que *Phytophthora* sp. (cf [la lettre 2021 p 27-28](#)).

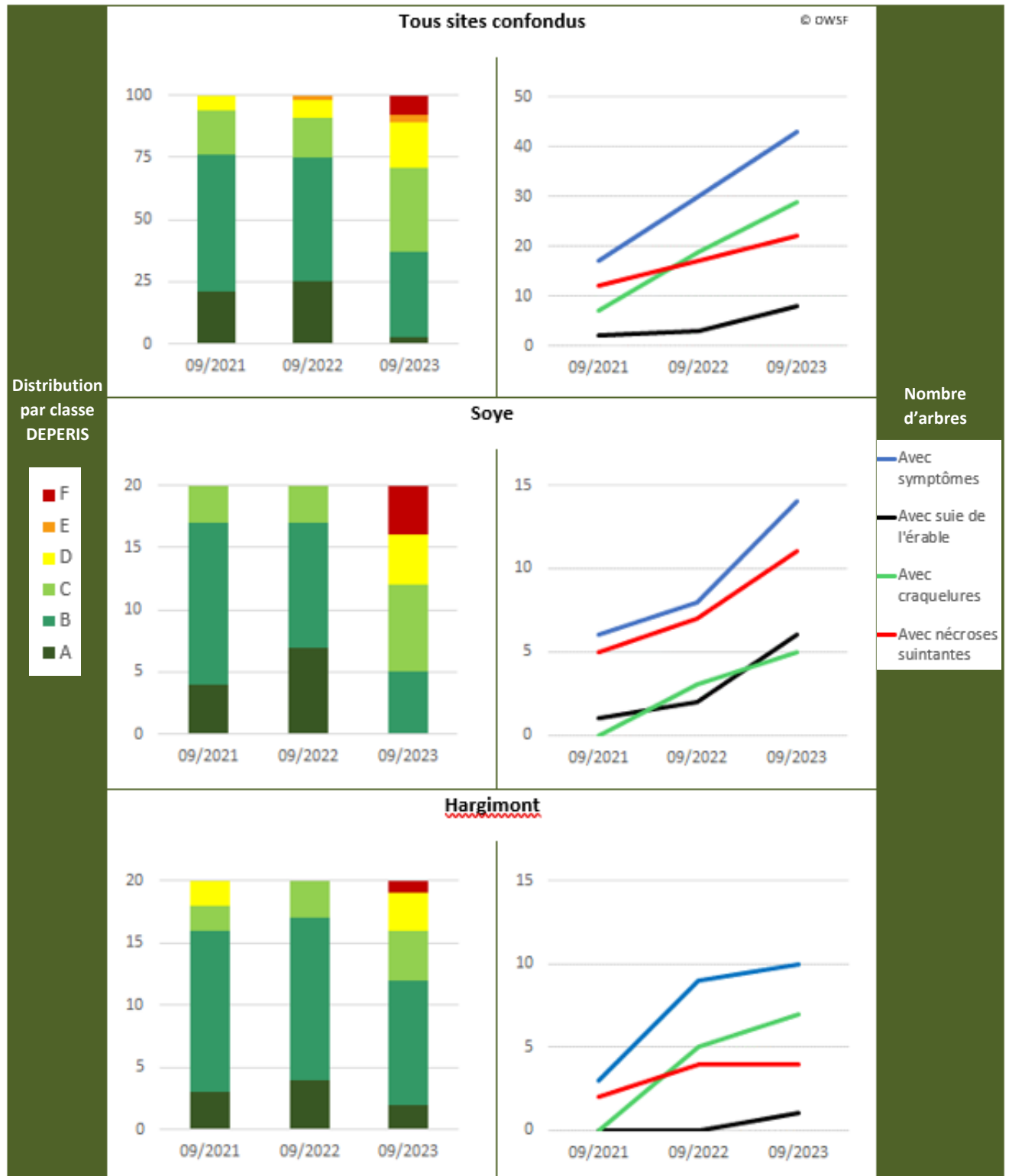
Vu leur fréquence de détection à partir de nécroses suintantes sur tronc d'érables, des recherches sont en cours au CRA-W afin d'identifier les espèces de *Neonectria* présentes en Wallonie, ainsi que pour déterminer leur degré de pathogénicité. Cela devrait permettre de mieux comprendre leur rôle dans l'état sanitaire actuel des érables.

En 2022 et 2023, peu de cas d'écoulements sur tronc ont été signalés sur érable par les CO de l'OWSF (respectivement 2 et 4), alors que le nombre d'érables avec nécroses suintantes a augmenté dans les cinq sites suivis.

Les érables présentant ces symptômes de nécroses suintantes sur tronc ont sans aucun doute été fortement affaiblis suite aux différents épisodes de sécheresse des années passées et ceci d'autant plus que les érables aiment les sols frais et humides. Les arbres avec suintements sur tronc cumulent fort probablement différents facteurs de stress d'origine abiotique et biotique.



En 2024, la surveillance continuera sur érables mais aussi sur les autres essences feuillues ayant manifesté ce type de symptômes les années antérieures. Un appel à signalements sera relancé auprès du réseau CO de l'OWSF.



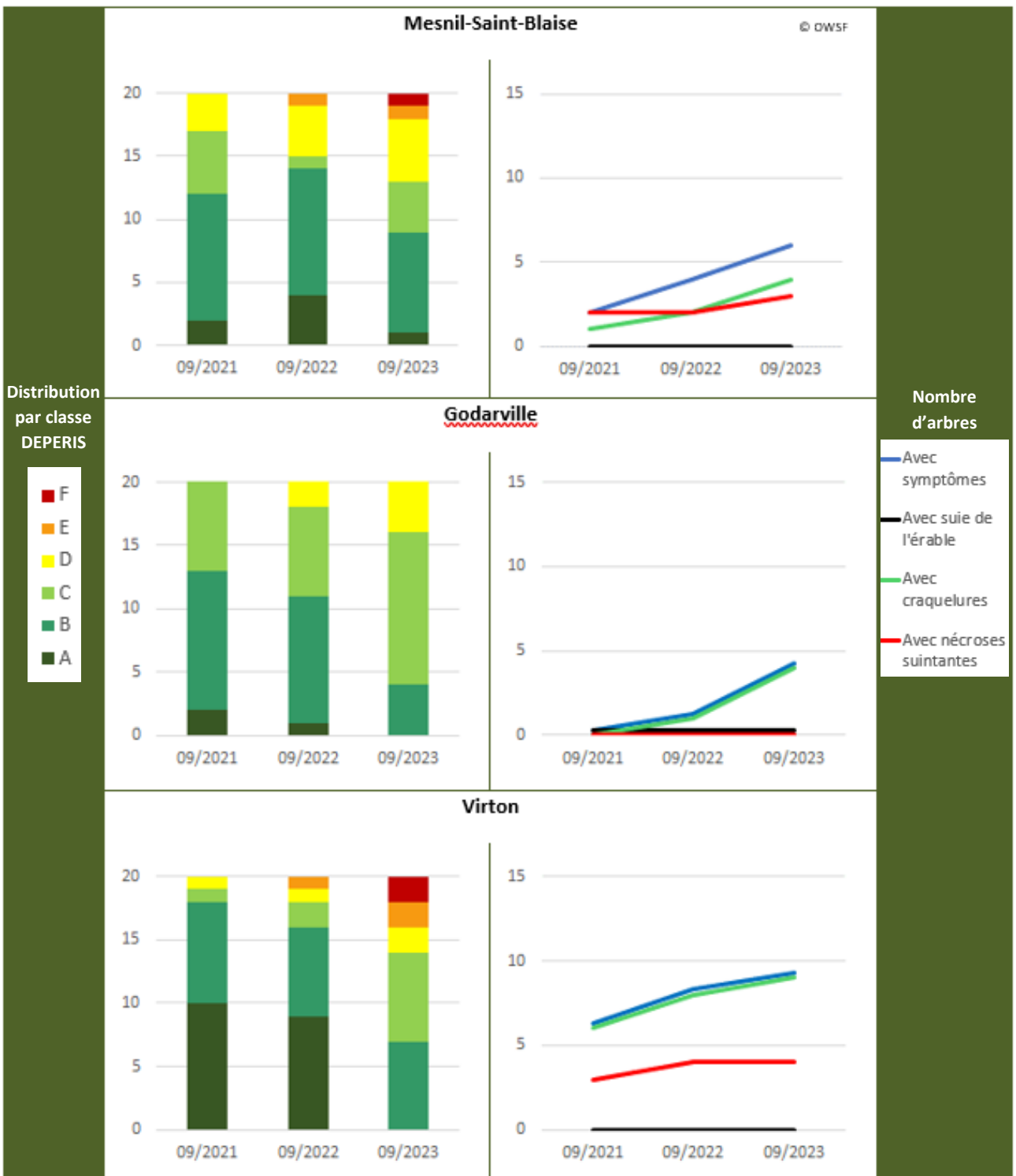


Fig. 39. Pour l'ensemble des sites suivis sur érable ainsi que sur les cinq sites de suivi : Evolution de la distribution des arbres par classe DEPERIS en fonction de la date de mesure (à gauche). Et évolution du nombre d'arbres avec symptômes : sue de l'érable, craquelures et nécroses suintantes en fonction de la date de mesure (à droite).



Que faire face à ces problèmes sur érable ?

Les conseils de gestion pour faire face à la maladie de la suie qui se trouvent [sur le site de l'OWSF](#) restent toujours d'actualité.

En comparant les trois peuplements touchés par la suie de l'érable, il ressort que les peuplements à Mesnil-Saint-Blaise et à Hargimont sont plus clairs que celui de Soye qui est dense dans toutes les strates ligneuses. Bien que l'érable sycomore apprécie une humidité atmosphérique élevée, la bonne ventilation du peuplement semble limiter le développement de la maladie de la suie et pourrait donc jouer un rôle positif dans l'état sanitaire des érables.

Par ailleurs, sur les parcelles où la composition du peuplement et la station le permettent, le forestier pourrait par exemple favoriser l'érable plane au détriment du sycomore s'il y a un souhait de maintenir l'érable comme essence objectif. En effet, l'érable plane semble mieux armé pour faire face aux changements climatiques et moins sensible à la maladie de la suie de l'érable.

D'autres symptômes sur érable sont visibles : nécroses suintantes, craquelures et dégradation de l'état du houppier objectivable via la cotation DEPERIS. Dans le dispositif de suivi, ces symptômes sont plus fréquemment observés que la suie de l'érable et sont également des critères de choix de martelage dans la gestion des peuplements dépérissants ou atteints par *Cryptostroma corticale*.

Face à ces problématiques, la diversification de la forêt en composition et en structure, le contrôle de la densité du peuplement y compris des essences d'accompagnement pour permettre une bonne circulation de l'air au sein des peuplements et le choix des essences régénérées sont des paramètres importants à prendre en compte dans la gestion et l'aménagement.

Ces conseils génériques bien connus des forestiers devront être adaptés au cas par cas puisque lors des suivis réalisés, une grande variabilité entre les sites a été mise en évidence.

Projet AGRITRAP : développement d'outils de surveillance des agriles

Par Alexandre Kuhn (CRA-W)

Les agriles (*Agrilus* spp.; Fig. 40) sont des coléoptères (famille des Buprestidae) dont les larves se développent habituellement sous l'écorce d'arbres dépérissants. En se nourrissant du phloème, les larves endommagent le système vasculaire de leur hôte (Fig. 40), ce qui peut accentuer l'état de faiblesse de l'arbre, voire entraîner sa mort. En Belgique, il existe une vingtaine d'espèces indigènes, pour la plupart considérées comme des ravageurs secondaires. Certaines espèces pourraient cependant causer des dommages plus importants lors d'épisodes de pullulation telles que l'agrile du chêne à deux points (*Agrilus biguttatus*), l'agrile du hêtre (*A. viridis*) ou l'agrile du poirier (*A. sinuatus*). D'autres espèces, exotiques et envahissantes, sont, elles, clairement associées à des dégâts très importants, même sur des arbres sains ([cf page 73](#)).

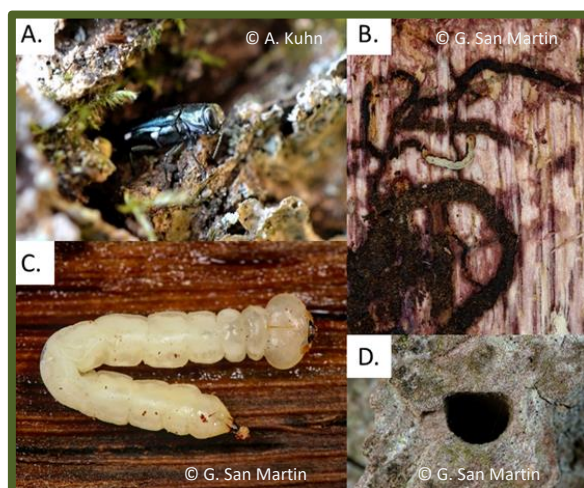


Fig. 40. Aperçu des stades développementaux des agriles. A. Adulte d'agrile du chêne à deux points, *Agrilus biguttatus*, B. galerie et larve sous écorce, C. gros plan sur une larve avec les crochets caractéristiques à l'extrémité terminale, D. trou de sortie caractéristique du genre *Agrilus* (et *Coraebus*) en forme de « D »



L'objectif du projet AGRITRAP financé par le SPF Santé Publique et mené par le Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W) en partenariat avec d'autres institutions belges (ILVO, PCfruit et ULB) et internationales (INRAE d'Orléans en France et Canadian Forest Service au Canada) était de développer des pièges adaptés afin d'estimer correctement les niveaux de population des espèces indigènes et de maximiser les chances de détection précoce d'espèces exotiques.

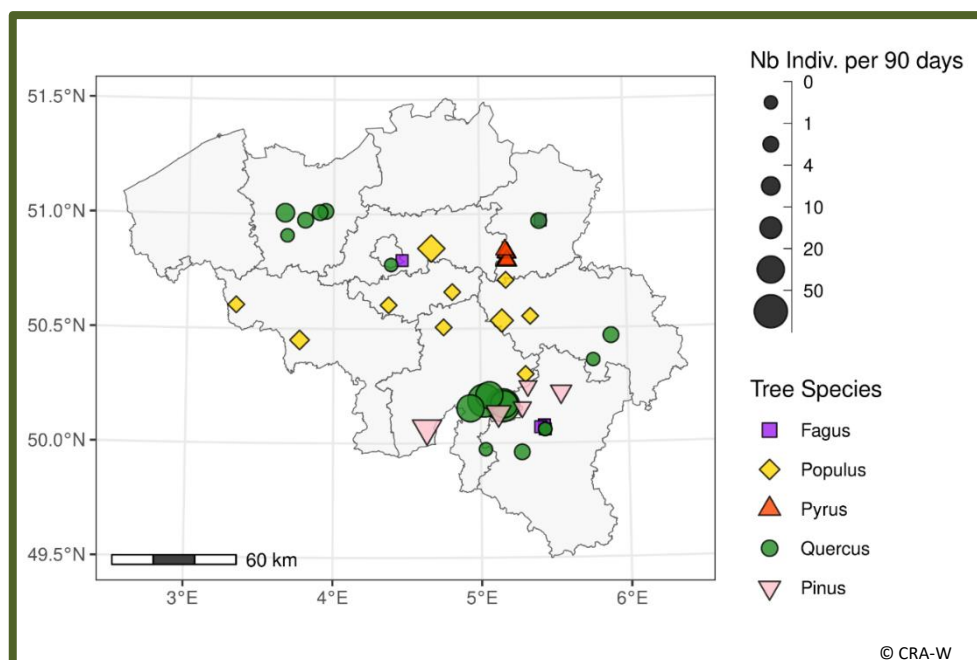


Fig. 41. Sites de suivi de buprestes en Belgique dans le cadre du projet AGRITRAP. La taille des symboles correspond au nombre de buprestes capturés par l'ensemble des pièges d'un site. La forme et la couleur des symboles indiquent l'essence d'arbre dans les sites suivis.

Au total, 382 pièges ont été déployés dans 46 sites en France et en Belgique durant deux années d'expérimentation (2021 et 2022 ; Fig. 41). Nous avons principalement sélectionné des parcelles forestières de chênes et de hêtres assez dépérissantes, ainsi que des vergers de poiriers avec un historique d'infestation d'*Agrilus sinuatus*. Nous avons également effectué quelques suivis sur peupliers mais de façon moins structurée et ces données n'ont pas été incluses dans les analyses statistiques. En 2023, nous avons fait, avec l'aide de l'OWSF, un essai de surveillance supplémentaire dans cinq pinèdes où la présence du bupreste bleu du pin (*Phaenops cyanea*) était suspectée (Fig. 41). Ces résultats ne sont pas non plus inclus dans la comparaison entre type de pièges (voir ci-dessous).

Nous avons comparé l'efficacité de cinq types de pièges : des pièges multi-entonnoirs verts (= Multifunnel green ; en 2021 et 2022), des pièges multi-entonnoirs jaunes (= MULTz yellow; en 2021 et 2022), des pièges-bouteilles verts (= bottle-trap green ; uniquement en 2021) et des pièges en cornet verts ou jaunes (= fan-trap green/yellow; uniquement en 2022). Nous avons disposé les différents types de pièges dans la canopée d'un même arbre ou dans des arbres proches (poiriers) (Fig. 42). Nous avons ensuite comparé le nombre de buprestes capturés entre les différents types de pièges testés.

De façon générale, nos pièges ont bien fonctionné et nous avons capturé, en 2021-22, un total de 4814 buprestes, dont 4669 *Agrilus* spp., mais avec une grande variabilité entre sites. Les plus grandes quantités de buprestes ont été capturées dans les chênaies situées en Famenne (Custinne, Finneveaux, Houyet, Jamblinne et Rochefort) et dans la forêt de Vierzion en France. Ces sites étaient particulièrement favorables avec un grand nombre d'arbres dépérissants et des populations d'agriles en place (beaucoup de trous de



sortie caractéristiques en forme de « D » dans les écorces ; Fig. 40). Dans les vergers de poiriers, seuls 17 spécimens d'*A. sinuatus* ont été capturés en 2021 et 0 en 2022 malgré une présence avérée par du battage. Aucun des pièges testés ne semble donc attractif pour cette espèce. Les pièges placés dans les peupliers ont globalement capturé moins de spécimens mais en captant néanmoins des espèces inféodées aux *Populus* spp. : *Anthaxia manca*, *Agrilus fleischeri* et *Agrilus pratensis*. En Belgique, 20 espèces de buprestes, dont 14 espèces d'agriles, ont été capturées (toutes indigènes). Les espèces les plus fréquentes étaient *Agrilus sulcicollis*, *A. laticornis* et *A. angustulus*, trois espèces associées aux chênes. *Agrilus graminis* et *A. obscuricollis* n'avaient jamais été signalées en Belgique auparavant. Par ailleurs, 25 individus du bupreste *Coraeus undatus* ont été capturés. Cette espèce, particulièrement rare en Belgique jusqu'à présent, est réputée provoquer des dégâts parfois importants en s'attaquant aux branches de chênes liège/verts dans le sud de la France.

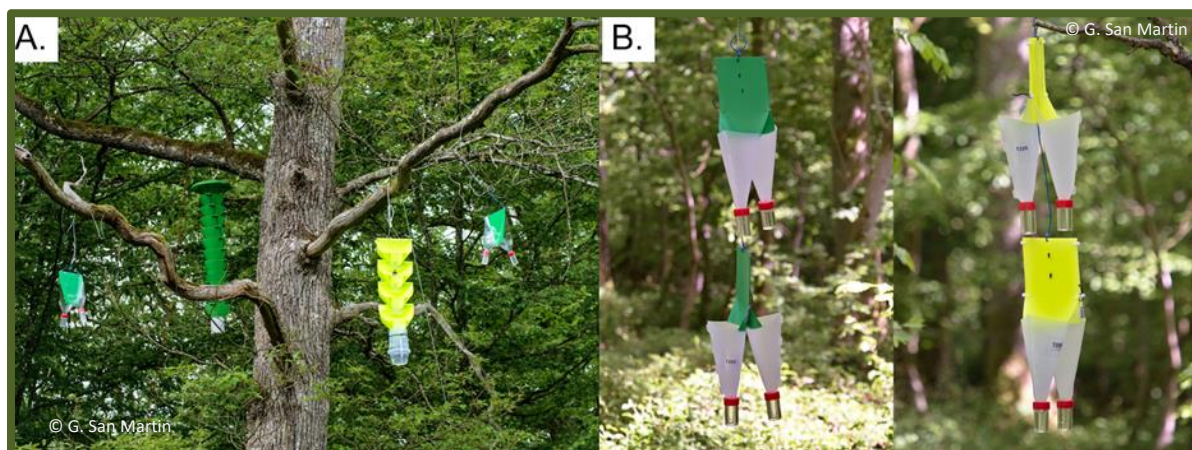


Fig. 42. Types de pièges testés durant notre étude. A : pièges utilisés en 2021 en place dans la canopée d'un chêne. De gauche à droite : piège-bouteille (bottle-trap) avec leurre, piège à entonnoirs Lindgren (multifunnel green), piège à entonnoirs "hongrois" (MULTz yellow) et piège-bouteille sans leurre. B : fan-traps verts et jaunes (avec et sans leurres) utilisés en 2022.

En ce qui concerne l'expérimentation de 2023 sur pins, nous avons capturé 244 Buprestidae provenant de 35 pièges. La majorité des spécimens étaient des agriles inféodés aux chênes (probablement de passage). Cependant, nous avons capturé 9 *Phaenops cyanea* provenant des 5 sites surveillés révélant la présence suspectée de cet insecte. Le faible nombre de captures peut être dû à une faible présence d'adultes au moment de la surveillance et/ou à une faible attractivité des pièges utilisés.

En ce qui concerne l'efficacité des différents types de pièges, nos résultats indiquent que le type de piège influence fortement les captures (Fig. 43). Les pièges à entonnoirs et en cornet jaunes ont capturé les plus importants nombres de buprestes, suivis par les pièges à entonnoirs verts et enfin les pièges en cornet verts. Les captures des pièges-bouteilles verts étaient intermédiaires entre les entonnoirs et les cornets verts mais avec une grande variabilité entre pièges. Cette tendance est suivie par la plupart des espèces les plus capturées (*Agrilus angustulus*, *A. biguttatus*, *A. graminis*, *A. laticornis*, *A. obscuricollis*, *A. olivicolor* et *A. sulcicollis*) avec cependant un nombre de captures plus important dans les entonnoirs verts pour *A. biguttatus* (mais pas avec les pièges en cornet verts). Les résultats de cette analyse montrent également que le nombre de captures est fortement influencé par le site et, dans une moindre mesure, par la position de l'arbre dans lequel sont placés les pièges au sein d'un site.



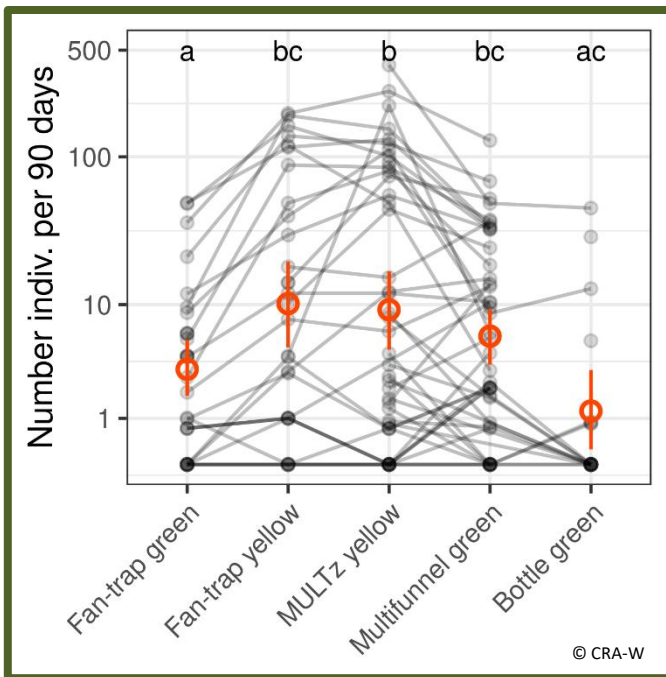


Fig. 43. Comparaison du nombre de buprestes capturés en fonction du type de piège. Les barres grises relient les captures (standardisées sur une période de 90 jours) des pièges d'un même type situé dans un même arbre. Les points et les barres rouges représentent la moyenne et un intervalle de confiance à 95%, respectivement. Les lettres au-dessus des captures correspondent aux résultats des tests statistiques : lorsque des pièges ne partagent aucune lettre, leurs nombres de captures respectifs sont significativement différents. Le nombre de captures est en échelle logarithmique. Voir dans le texte pour la correspondance des noms de pièges.

En résumé, nos résultats montrent que les pièges jaunes (fluo) sont un moyen de surveillance efficace pour les agriles indigènes (et les buprestes en général) inféodés aux forêts de feuillus (sauf *A. biguttatus*). En revanche, aucun des pièges testés dans notre étude ne permet de surveiller les populations de l'agrile du poirier en verger. Nos résultats montrent également l'importance de la position des pièges (site de surveillance et arbre au sein d'un site). Dans ce contexte, le déploiement de pièges plus petits, facilement transportables/mis en place et peu coûteux, tels que les pièges en cornet jaunes testés dans cette étude, permettrait une stratégie de surveillance plus efficace en couvrant un grand nombre de sites.

PROBLEMES ET SUIVIS SUR RESINEUX

La crise du scolyte de l'épicéa

L'OWSF a reçu cette année de nombreuses questions sur l'évolution de la crise. Certains la pense déjà finie alors que d'autres craignent un retour en force de l'ips typographe. L'année 2023 voit bien les volumes de bois scolytés se réduire encore un peu plus mais un ralentissement de cette évolution s'observe (Fig. 45).

L'année 2023 a été fort contrastée au niveau climatique. Le début de l'année est resté frais jusqu'au mois d'avril. Ces conditions n'ont permis le premier envol que durant la deuxième semaine de mai. La seconde génération n'a volé qu'à la fin juin et sur la première quinzaine de juillet. Notre dispositif de surveillance n'a pas pu mettre en évidence de troisième génération.

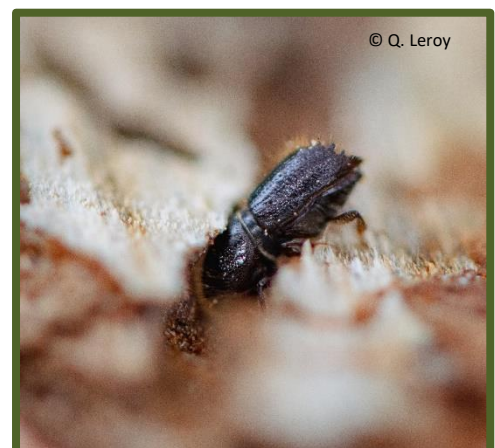


Fig. 44. Ips typographe



Un lent retour vers la normalité

Depuis 2021, le volume de bois scolytés montre une forte tendance à la baisse (Fig. 45). L'année 2023 continue sur cette lancée. En 2022, le volume d'épicéas scolytés martelé par le DNF avoisinait les 78.000m³. Les collectes de la saison 2023 ne sont pas encore terminées mais les chiffres actuels semblent montrer une diminution de près de 45% par rapport à l'an dernier.

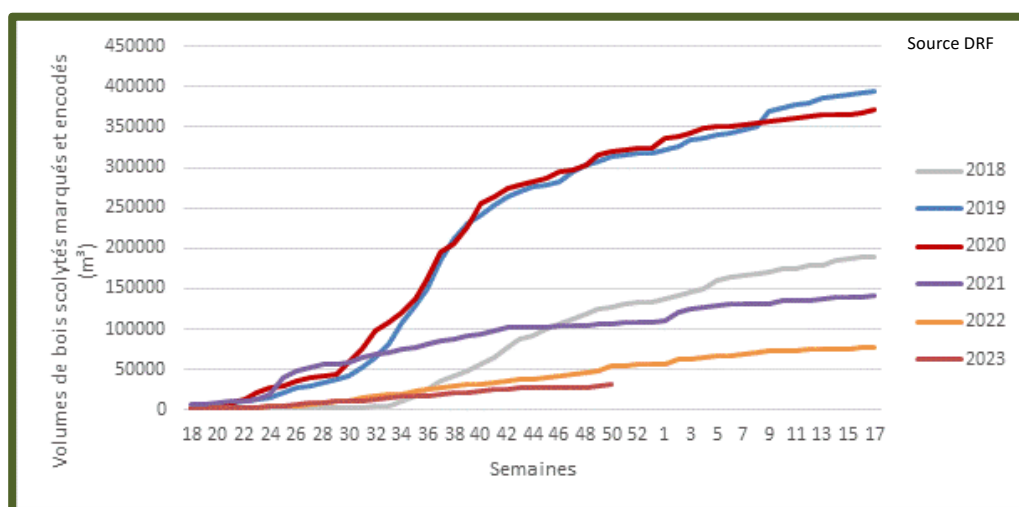


Fig. 45. Evolution du volume de bois scolytés marqués par semaine en forêts publiques

Le volume de bois atteint par le typographe continue donc à se réduire. Il faut toutefois garder à l'esprit que cette réduction se ralentit. Ce ralentissement est normal et le retour à une situation normale nécessitera encore plusieurs années. La masse d'insectes dans l'environnement reste encore importante malgré sa constante diminution ces 3 dernières années. Il faudra donc encore rester prudent et continuer l'application des règles sanitaires classiques à savoir : l'abattage et l'écorçage.

Le typographe est-il le seul responsable des dégâts ?

Jusqu'en 2022, le typographe était le principal responsable des dégâts observés dans l'épicéa. Depuis cette date, le chalcographe est entré dans la danse. Il occasionne des dégâts moins importants que le typographe mais peut s'attaquer à des individus de plus petites dimensions.

Nous avons effectivement reçu de nombreux signalements de peuplements dont la circonférence est inférieure à 20 cm attaqués par des scolytes. Il est donc également important de surveiller ces jeunes peuplements.

Nos conseils restent dans ce cas les mêmes que l'an dernier. Une bonne hygiène forestière reste la solution la plus efficace pour réduire les dégâts et leur risque d'expansion. Les conseils applicables au typographe peuvent se transposer au chalcographe. Les arbres de petites dimensions attaqués par le chalcographe peuvent être traités de la même manière que les gros arbres scolytés. Le marché de la trituration reste un débouché intéressant pour ces arbres qui trouveront donc normalement facilement un acquéreur. Lors de l'abattage des arbres de grande dimension, la pointe reste dans le peuplement. Ces pointes représentent un milieu propice pour le développement du chalcographe. Le gestionnaire désireux de réduire le risque au maximum peut par exemple broyer ou détruire les branches de petites dimensions. Cette opération reste coûteuse et parfois difficile à justifier sur le plan financier. Celle-ci n'étant pas souvent réalisée, une surveillance attentive des peuplements concernés reste de mise.

Pour plus d'information : [le typographe et sa gestion \(note de gestion de l'OWSF\)](#)



La Cécidomyie du douglas

Par Gilles San Martin (CRA-W)

Depuis sa découverte en Europe en 2015, le CRA-W et l'OVSF suivent l'évolution des dégâts provoqués par la cécidomyie des aiguilles du douglas (*Contarinia pseudotsugae*). Après une montée régulière des taux d'attaques entre 2015 et 2021 (avec un maximum de ~50 % des aiguilles de l'année attaquées), on a observé une chute très importante en 2022 et surtout en 2023 où on était redescendu à seulement 10 % des aiguilles attaquées (Fig. 46). En 2023, on a observé une légère remontée des attaques à environ 20 % des aiguilles attaquées. Nous avons également observé comme attendu une nette diminution des défoliations des aiguilles des années précédentes et un découplage entre les taux d'attaques de cécidomyies et les taux de défoliations. Il est difficile de dire à ce stade si les taux d'attaques resteront à un niveau relativement bas ou si on se dirige vers des cycles de niveaux hauts et bas comme on en observe chez de nombreux insectes forestiers. Nous n'avons pas d'explications non plus sur cette chute brutale qui pourrait être due à une combinaison de facteurs climatiques et de contrôle biologique par exemple par des hyménoptères parasitoïdes.



Fig. 47. Femelles adultes pondant dans un bourgeon de douglas en train de débourrer

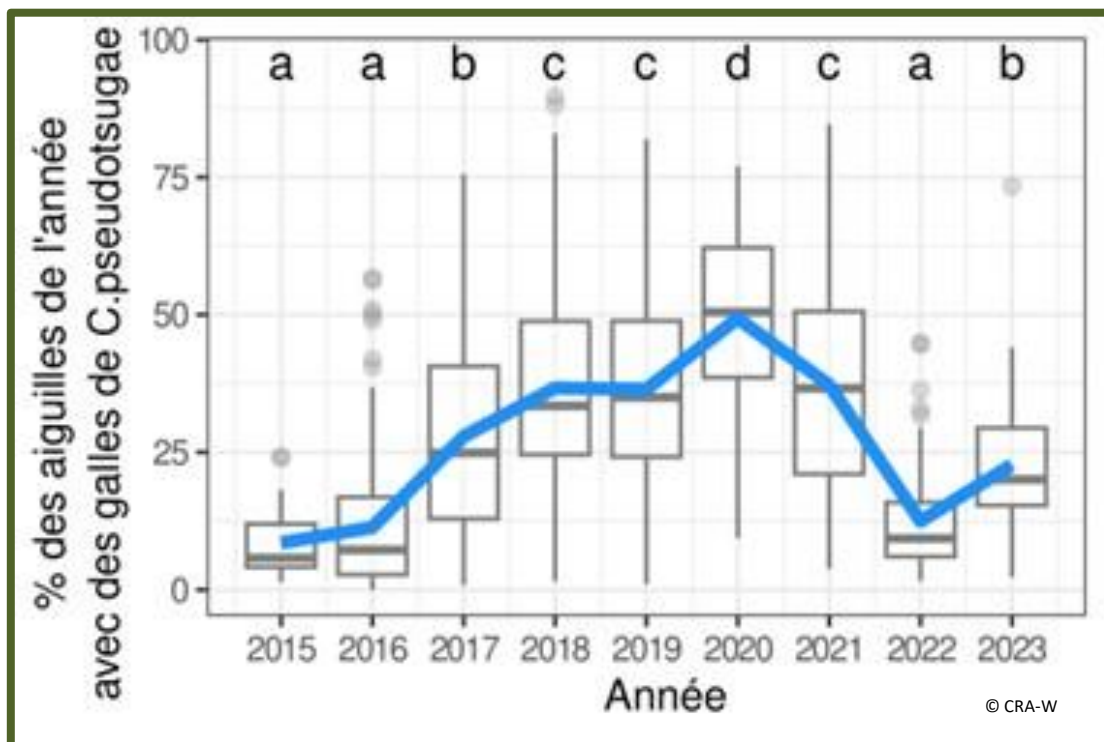


Fig. 46. Suivi temporel des taux d'attaques de cécidomyie du douglas. Des lettres différentes indiquent une différence statistiquement significative entre années



Phytophthora pluvialis identifié dans des plantations de douglas en Wallonie

Salvatore Pirronitto & Anne Chandelier (CRA-W, laboratoire de mycologie)

Introduction

Phytophthora pluvialis est un organisme émergent pouvant être une menace pour plusieurs essences forestières. En 2002, il a été identifié aux USA dans des rivières et des échantillons de sols dans des forêts mélangées de chêne à tan (*Notholithocarpus densiflorus*) et de douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Par la suite, il a été signalé en Nouvelle Zélande causant des symptômes foliaires sur pin de Monterey (*Pinus radiata*) et sur douglas. En 2021, ce *Phytophthora* a été signalé dans plusieurs peuplements de douglas et de tsugas (*Tsuga heterophylla*) en Grande-Bretagne (Pérez-Sierra et al., 2022)¹⁸. En plus de symptômes foliaires, des nécroses suintantes sur tronc et branches ont aussi été observées, provoquant des dépérissements, et des mortalités. Cette situation a conduit l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP) à placer cet organisme sur sa liste d'alerte en 2022 (Encart 4.).

Encart 4.

La liste d'alerte de l'OEPP

L'Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP) est une organisation internationale chargée de la coopération et de l'harmonisation en matière de protection des plantes dans les pays de la région européenne et méditerranéenne selon les dispositions de la Convention Internationale pour la Protection des Végétaux, établie par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). La Belgique est membre de l'OEPP depuis sa création en 1951.

Parmi les outils pour limiter les risques phytosanitaires, l'OEPP a établi une liste d'alerte des organismes nuisibles (plantes, insectes, champignons, bactéries, virus) pouvant présenter un risque. La liste d'alerte n'est donc pas une liste de quarantaine. L'inscription d'un organisme dans cette liste doit être considérée comme une alerte précoce de problème sanitaire potentiel qui nécessite une attention particulière. Une analyse de risque est donc nécessaire avant de se prononcer sur la gravité de la situation et son caractère problématique à l'échelle régionale.

Les raisons pour lesquelles l'inscription sur la liste d'alerte est envisagée peuvent être de nature diverse : organismes nuisibles nouveaux pour la science, nouveaux foyers signalés dans un ou des pays membres de l'OEPP ou dans d'autres parties du monde, et signalements de dissémination rapide.

Selon les informations communiquées par nos collègues anglais et néo-zélandais, *P. pluvialis* provoque des chutes d'aiguilles, des chancre et des dépérissements pouvant conduire à des mortalités dans les peuplements. Chez le douglas, les aiguilles infectées prennent d'abord une teinte vert-olive puis tombent prématurément laissant un tapis d'aiguilles au sol. Le plus souvent, ce sont d'abord les rameaux situés à la base de l'arbre qui montrent ces symptômes. La maladie progresse ensuite du bas vers le haut de l'arbre. Des écoulements importants de résine et des chancres sont aussi visibles sur les branches et le tronc lorsque les arbres sont fortement infectés. Les symptômes observés sur douglas et tsuga sont décrits dans un guide complet édité par Forest Research¹⁹.

¹⁸ Pérez-Sierra, A., Chitty, R., Eacock, A., Jones, B., Biddle, M., Crampton, M., Lewis, A., Olivieri, L., Webber, J.F. (2022) First report of *Phytophthora pluvialis* in Europe causing resinous cankers on western hemlock. New Disease Reports 45: e12064. DOI: 10.1002/ndr2.12064

¹⁹ Guide des symptômes de *Phytophthora pluvialis* par Forest Research :

https://assets.publishing.service.gov.uk/media/651ec6c179fc58001463967a/Symptom_guide_P_pluvialis_v3_Sep_2023.pdf



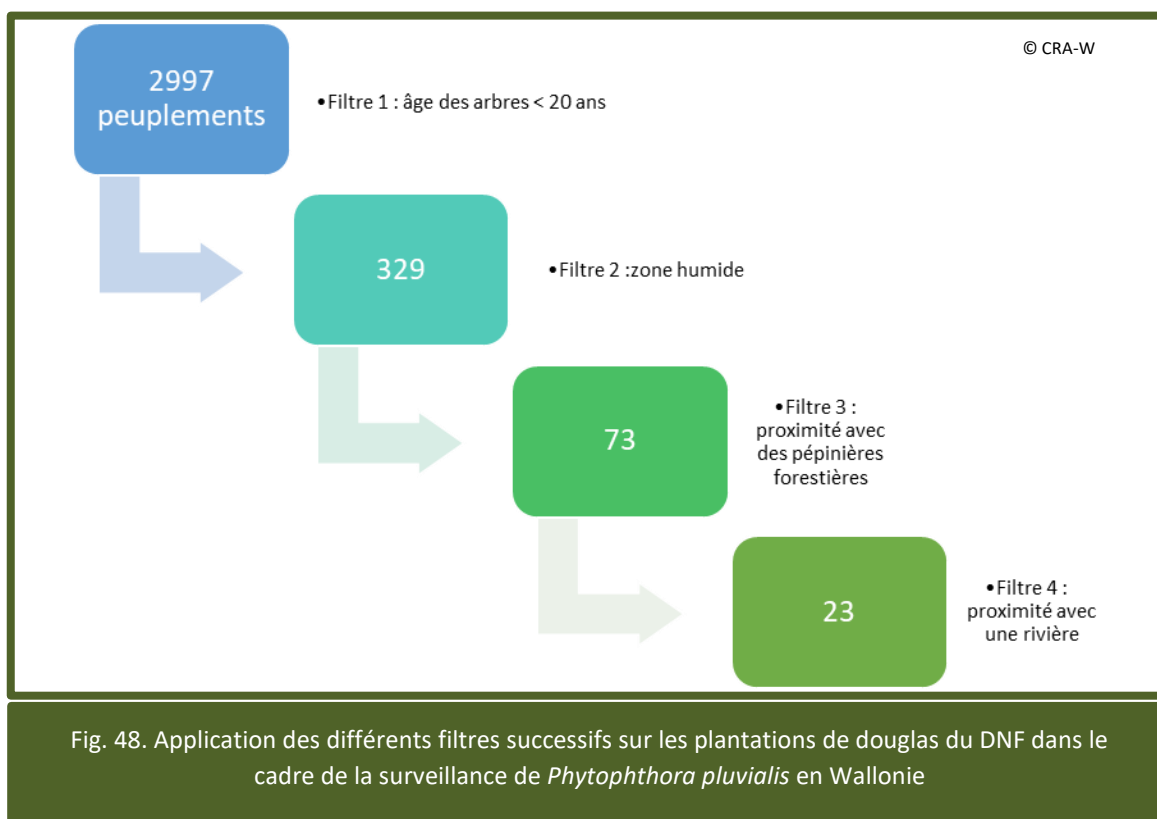
Des chutes d'aiguilles sont fréquentes chez le douglas, suite notamment aux attaques de l'insecte *Contarinia pseudotsugae*. Des chancres sur tronc et branches peuvent aussi se développer suite à l'activité de champignons de faiblesse particulièrement actifs suite au stress occasionné au douglas dans le contexte du changement climatique. A l'heure actuelle, il n'est donc pas possible, sur base d'observations visuelles en forêt, de détecter la présence de ce pathogène. Le recours à des tests de laboratoire est le seul moyen de confirmer une observation sur le terrain.

P. pluvialis se disperse de manière aérienne via les gouttelettes de pluie, et les brouillards. Ses spores, mobiles dans l'eau, sont aussi véhiculées par les cours d'eau et le ruissellement lors de pluies. Il peut aussi persister dans le sol sous forme d'oospores (spores sexuées) dans des peuplements infectés. Ce *Phytophthora* se développe préférentiellement lorsque les températures ne sont pas trop élevées, et que l'humidité est importante (plutôt au printemps et en automne sous nos latitudes). Les peuplements de douglas, et de tsugas en zone humide sont donc des stations préférentielles au développement de *P. pluvialis*.

Tenant compte du risque que représente *P. pluvialis* pour les peuplements de douglas en Wallonie, le laboratoire de mycologie du Centre Wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) a mis en place un plan de surveillance durant l'année 2023. La suite de cet article présente la méthodologie adoptée dans la sélection de placette de surveillance en forêt, et les premiers résultats obtenus.

Stratégie de mise en place d'un plan de surveillance en Wallonie

Tenant compte des essences forestières présentes en Wallonie et de la gamme d'hôtes connue de *P. pluvialis*, le plus grand risque concerne le douglas et, dans une moindre mesure, le tsuga. Un réseau de 20 placettes (15 placettes de douglas et 5 placettes de tsuga) a donc été établi en forêt publique sur base du parcellaire forestier du Département de la Nature et des Forêts en tenant compte de différents critères de sélection: (1) l'âge des arbres (des jeunes plantations de 5 à 20 ans ont été privilégiées afin de faciliter l'observation des symptômes et la collecte d'échantillons dans les branches basses); (2) le niveau



d'humidité (des stations humides et, si possible, proches de rivières ont été sélectionnées) ; (3) la proximité avec des pépinières (une zone tampon de 10 km autour de pépinières forestières a été définie afin de prendre en compte l'hypothèse d'introduction de ce pathogène sur notre territoire via ce canal). Ces différents filtres ont été appliqués à tous les peuplements de douglas et de tsugas du parcellaire du DNF afin d'identifier les peuplements les plus à risque. La Figure Fig. 48 illustre le processus de sélection pour le douglas. A l'issue de cette première sélection, un choix a été effectué de manière aléatoire parmi les peuplements sélectionnés pour atteindre le nombre de placettes de surveillance que nous avons fixé. La même procédure a été appliquée aux peuplements de tsugas.

Les visites de terrain ont été planifiées durant le printemps et l'automne de l'année 2023 afin de prendre en compte les caractéristiques biologiques de *P. pluvialis* qui, pour rappel, préfère les températures fraîches et une humidité relative élevée pour se développer.

Dans chaque placette de surveillance, les arbres ont été inspectés et les symptômes associés à la maladie ont été recherchés (cf. introduction et guide des symptômes).

Dans les placettes situées à proximité d'un cours d'eau, des « pièges à *Phytophthora* » ont été installés (Fig. 49). Ces pièges consistent en de petits sacs ajourés contenant des tissus de plantes hôtes (dans notre cas des rameaux de tsuga) fixés à un support et flottant à la surface de l'eau. Si des spores de *P. pluvialis* sont présentes dans le



Fig. 49. Pièges à *Phytophthora* installés dans un cours d'eau pour la surveillance de *P. pluvialis*



Fig. 50. Prélèvement d'aiguilles sur douglas

cours d'eau, elles infecteront les plantes-pièges. Cette méthode est très souvent utilisée pour la détection précoce de *Phytophthora* dans l'environnement.

Tous les échantillons récoltés, qu'il s'agisse de rameaux prélevés sur arbre suspect ou de plante-piège placées dans les cours d'eau, ont été analysés avec une technique moléculaire (basée sur la qPCR) spécifique à *P. pluvialis*. Des essais d'isolement sur milieu de culture ont aussi été entrepris pour tenter d'obtenir une souche vivante de l'agent pathogène.

Résultats

Au printemps 2023, aucun des arbres observés (douglas/tsuga) ne présentait de symptôme qui pouvait être causé par *P. pluvialis* et il n'y a eu aucun prélèvement. Par contre, des plantes-pièges provenant de deux cours d'eau proches de peuplements de douglas ont donné un résultat positif après analyse moléculaire.

En automne 2023, le piégeage de *P. pluvialis* en rivière a été confirmé pour un des deux sites et une souche de l'agent pathogène a été isolée à partir de plante-piège infectée. Le pathogène a aussi été détecté dans des aiguilles de douglas d'un des deux sites « positifs » (Fig. 50). Les arbres infectés ne présentaient pas de symptômes particuliers par rapport aux autres arbres du peuplement.



Une souche de *P. pluvialis* ayant été isolée en laboratoire, des tests de pathogénicité ont été réalisés sur plusieurs rameaux de douglas afin d'en vérifier sa virulence. Dix baguettes ont été inoculées (insertion d'une biopsie de la souche contre le cambium du bois) avec la souche de *P. pluvialis*. Dix baguettes témoins ont également été préparées en remplaçant la souche par de l'agar. Après un mois, toutes les baguettes inoculées avec *P. pluvialis* présentaient des nécroses tandis que les baguettes témoins sont restées indemnes (Fig. 51). L'agent pathogène a systématiquement été réisolé des nécroses observées.

A notre connaissance, il s'agit de la première détection de *P. pluvialis* en Belgique et sur le continent européen. En vue d'évaluer l'impact de cette nouvelle maladie et de mieux cartographier sa distribution en forêt en Wallonie, des suivis seront réalisés dans les sites infectés, et de nouvelles placettes de surveillance seront sélectionnées en 2024 dans le cadre du projet « Santé des forêts en Wallonie » réalisé au CRA-W en collaboration avec l'Observatoire Wallon de la Santé des Forêts.



Fig. 51. Inoculation de rameaux de douglas avec la souche de *P. pluvialis* isolée en Belgique.
A : rameau témoin ; B : rameau inoculé

Etude de la vulnérabilité du douglas dans un contexte environnemental changeant au travers d'une analyse dendrochronologique

Camille Guisset, Quentin Ponette, Caroline Vincke – UCLouvain, Earth & Life Institute

Le douglas (*Pseudotsuga menziesii*) est pour le moment au cœur des préoccupations des propriétaires et gestionnaires forestiers suite aux importantes défoliations constatées depuis 2015 dans de nombreux peuplements en Wallonie. Les actions combinées des pathogènes responsables de ces défoliations ainsi que des sécheresses récentes soulèvent des inquiétudes quant à son rôle d'essence de production majeure dans le futur. La réponse en croissance du douglas au climat (et *a fortiori* aux sécheresses) est cependant encore peu documentée en Wallonie. Evaluer sa vulnérabilité dans ce contexte et proposer des recommandations en matière de pratiques sylvicoles (choix des stations, gestion de la densité) à adopter pour limiter les risques est donc nécessaire.

L'objectif principal de cette étude conduite dans le cadre du Plan Quinquennal de Recherche et de Vulgarisation forestières est de caractériser la réponse de la croissance radiale du douglas au climat en Wallonie. A cette fin, la première étape a été d'identifier les variables climatiques qui influencent la croissance du douglas. L'impact de paramètres liés à la station et au peuplement (niveau hydrique, densité) sur les relations croissance-climat, ainsi que l'évolution de ces relations dans le temps ont également été analysés. Les principaux résultats de cette première étape seront présentés ici. Dans une seconde étape, l'étude s'intéressera plus spécifiquement à la réponse du douglas aux sécheresses, en fonction de leur intensité et de leur occurrence (printemps, été).



Pour répondre aux différentes questions posées, une étude dendrochronologique a été réalisée sur 24 sites représentatifs de la diversité des conditions de disponibilité en eau et de densité de peuplement rencontrées en Ardenne belge. Pour chacun des sites étudiés, les largeurs de cernes de 30 carottes extraites sur 15 arbres dominants ont été mesurées (Fig. 52). Ces données ont ensuite été standardisées par un traitement mathématique afin de mettre en évidence le signal climatique interannuel pendant la période 1976-2020. Les indices de cernes obtenus ont enfin été mis en relation avec les données climatiques mises à disposition par l'Institut Royal Météorologique.



Fig. 52. De gauche à droite : Sélection de 15 arbres par peuplement - Extraction de deux carottes par arbre - Mesure des largeurs de cerne

La largeur de cerne moyenne par site varie entre 4.5 et 6.2 mm ce qui témoigne de la diversité des conditions de croissance des peuplements échantillonnés (Fig. 53). Les chronologies moyennes standardisées des 24 sites étudiés semblent se synchroniser à partir de la fin des années 1990. Cela pourrait indiquer que la réponse du douglas est de plus en plus couplée au climat, et ce dans des amplitudes similaires pour tous les sites.

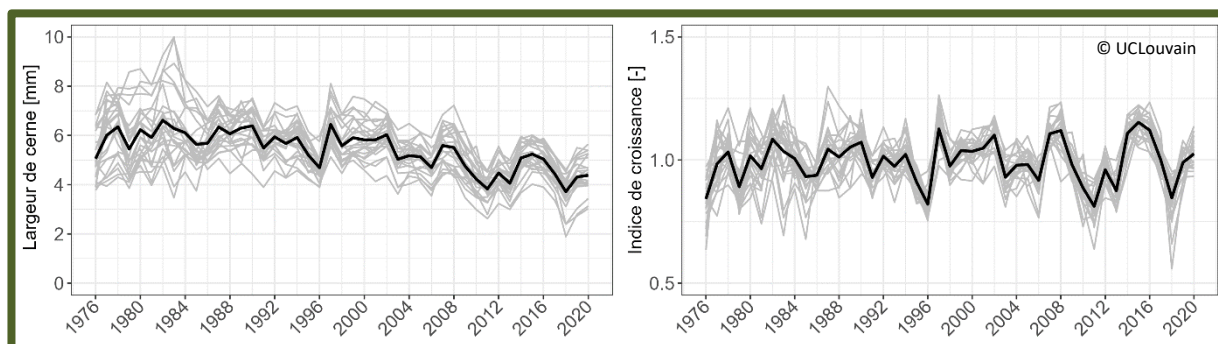


Fig. 53. Chronologies moyennes de largeurs de cerne (à gauche) et chronologies moyennes standardisées (à droite). En gris les chronologies moyennes par site, en noir la chronologie moyenne tous sites confondus.

Les fonctions de corrélations entre les indices de croissance et différentes variables climatiques ont permis d'étudier les relations entre croissance et climat. Ces fonctions ont été calculées avec une méthode de rééchantillonnage de type Bootstrap afin d'obtenir des intervalles de confiance et d'évaluer la significativité des corrélations obtenues. Elles ont également été évaluées sur des fenêtres de temps réduites (30 ans) décalées successivement d'un an sur toute la période étudiée (1976-2020) pour pouvoir étudier l'évolution des relations croissance-climat dans le temps.

La Figure 54 synthétise les résultats des fonctions de corrélation pour les températures moyennes, minimales et maximales mensuelles, ainsi que pour la somme des précipitations mensuelles. Ces variables



climatiques mensuelles démarrent au mois de mars de l'année qui précède la formation du cerne, et se terminent au mois d'octobre de l'année de sa formation. L'influence du climat de l'année antérieure est ainsi également prise en compte. Les mêmes analyses ont été réalisées pour des indices de sécheresses (SPEI, P-ETP) ainsi que des indicateurs liés au gel et à la chaleur, mais n'ont pas apporté d'information supplémentaire ; elles ne sont donc pas présentées ici.

De manière globale, l'année en cours semble avoir davantage d'influence que l'année qui précède la formation du cerne (Fig. 54). Lorsqu'elle est plus élevée, la température a principalement un effet positif sur la croissance radiale. Elle apparaît donc comme un facteur globalement limitant. La période fin d'hiver-début du printemps (février-mars) semble être une période critique pour la croissance, avec plusieurs corrélations significatives avec les températures et les précipitations. Ces corrélations indiquent que la croissance du douglas est favorisée lorsque les conditions sont douces et humides à cette période. Ce résultat a été observé pour la grande majorité des sites, et est stable dans le temps. Il peut être expliqué par le démarrage précoce de la croissance du douglas lorsque les conditions sont favorables.

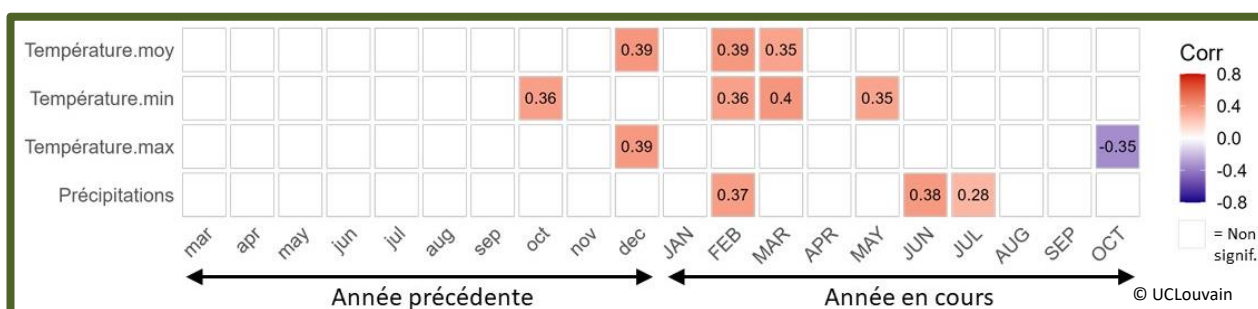


Fig. 54. Résultats des fonctions de corrélation entre les indices de croissance et les variables climatiques température moyenne, température minimale, température maximale et somme des précipitations. Les cases colorées représentent les corrélations significatives pour au moins 1/3 des sites, et le nombre correspond à la moyenne des corrélations significatives.

Les corrélations positives avec les températures en hiver (décembre) et en fin de saison de végétation qui précède (octobre) indiquent que la croissance est favorisée par des températures plus douces à ces périodes. Les températures plus douces permettent aux résineux comme le douglas de faire de la photosynthèse en hiver, et de prolonger la saison de végétation en automne, ce qui favorise le stockage de réserves supplémentaires et, par conséquent, la croissance pour l'année qui suit.

Les températures estivales ne semblent pas exercer d'influence directe sur la croissance. Les déficits de précipitations en début d'été ont cependant un impact négatif sur la croissance. Cet impact qui peut s'expliquer par l'arrêt précoce de la croissance radiale provoqué par le manque d'eau est relativement récent. Il ne devient en effet significatif qu'à partir de la fin des années 1980. Cette augmentation de la sensibilité aux conditions sèches estivales pourrait être liée à l'augmentation significative des températures à cette période constatée au niveau des sites étudiés (+1.84°C sur la période 1961-2020).

Une analyse en composantes principales (ACP), dont les résultats ne seront pas détaillés ici, a été réalisée sur les coefficients de corrélations, afin d'investiguer l'influence de différentes caractéristiques de la station et du peuplement sur les relations entre croissance et climat. Ces caractéristiques sont : le déficit hydrique climatique annuel moyen (différence entre précipitation et évapotranspiration), la réserve en eau maximale du sol (estimée à partir de la profondeur et de la charge caillouteuse issues de la carte numérique des sols et vérifiées sur le terrain), et la densité du peuplement (surface terrière à mi-rotation). L'ACP n'a pas révélé de différence majeure en fonction de ces 3 paramètres. Malgré la large gamme de situations couverte par les sites échantillonnés, la réponse du douglas au climat semble donc assez homogène.



Pour conclure, la croissance du douglas est principalement favorisée par les fins d’hiver-début de printemps doux et humides, par les températures plus élevées à la fin de la saison de végétation et en hiver, et par les précipitations plus abondantes en début d’été. Malgré la large gamme de situations couverte par les sites échantillonnés, la réponse du douglas au climat en Wallonie est assez homogène. Elle semble donc plutôt dictée par la sensibilité de l’espèce au climat que par les caractéristiques du site et du peuplement. L’augmentation globale des températures pourrait avoir un impact positif sur la croissance du douglas grâce à sa capacité à tirer profit des températures plus douces en fin de saison de végétation et en hiver. Cet effet pourrait cependant être contrebalancé par la diminution des précipitations et l’augmentation des températures en été. L’étude a en effet montré une augmentation récente de la sensibilité du douglas aux déficits hydriques en été. Afin d’évaluer la vulnérabilité du douglas de manière plus complète, des recherches sur l’impact des sécheresses sont nécessaires et prévues dans les prochains mois.

PROBLEMES ET SUIVIS SUR PLANTATIONS

Résultats du suivi plantations 2023

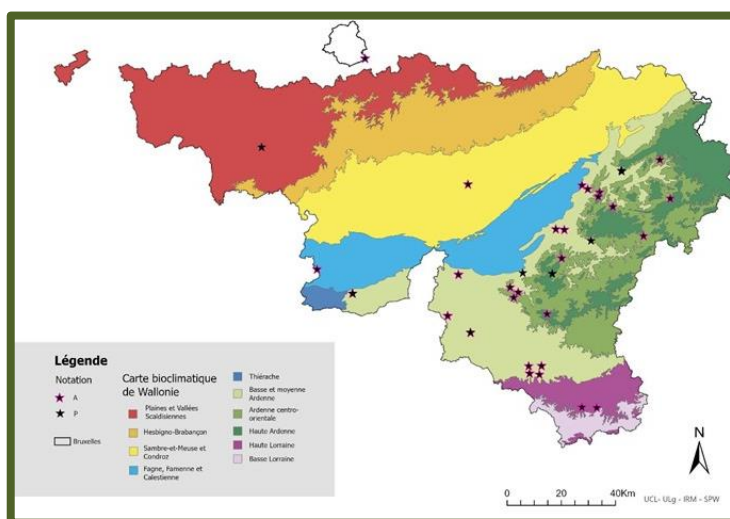


Fig. 55. Répartition des placettes de suivi de 2023 au sein des zones bioclimatiques de Wallonie dont 48 suivies au printemps (étoile noire) et 35 à nouveau observées en automne (étoile rose). Toutes les plantations ne sont pas visibles puisque les observations peuvent avoir eu lieu sur les mêmes parcelles, mais pour des essences différentes.

Le suivi spécifique des plantations permet de suivre la reprise et les problèmes sanitaires sur les jeunes plants de l’année. Pour 2023, il s’agit des plantations effectuées à l’automne 2022 ou au printemps 2023. Ce suivi est réalisé en collaboration avec nos correspondants-observateurs du DNF et de la SRFB.

Pour l’année 2023, un total de 84 fiches ont été encodées et validées, correspondant à 48 plantations, soit un nombre similaire à celui observé en 2022 (75 fiches – 44 placettes).

La variété des essences suivie est grande : 15 essences différentes avec une ventilation 30/70 en termes de type de plants, respectivement feuillus ou résineux. La première essence suivie est sans surprise le douglas (15 placettes) puis le chêne sessile (9 placettes) et le mélèze hybride (4).

La plupart des plantations suivies (42) se trouvent en Ardenne au sens large, et quelques suivis ont été réalisés hors de cette zone bioclimatique ; les extrêmes Haute-Lorraine et Bruxelles sont même représentés cette année (Fig. 55).

Le taux de reprise global (c’est-à-dire toutes essences confondues) est bon pour les deux saisons mais particulièrement au printemps puisqu’il est de 0.91 (+0.13, N=48) pour 0.86 (+0.19, N=35) en automne (Fig. 56).



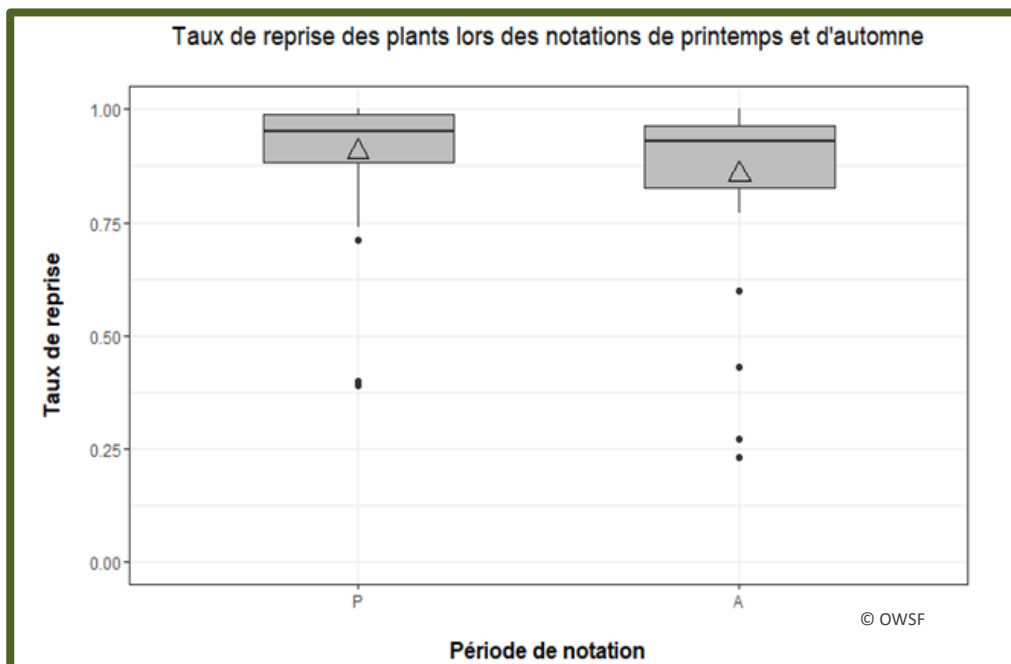


Fig. 56. Distribution des taux de reprise des plants autour de la valeur médiane (ligne noire épaisse) pour chaque période de notation, soit au printemps (P, N=48 plantations) et en automne (A, N=35 plantations). Les extrémités inférieures et supérieures des boîtes expriment respectivement le 1er et 3ème quartile, les moustaches de part et d'autre de la boîte représentent les valeurs inférieures ou supérieures respectivement au 1er et 3ème quartile. Le triangle montre la valeur moyenne du taux de reprise.

Deux placettes présentent une mortalité très forte dès le printemps : une placette de mélèzes hybrides (taux de reprise = 0.39) et une placette de chênes sessiles (taux de reprise = 0.4) dont l'état sanitaire continue à se dégrader à l'automne (Fig. 57. Au-dessus). Deux autres placettes viennent rejoindre celles citées plus haut à l'automne : une placette de thuyas (taux de reprise = 0.6) et une placette de mélèzes hybrides (taux de reprise = 0.27) (Fig. 57. En-dessous). La cause première de ces problèmes de reprise des plants pourrait être la sécheresse importante observée au printemps et à la fin de l'été combinée à des vents asséchants sur des essences sensibles à ce phénomène (mélèze d'Europe et thuya). Quant aux dégâts importants observés sur la placette de chênes sessiles, ils seraient la conséquence du gel subit par ces plants mis en jauge puis au pourrissement de leurs racines suite au report de la date de plantation initiale. L'ensemble des plants présentaient un manque de vigueur certain sur toute la parcelle et la présence d'une espèce de scolyte (*Xyleborus dispar*) plutôt ravageur secondaire a même été observée par l'équipe de terrain et identifiée par le CRA-W.

A noter qu'individuellement, 85% des placettes suivies ont un taux de reprise supérieur à 0.8 au printemps pour 80% à l'automne.

Parmi les 35 placettes ayant été notées aussi bien au printemps qu'en automne, 21 ont été suivies par l'équipe de terrain de l'OWSF. Cette année, l'équipe s'est centrée tout particulièrement sur les plantations de douglas (13 placettes) et de chênes sessiles (8 placettes).



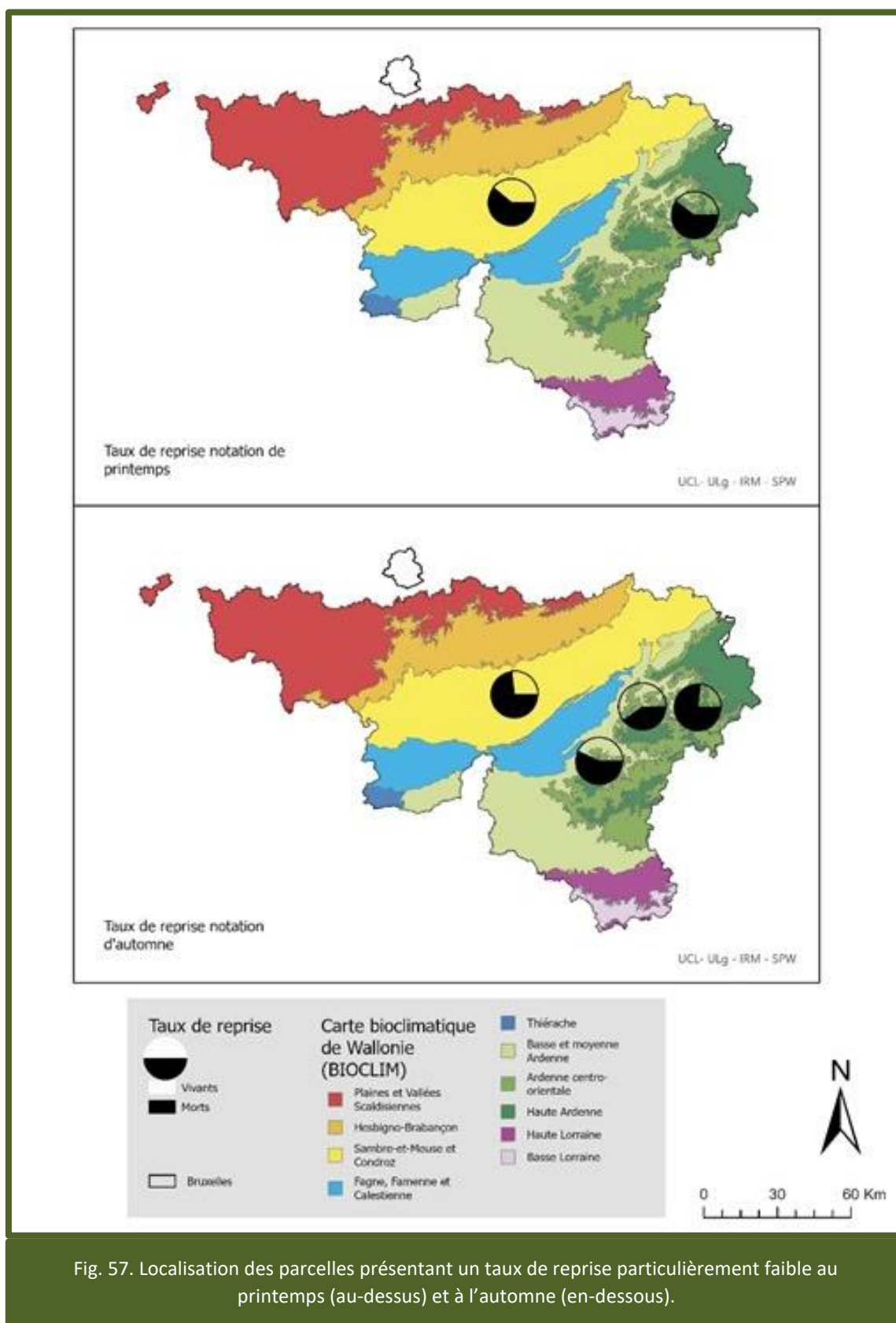


Fig. 57. Localisation des parcelles présentant un taux de reprise particulièrement faible au printemps (au-dessus) et à l'automne (en-dessous).

Le douglas

Les placettes de douglas sont pour la majorité situées en Ardenne au sens large (11), mais deux placettes ont également été suivies en Haute Lorraine (Saint-Léger).



Le taux de reprise moyen est très bon puisque la valeur moyenne s'élève à 0.89 (+ 0.08, N=13) au printemps et atteint une valeur similaire en automne (0.90 +-0.07, N=13) (Fig. 58-droite). Une seule placette présente un taux de reprise strictement inférieur à 0.8 au printemps (taux de reprise de 0.74) dans la commune de Malmedy, de même qu'à l'automne bien qu'il s'agisse d'une placette différente, cette fois-ci située dans la commune de Manhay (taux de reprise de 0.77). Même si la piste abiotique est à privilégier, la ou les causes précises de ces mortalités n'ont pu être clairement identifiées.

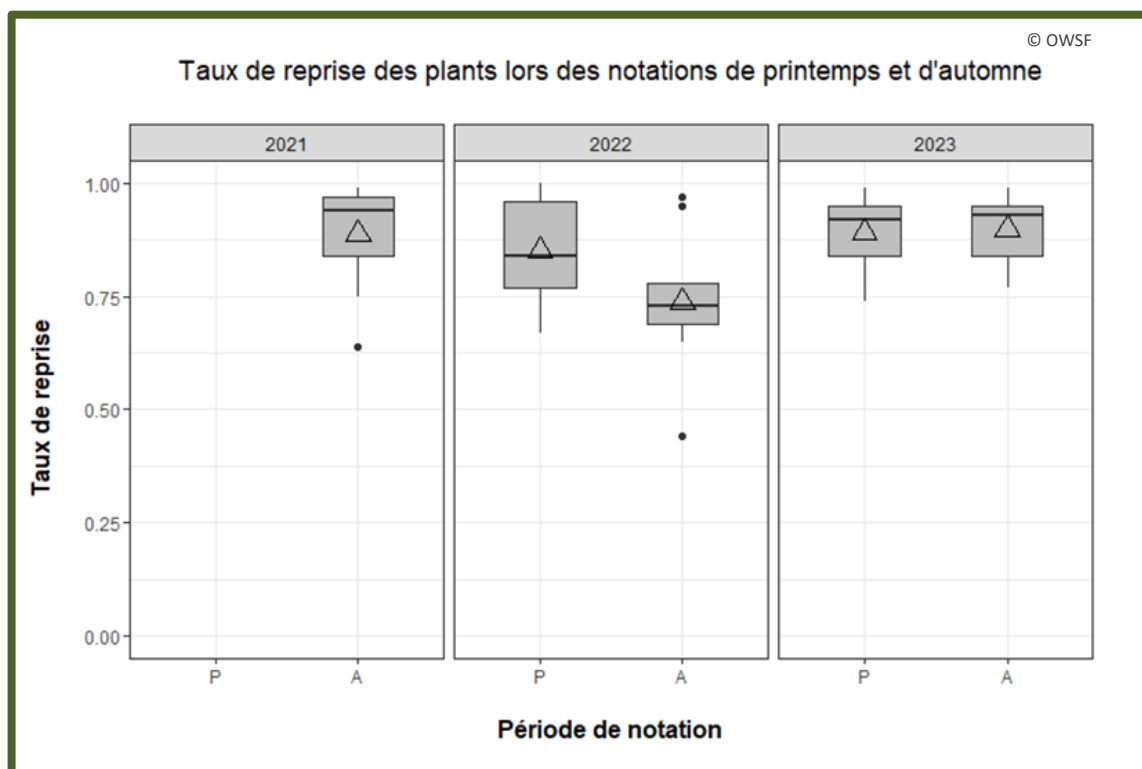


Fig. 58. Distribution des taux de reprise des plants de douglas autour de la valeur médiane (ligne noire épaisse) pour chaque période de notation, soit au printemps (P) et en automne (A), à gauche pour le suivi 2021 (N=21 – uniquement notation d'automne), au centre pour le suivi 2022 (N=9 pour les deux périodes de notation) et à droite pour le suivi 2023 (N= 13 pour les deux périodes de notations). Les extrémités inférieures et supérieures des boîtes expriment respectivement le 1er et 3ème quartile, les moustaches de part et d'autre de la boîte représentent les valeurs inférieures ou supérieures respectivement au 1er et 3ème quartile. Le triangle montre la valeur moyenne du taux de reprise.

Les taux de reprise de 2023 sont similaires à ceux observés en 2021 et semblent meilleurs comparés à ceux de 2022 et ce, quelle que soit la période de notation (Fig. 58). Le taux de reprise au printemps 2022 de 0.85 (+0.11, N=9) est inférieur à celui observé en 2023 et la situation à l'automne se dégrade fortement puisqu'il passe à 0.74 (+0.16, N=9) et est donc inférieur en moyenne à 0.8. Cette diminution du taux de reprise moyen du printemps à l'automne n'est pas retrouvée lors du suivi 2023. Les conditions climatiques pourraient expliquer cette différence : le printemps et l'été de 2022 ont été particulièrement chauds et secs depuis mars jusqu'au mois de septembre. La situation est plus contrastée en 2023 : la pluviosité importante de la fin du mois de juillet et du mois d'août ont pu apporter un peu de répit et satisfaire les besoins hydriques en forte période de végétation avant la seconde période sèche de septembre.

Si le taux de reprise est bon, cela ne signifie néanmoins pas que les plants suivis sont tous indemnes. En effet pour le suivi printanier de 2023, 62% (+16%, N=13) des plants vivants sont atteints d'un problème sanitaire. Ce pourcentage augmente sans surprise en automne jusqu'à 82% (+12%, N=13). Comparativement au suivi de 2022, si les taux de reprise sont meilleurs en 2023, le nombre moyen



d'individus atteints semblent lui supérieur lors du suivi d'automne puisqu'il est de 74 plants (+10, N=13) en 2023 pour 65 plants (+ 15, N=9) en 2022. Néanmoins, le plus grand nombre de placettes suivies en 2023 pourrait influencer ces résultats. A noter que sur les trois années de suivi, celui de l'automne 2021 recense le taux d'individus atteints le plus important (97% +-4%, N=21) avec plusieurs placettes (7 sur les 21 suivies) comptabilisant 100% d'individus atteints d'un problème sanitaire.

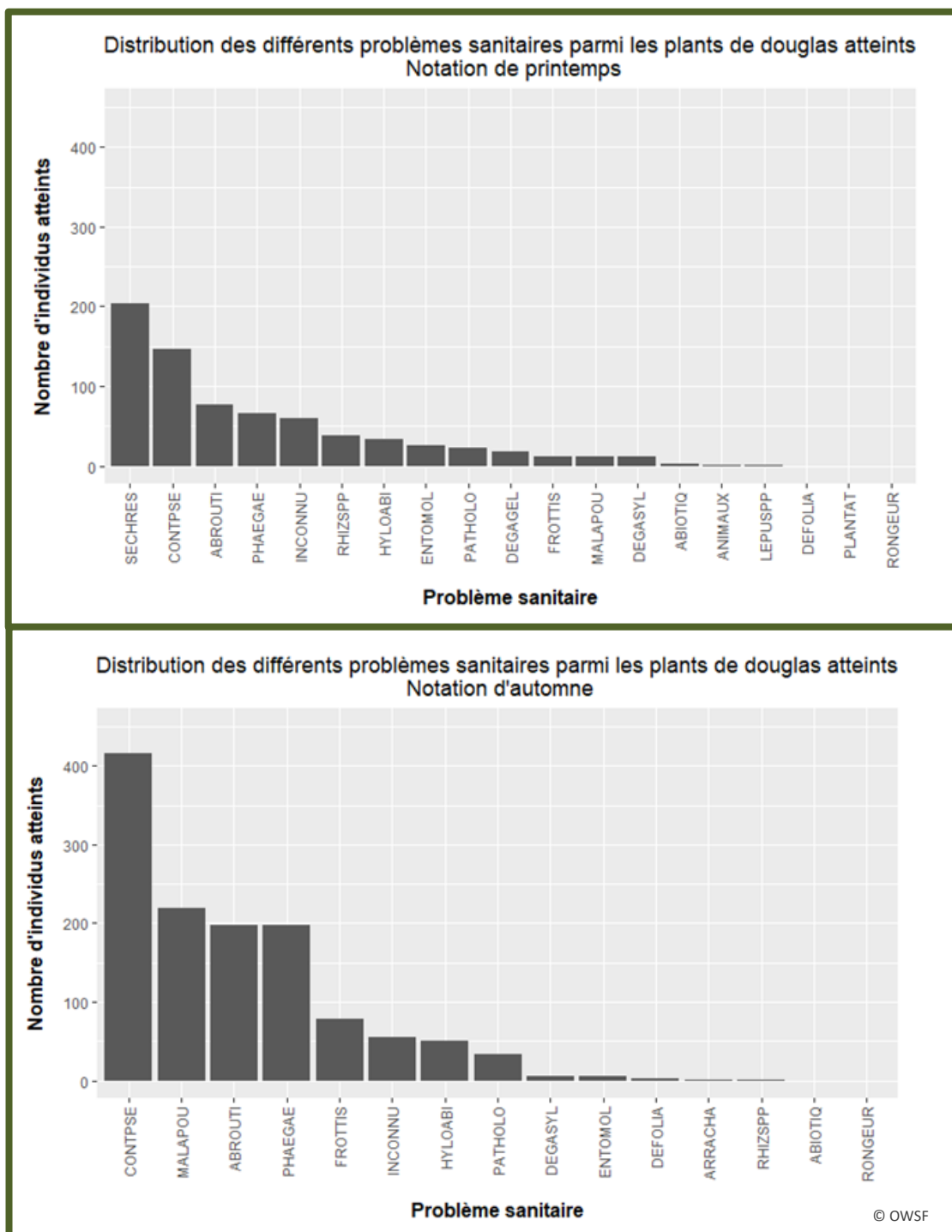


Fig. 59. Nombre absolu de plants de douglas atteints pour chaque problème identifié en haut au printemps (N=709), en bas à l'automne (N=957).

Explicatif des abréviations dans Tab. 11



Les plants atteints peuvent l'être par un ou plusieurs problèmes sanitaires. Le climat observé au printemps 2023 se répercute sur le suivi de printemps puisque le problème touchant le plus de plants est la sécheresse (Fig. 59. Au-dessus). La cécidomyie du douglas s'observe déjà sur les pousses des jeunes plants au printemps et le phénomène d'abroutissement par le gibier constitue le troisième problème le plus important identifié. En automne, le nombre absolu de plants atteints par des problèmes sanitaires augmente et les trois problèmes identifiés les plus fréquents sont classiquement la cécidomyie du douglas, puis l'ensemble « maladies des pousses » et enfin la rouille suisse, cette dernière à égalité avec les abroutissements (Fig. 59. En-dessous).

Notation d'automne	2021 (% - N=1837)	2022 (% - N=588)	2023 (% - N=957)	Tendance
Maladie des pousses	73.49	13.09	22.88	
Rouille suisse du douglas	30.87	69.72	20.58	
Cécidomyie du douglas	40.55	27.38	56.33	

Depuis le suivi d'automne de 2021, le problème de maladies des pousses semble être en recul. Le climat chaud et sec du printemps/été 2022 et 2023 a pu constituer un environnement moins favorable à la dispersion des champignons responsables de ces maladies. Il en va de même pour la rouille suisse : après un pic observé en 2022, un net ralentissement se marque lors de l'automne 2023, pour des raisons sans doute similaires au problème de maladies des pousses. La cécidomyie du douglas cependant remonte à des valeurs plus importantes que celles observées en 2021 et concerne un peu plus de 50% des plants atteints par un problème. A noter que l'hylobe fait son retour puisque 33 plants étaient affectés au printemps et 51 à l'automne alors que le nombre de plants impactés était négligeable lors des deux suivis précédents.

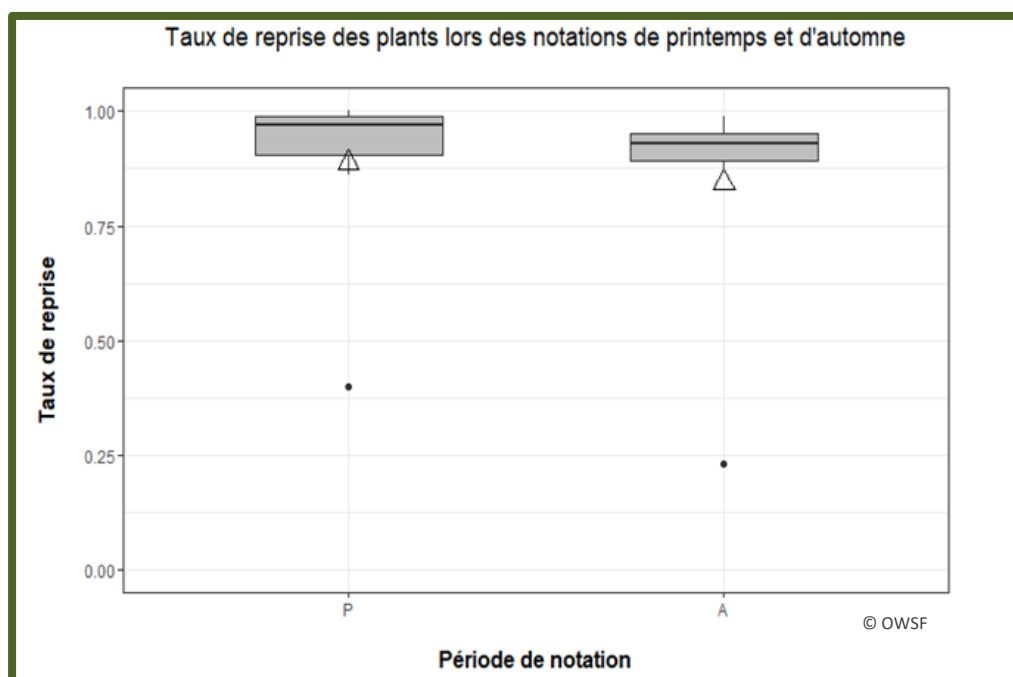


Fig. 60. Distribution des taux de reprise des plants de chênes sessiles autour de la valeur médiane (ligne noire épaisse) pour chaque période de notation, soit au printemps (P, N=8) et en automne (A, N=8). Les extrémités inférieures et supérieures des boîtes expriment respectivement le 1er et 3ème quartile, les moustaches de part et d'autre de la boîte représentent les valeurs inférieures ou supérieures respectivement au 1er et 3ème quartile. Le triangle montre la valeur moyenne du taux de reprise.



Le chêne sessile

En plus du suivi des jeunes plantations de douglas réalisée tous les ans, cette année, l'équipe de l'OWSF s'est également intéressée au chêne sessile. Ainsi, 8 placettes ont été suivies, pour la plupart situées en Ardenne au sens large (6). La zone de Fagne-Famenne-Calestienne compte également une placette de suivi, de même que Bruxelles (Auderghem).

Le taux de reprise moyen des plants de chênes sessiles suivis sont très bons au printemps comme en automne. En effet, le taux de reprise est de 0.89 (+ 0.2, N=8) pour le suivi de printemps et de 0.84 (+ 0.3, N=8) pour le suivi d'automne (Fig. 60). Une seule placette située dans la Commune de Saint-Vith qui

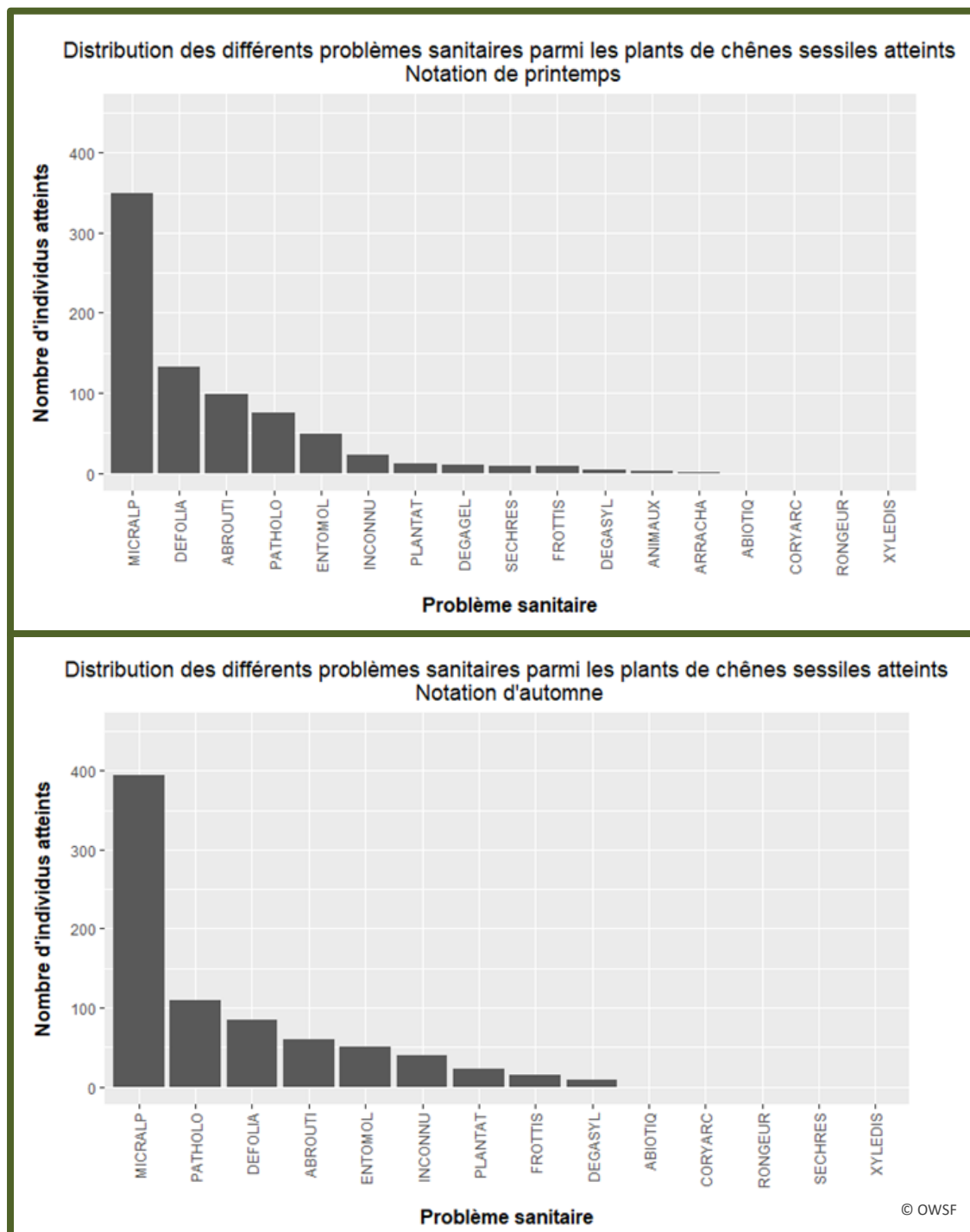


Fig. 61. Nombre absolu de plants de chênes sessiles atteints pour chaque problème identifié en haut au printemps (N=576), en bas à l'automne (N=561).

Explicatif des abréviations dans Tab. 11



présente sur les 100 plants observés 60 morts au printemps et 77 à l'automne. Il s'agit de la placette signalée plus haut mise en jauge dû à un report de plantation. Pour le reste des parcelles (7/8), le taux de reprise est supérieur à 0.8 aussi bien au printemps qu'à l'automne.

Parmi le grand nombre de plants vivants, 82% sont atteints par un ou plusieurs problèmes sanitaires aux printemps (+- 14%, N=8). Ce pourcentage ne bouge que très peu lors du suivi d'automne (84% +-16%, N=8). Le chêne sessile est particulièrement touché par l'oïdium, il s'agit d'ailleurs du problème le plus fréquent

observé sur les plants au printemps mais aussi à l'automne (Fig. 61). Néanmoins, ces valeurs sont sans doute sous-estimées, l'oïdium étant difficile à diagnostiquer à l'automne sur des feuilles présentant déjà les premiers signes de sénescence. La problématique des défoliateurs et de l'abrouissement sont les deux problèmes les plus importants au printemps après l'oïdium (Fig. 61. Au-dessus). A l'automne, ce sont les symptômes liés à des champignons pathogènes qui constituent le deuxième problème sanitaire et en troisième place les défoliateurs (Fig. 61. En dessous).

Tab. 11. Abréviations des problèmes			
Problème	Libellé	Problème	Libellé
ABIOTIQ	Dégât abiotique indéterminé	INCONNU	Problème non diagnostiqué par CO
ABROUTI	Abrouissement (mammifères)	LEPUSPP	Lièvre
ANIMAUX	Dégât par autre animal qu'insecte	MALAPOU	Maladie des pousses des résineux
ARRACHA	Arrachage de plants	MICRALP	Oïdium
CONTSPE	Cécidomyie des aiguilles du douglas	PATHOLO	Dégât dû à un champignon indéterminé
CORYARC	Punaise réticulée du chêne	PHAEAE	Rouille suisse du douglas
DEFOLIA	Défoliation due à un insecte	PLANTAT	Problème lié à la plantation
DEGAGEL	Dégât gel	RHIZSPP	<i>Rhizosphaera spp</i>
DEGASYL	Dégât opération sylvicole	RONGEUR	Dégât dû à des rongeurs
ENTOMOL	Dégât entomologique indéterminé	SECHRES	Sécheresse
FROTTIS	Frottis (type cervidés)	XYLEDIS	Xylébore disparate
HYLOABI	Hylobe		

Les curiosités du suivi plantations de 2023

Lors du suivi plantation, l'équipe se retrouve parfois face à des symptômes inconnus et décide alors de prélever un échantillon à destination du laboratoire de l'OWSF.

Cette année, la trouvaille la plus marquante fut la présence de fructifications précoces sur plants de douglas installés à Tenneville et plantés en mars 2023 (Fig. 62). Un stress non identifié est sans doute le déclencheur de ces fructifications.



Fig. 62. Plant de douglas (à gauche) présentant des fructifications précoces (à droite).



Sur douglas toujours, lors de la formation plantation qui s'est déroulée aux Epioux à Florenville le 9 mai 2023, un plant de douglas présentait une ramification avec des aiguilles roussies sans autre symptôme visible à l'œil nu. Le CRA-W a pu identifier le pathogène de faiblesse *Rhizosphaera spp.* Ce pathogène touche des plants déjà affaiblis et les symptômes diffèrent peu de ceux observés pour la rouille suisse (si ce n'est que cette dernière ne touche les aiguilles que de l'année N-1).

Enfin sur chênes sessiles cette fois-ci et sur la parcelle présentant un taux de mortalité élevé dû à leur mise en jauge, le scolyte *Xyleborus dispar* a été identifié. Ce scolyte commun est un ravageur secondaire qui est connu pour provoquer des dégâts sur fruitiers.

Le hanneton

L'OWSF avait été alerté en 2022 concernant des attaques de hannetons sur diverses plantations forestières et de sapins de Noël. À l'époque, les premiers constats avaient mis en évidence des mortalités importantes sur diverses parcelles. En 2023, ces attaques ont continué. Un dispositif de surveillance a donc été installé afin de vérifier l'évolution de la situation.

Le hanneton commun mis en cause

Deux espèces de hannetons peuvent engendrer des dégâts dans les plantations forestières : le hanneton commun et le hanneton forestier. Le hanneton commun est largement répandu et cause essentiellement des dégâts en prairie ou en milieu ouvert. Le hanneton forestier quant à lui peut occasionner des mortalités importantes sur les jeunes plants en zone forestière. La surveillance menée par notre équipe a mis en évidence la présence de



Fig. 63. Mortalité liée au hanneton commun dans une plantation de sapin de Noël

hanneton commun. Aucun cas de hanneton forestier n'a été recensé à ce jour.

L'identification du hanneton commun est paradoxalement une bonne nouvelle pour le forestier. En effet, cet insecte ne se propagera pas en forêt. Les dégâts resteront donc souvent limités géographiquement. Les dégâts qu'il occasionne peuvent toutefois être localement importants.

Une surveillance pour vérifier l'extension du phénomène

L'OWSF a mis en place un dispositif de surveillance sur les placettes touchées. L'objectif de ce dispositif est de suivre l'évolution des populations d'insectes dans le sol ainsi que les dégâts occasionnés. Ce dispositif devrait nous permettre dans l'avenir de mieux prévoir les périodes de dégâts importants. Les propriétaires pourront ainsi anticiper et adapter leur gestion dans les parcelles touchées.

Les premières observations faites cette année au sein du dispositif nous ont permis de confirmer la présence du hanneton sur une zone bien plus large que celle identifiée en 2017. Cette zone s'étend depuis les environs d'Orval jusqu'au sud de Bertrix. Les cas qui nous ont été rapportés restent limités géographiquement. De plus il semble que les dégâts observés et la densité de larves soit globalement en



diminution entre 2022 et 2023. En 2022, des parcelles entières avaient été décimées. En 2023, les dégâts sont bien plus localisés et la densité de larve a fortement diminué. Dans plusieurs cas, nous avons observés des dégâts dans les prairies avoisinantes. Ces indices semblent indiquer que les hannetons ont préférés pondre après l'envol printanier dans les prairies avoisinantes. Malheureusement, certaines parcelles restent encore fortement touchées.

Que faire en cas de suspicion ?



Fig. 64. Rougissement d'un plant suite à la consommation de son chevelu racinaire par le hanneton

Les premiers symptômes sont souvent un jaunissement ou un rougissement des aiguilles ou une perte de feuilles qui se dessèchent. Les plants commencent ensuite à mourir. Les résineux et les feuillus sont atteints sans distinction.

En cas de suspicion, vous pouvez observer le système racinaire. Les plants atteints s'arrachent assez facilement. Le chevelu racinaire est presque entièrement consommé et la racine se résume le plus souvent à l'axe principal. Les fines racines sont souvent entièrement consommées.

Vous pouvez confirmer votre diagnostic en creusant des trous cubiques de 50cm de côté au pied ou entre les plants touchés. La fouille de la terre vous permettra de trouver les larves.

Si vous constatez des attaques dans vos plantations, signalez-le à votre [Correspondant-Observateur local](#).

L'hylobe remonte timidement sur scène

L'hylobe (*Hylobius abietis*) est un ravageur assez discret chez nous ces dernières années. Ce charançon peut occasionner des dégâts parfois importants aux plantations. Il peut anneler les jeunes plants et engendrer des mortalités sur tous les types de résineux.

Des signalements en augmentation

L'hylobe utilise les souches de résineux pour pondre. Les larves se développent pendant 1 à 2 ans avant d'émerger. Le moyen de lutte le plus efficace pour le gestionnaire forestier est d'attendre 3 ans avant de replanter après la mise à blanc. La plupart des propriétaires forestiers observent bien cette règle. Les dégâts d'hylobe restent donc généralement faibles. La crise du scolyte de l'épicéa a malheureusement rendu cette gestion plus complexe ces dernières années.

Les coupes sanitaires ainsi que les coupes de régularisation de ces dernières années ont généré une très forte augmentation des sites de pontes potentiels pour l'hylobe. De plus, le morcellement de la propriété forestière wallonne a encore ajouté de la complexité dans la mise en œuvre des mesures de prévention. Chaque site étant bien souvent à proximité de souches fraîchement coupées à proximité, l'efficacité des mesures de prévention en est d'autant plus limitée. Nous observons donc depuis le début de l'année une





Fig. 65. Hylobe

remontée des signalements. Les dégâts restent toutefois souvent limités sur les sites. Les signalements se situent essentiellement sur une zone qui s'étend depuis Libin jusque Vielsalm.

Comment agir ?

Le plus important est bien entendu de poser le bon diagnostic. Les sécheresses de ces dernières années ont considérablement dégradé l'aspect de certaines plantations. Beaucoup de plants sont stressés ou montrent des signes de faiblesses liés à la réduction de l'eau disponible dans le sol. Il est dès lors très facile de classer les dégâts d'hylobe dans cette catégorie. Il est probable que certains dégâts de l'hylobe soient passés inaperçus ces dernières années et que la situation soit sous-estimée de ce fait.

Une surveillance attentive des plantations à risque doit se faire dès que les températures dépassent régulièrement les 20°C afin de détecter l'émergence des premiers insectes. Les dégâts se font généralement en deux vagues sur l'année. La

première à lieu vers la mi-avril et la seconde vers la fin de l'été, au mois d'août. Le principal symptôme de l'hylobe est la présence de morsures sur écorce. Ces morsures peuvent prendre la forme de ponctuation ou, plus classiquement de lignes. Elles sont souvent situées à la base du plant mais peuvent s'étendre bien plus haut. Il est parfois nécessaire de dégager le collet pour les repérer. Il faut dans tous les cas prendre le temps de scanner minutieusement l'axe principal du plant pour s'assurer de la présence de l'hylobe.

Une fois votre diagnostic établi, il vous est possible d'agir. Lors de la détection précoce d'une attaque importante d'hylobe, un traitement insecticide est possible par la pulvérisation localisée du collet. Le produit localisé à cet endroit est très efficace, il n'est pas nécessaire d'asperger le plant en entier. Lors d'une attaque détectée tardivement (taux de pieds attaqués ou mortalité très élevés), le traitement par insecticide n'aura aucune action curative. Les traitements à ce stade s'avèrent souvent inefficaces. Seuls les produits agréés peuvent être employés dans la lutte contre l'hylobe. Les produits homologués en Belgique se trouvent sur <http://fytoweb.be/fr>. Veillez bien à reprendre les produits disponibles pour les peuplements forestiers.



Fig. 66. Trace de morsures de l'hylobe



Trees For Future

Aujourd'hui, 60% de la superficie forestière wallonne est occupée par des essences qui souffrent des effets directs et indirects des changements climatiques. Afin de répondre à la vulnérabilité de nos forêts, le projet *Trees For Future* met en application le concept de migration assistée. Comme l'indique son nom initial, lors de son lancement en 2018 à la SRFB, le « Projet arboretum » permet ainsi d'installer des arboretums expérimentaux d'essences et provenances méridionales, en Belgique. Afin d'assurer un suivi des protocoles, le projet est supervisé par un comité scientifique, composé de partenaires universitaires (UCLouvain, KU Leuven, ULB, ULiège), du SPW (DEMNA et comptoir forestier) et de l'INBO. Plus d'informations sur le projet sont disponibles à cette adresse : <https://www.treesforfuture.be/>.



Fig. 67. Carte des sites, accueillant les dispositifs de TFF
Vert = anciens sites, orange = nouveaux sites 2023-24

Plantations

Chaque année, les saisons de plantation ont permis d'introduire de nouvelles espèces. Ainsi, le projet compte actuellement 17 essences résineuses (avant les plantations de 2024 : sapins de Turquie et de Nordmann, calocèdre, cèdres de l'Atlas et de l'Himalaya, cyprès d'Arizona, métaséquoia, pins de Bosnie, noir, maritime, sylvestre, douglas, séquoia toujours vert) et 11 essences feuillues (aulne de Corse, noisetier de Byzance, hêtres d'Orient et commun, copalme d'Amérique, tulipier de Virginie, chênes chevelu, de Hongrie, sessile, pubescent et tilleul à petites feuilles) testées dans le projet. Lors de la saison 2023-2024, ce sont le pin de Macédoine, le calocèdre, le sapin de Céphalonie et les épicéas de Serbie et d'Orient qui ont constitué les 18 nouvelles plantations. Le projet compte donc actuellement 202 parcelles réparties dans 46 sites.

Suivis sanitaires et de croissance

Lors du printemps suivant les nouvelles plantations, un suivi post-plantation est réalisé, dans le but d'évaluer la reprise de celles-ci. Ce suivi a permis d'identifier que les plantations de 2023-24 ont eu de bons taux de reprise. Seules quatre parcelles n'ont pas bien repris : aulne de Corse (*Alnus cordata*), à Helchteren et Sevry (mauvaise conservation des plants), Sapin de Nordmann (*Abies Nordmanniana*), en Ardennes françaises (probablement problème stationnel et/ou dégât de gel), et chêne sessile (*Quercus petraea*), à Ouffet (probablement problème stationnel).

Chaque automne, un suivi sanitaire et dendrométrique est effectué sur l'entièreté des placettes expérimentales. Celui-ci est aligné aux protocoles de veille sanitaire de l'OWSF. Un statut (sain, atteint, mort) est donc attribué à chaque individu suivi. Les observations des arbres atteints et morts sont ensuite décrites sous forme de symptômes ou problèmes identifiables.





Fig. 68. Ce chêne pubescent planté en automne 2019 sur sol limoneux dans la région de Tournai mesure près de 4 mètres et est parfaitement sain et droit!

Les données de suivi de l'année 2023 sont en cours de traitement. Cependant, lors de cette même année, les relevés des trois premières années du projet ont été analysés. Pour ce début de projet, les résultats sanitaires sont satisfaisants. Il n'y a pas de grande mortalité ayant été observée suite à un problème sanitaire majeur. Les mortalités ponctuelles importantes observées sur quelques UG²⁰ ont pratiquement toujours trouvé une explication dans une mauvaise manipulation (mauvais stockage des plants, manque de dégagement, attaque massive d'hylobe sur plantation de résineux sur coupe rase récente ...) à l'exception d'une plantation de tilleul à petites feuilles atteinte par un *Fusarium*. L'infection, probablement débutée en pépinière, nous a contraint à arracher l'ensemble des plants. Une majorité des problèmes signalés sont abiotiques. Les causes recensées pouvaient donc être un dégât sylvicole ou le gel printanier. D'autres problèmes abiotiques ont causé des symptômes ou retards de croissance, mais ceux-ci n'ont pas (encore) été enregistrés dans les suivis. Il n'y a pas de grand problème biotique ayant été identifié sur les premières récoltes de données, mis à part l'oïdium touchant

principalement les chênes sessiles et pubescents, sans entraver leur survie.

Partenariats

Trees For Future ne pourrait exister sans ses partenaires. Les suivis sanitaires se font avec l'aide de l'OWSF, suivant un protocole établi ensemble, et via une nouvelle plateforme de récolte des données. Un partenariat avec l'Office National des Forêts, en France, avait été mis en place dans le cadre du projet FuturForEst. Ce dernier vient de se terminer, mais les parcelles en France continueront à être suivies, dans le cadre de TFF. Un projet en partenariat avec la KU Leuven et l'ANB, Klimaatbomen et visant à dresser une liste d'essences potentiellement intéressantes pour l'adaptation des forêts flamandes, est également en cours et prendra fin en 2024.

De généreux donateurs et sponsors

Trees For Future n'est rendu possible que grâce aux contributions de nos sponsors et donateurs particuliers qui alimentent le fonds des amis de la Société Royale Forestière de Belgique géré par la Fondation Roi Baudouin. Qu'ils en soient ici tous vivement remerciés.

²⁰ Une UG (Unité Génétique) représente habituellement une parcelle de 400 arbres plantés, faisant partie de la même espèce et ayant une même provenance.



LES RISQUES POUR L'AVENIR

Scolytes indigènes et invasifs – un point sur l'actualité

Rédigé par Jean-Claude Grégoire, Spatial Epidemiology Lab (SpELL), Université libre de Bruxelles

Qu'ils soient indigènes, nouveaux venus ou susceptibles d'entrer dans le territoire, les scolytes constituent une menace pour les forêts et les espaces verts, comme en témoignent les récentes pullulations du typographe, *Ips typographus* en 2018-2020 en Wallonie et, plus largement, dans une grande partie de l'Europe (23 millions de m³ d'épicéas tués en République tchèque en 2019). L'installation d'espèces exotique, suivie parfois d'une colonisation d'arbres-hôtes nouveaux qui n'ont pas développé de mécanismes de résistance, peut entraîner des dégâts immenses. Après son arrivée en Amérique du Nord vers 2002, l'espèce asiatique *Xyleborus glabratus*, associée au champignon phytopathogène *Raffaelea lauricola*, a causé la mort de plus de 300 millions d'avocetiers. Plusieurs travaux de recherche consacrés à diverses espèces indigènes ou exotiques parmi ces redoutables ravageurs sont résumés ici.



Fig. 69. *Xyleborus glabratus* (taille: 2 mm)

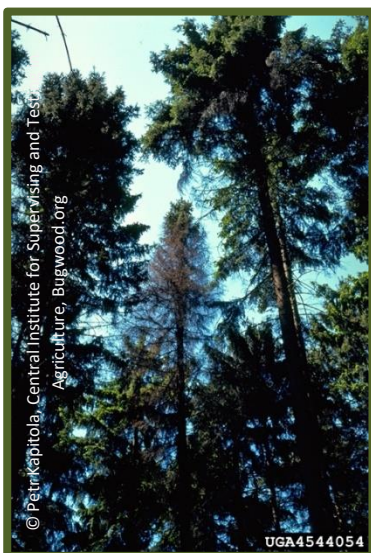


Fig. 70. Dégâts d'*Ips duplicatus*

Expansion des espèces d'*Ips* en Europe

Six espèces d'*Ips* se rencontrent en Europe : *I. typographus*, *I. amitinus*, *I. duplicatus*, *I. cembrae*, *I. sexdentatus* et *I. acuminatus*. Ces espèces sont toutes en mouvement en Europe (expansions et contractions). Un projet international associant des laboratoires britanniques, irlandais, slovaque, suédois et belge, tente de faire le point sur ces changements de territoires. Certaines espèces (p. ex. *I. cembrae*) utilisent les transports de bois infesté pour coloniser de nouveaux territoires ; *I. typographus*, par contre, semble incapable de s'établir à partir de bois infesté, mais peut voler sur de longues distances, ce qui lui a permis récemment de s'installer dans le sud de l'Angleterre après avoir survolé la Manche (voir ci-dessous).

La seule espèce non encore installée en Belgique est *I. duplicatus*. L'insecte peut attaquer des épicéas vivants, qu'il colonise pied par pied, en commençant souvent par le haut de l'arbre. L'espèce est en progression en Europe centrale, a été récemment signalée en Allemagne et en Suisse mais est encore absent en Belgique, France et aux Pays-Bas. *I. duplicatus* est une menace à surveiller attentivement en Belgique.

Entrée d'*Ips typographus* en Angleterre

En 2018, une petite population en activité reproductive est découverte dans le Kent. C'est la première fois dans l'histoire du Royaume-Uni qu'*I. typographus* s'établit sur l'île. Dans le cadre d'une collaboration ULB - Forest Research, des transects de "pièges bouteilles" équipés de diffuseurs de phéromones sont déployés, en 2021-22, d'une part entre l'Ardenne belge et française et la côte, d'autre part, le long de la Côte d'Opale en France, et enfin le long de la côte sud de l'Angleterre. Des captures ont eu lieu jusqu'en Angleterre, selon un gradient décroissant. Un modèle établi sur base de ces captures indique que les insectes ont été capables de franchir une distance supérieure à 400 km à partir de l'Ardenne, ce qui, théoriquement, les a amenés à l'intérieur des terres en Angleterre, à plus de 100 km des côtes. C'est probablement la croissance considérable des populations continentales suite aux pullulations des années 2018-20 qui leur a permis de



s'étendre jusqu'aux rivages anglais. Les implications pour la santé des forêts britanniques sont considérables.

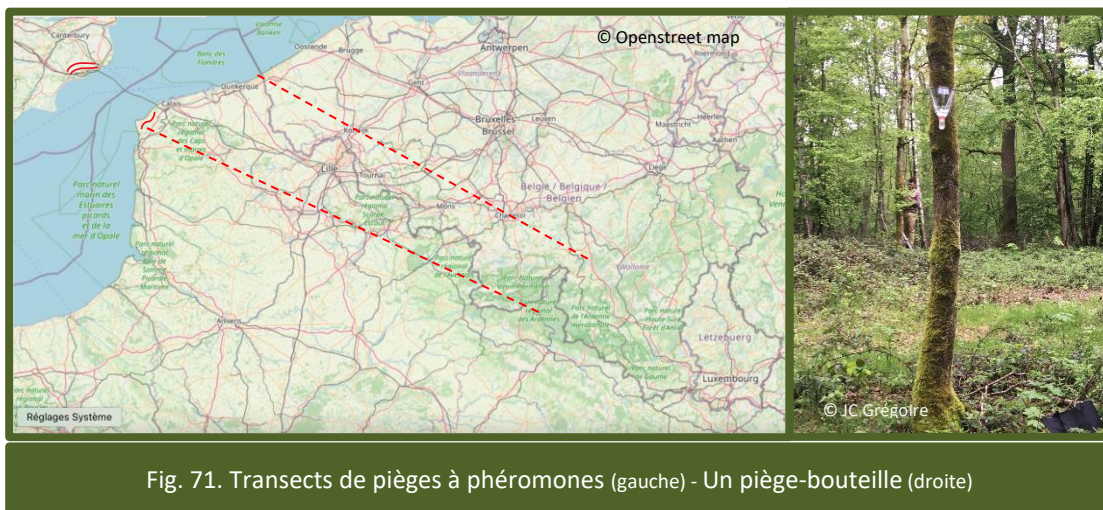


Fig. 71. Transects de pièges à phéromones (gauche) - Un piège-bouteille (droite)

Surveillance des scolytes exotiques susceptibles de coloniser la Belgique

Dans le cadre du projet "Scolibe" financé par le Service public fédéral Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement, l'ULB, le CRA-W et l'ILVO travaillent à mettre au point une méthodologie de surveillance des scolytes exotiques susceptibles d'entrer dans le pays. Comme illustré ci-dessus, les voies



Fig. 72. Fan-trap (gauche) - piège Econex Mini (droite)

de pénétration de ces insectes sont, d'une part le vol autonome, sur des distances parfois importantes, d'autre part, le transport passif dans du bois contaminé (bois rond ou scié ; bois d'emballage).

Le premier volet de la recherche a consisté à établir une liste des espèces à risques. A partir d'une étude récente, 163 espèces de scolytes connues pour avoir franchi des barrières géographiques ont été examinées sur les bases suivantes : a) aire de distribution ; b) climat dans ces aires de distribution et compatibilité avec le climat tempéré chaud sans saison sèche et été chaud qui prévaut partout en Belgique ; c) plantes-hôtes et compatibilité avec la flore belge; d) nuisibilité d'après la littérature existante. Sur base de la compatibilité climatique, treize espèces de scolytes et une espèce de platypodes ont été priorisées, parmi lesquelles, sur base de la compatibilité d'hôtes et de la nuisibilité, trois espèces de scolytes (*Ips duplicatus*, *Scolytus kirschii* et *Trypophloeus striatulus*) et une espèce de platypode (*Platypus apicalis*) ont été sélectionnées comme espèces à risques élevés.

Une seconde étape du projet a consisté à tester deux types de pièges (*fan-traps* et pièges Econex) appâtés avec des attractifs généralistes (éthanol et alpha-pinène) et déployés dans trois types de sites (forêts, sites urbains, sites industriels). La comparaison des captures de scolytes indigènes (et éventuellement exotiques) dans ces deux types de pièges et ces différents sites est en cours.

L'agrile du frêne et du bouleau

Par Alexandre Kuhn (CRA-W)

Les agriles (Coléoptères, Buprestidae, genre *Agrilus* - voir [Projet AGRITRAP page 47](#)) forment le genre le plus diversifié du règne animal et comptent plus de 3300 espèces. Parmi celles-ci, plusieurs sont d'importants ravageurs forestiers, dans leur zone d'origine ou dans des zones envahies. C'est notamment le cas de l'agrile du frêne, *Agrilus planipennis*, et du bouleau, *A. anxius*, deux espèces listées comme espèces



de quarantaine par l'Union Européenne (Fig. 73). L'agrile du frêne (*Emerald Ash Borer* ou EAB en anglais) est d'origine asiatique mais introduit aux Etats-Unis depuis le début des années 2000 où il provoque des ravages sur plusieurs espèces de frênes (*Fraxinus* spp.). Cette espèce a par ailleurs été importée en Russie et en Ukraine et sa progression vers l'ouest fait craindre son arrivée prochaine en Europe de l'ouest. L'agrile du bouleau (*Bronze Birch Borer* ou BBB en anglais) n'a quant à lui jamais été signalé hors de sa zone native en Amérique du Nord où ses pullulations peuvent provoquer d'importants dégâts dans les peuplements de bouleaux (*Betula* spp.). L'importance du bouleau en Europe et la facilité avec laquelle l'agrile du frêne s'est répandu aux États-Unis justifient son statut de quarantaine chez nous.

Le moyen le plus simple de détecter la présence d'agriles est d'observer les trous de sortie caractéristiques en forme de "D" formés par les adultes sur leur plante-hôte (Fig. 73). Les adultes sont très vifs et difficilement identifiables et les larves se développent sous l'écorce sans trou d'entrée (contrairement aux scolytes).

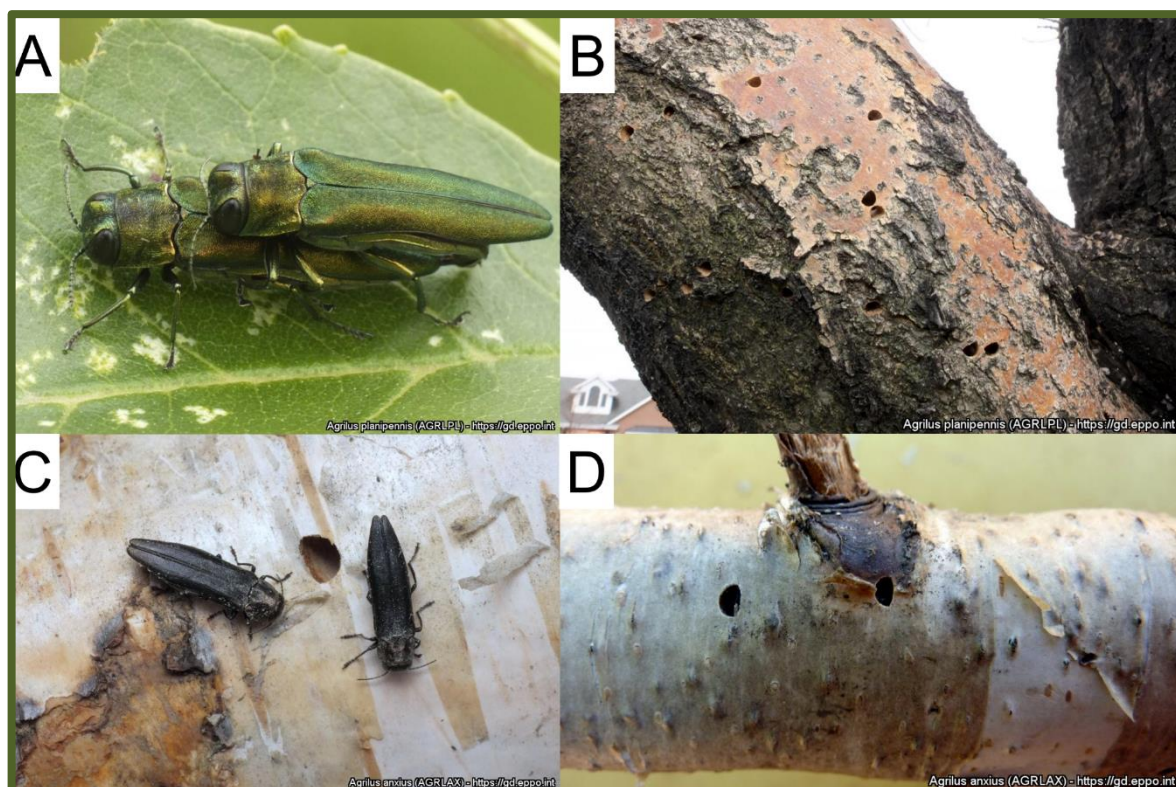


Fig. 73. Agrile du frêne (*Agrilus planipennis*) et du bouleau (*A. anxius*). A. Adultes d'*A. Planipennis*. B. Trous de sortie caractéristiques en forme de "D" d'*A. planipennis* sur frêne. C. Adultes et trous de sortie d'*A. anxius*. D. Trous de sortie caractéristiques en forme de "D" d'*A. anxius* sur bouleau.

Photos : Eduard Jendek (<https://gd.eppo.int/>).

Concernant les frênes, il n'existe qu'une seule espèce indigène se développant dans les frênes dépérissant : *Agrilus convexicollis*. Cette espèce est plus petite que l'agrile du frêne et les trous de sortie n'auront pas la même taille (3-4 mm de diamètre pour *A. planipennis*). Si vous observez des trous de sorties en forme de "D" sur des frênes, il est important de prendre une photo avec un repère de taille (mètre, règle ou éventuellement pièce de monnaie). L'état sanitaire du frêne peut également être un indicateur sachant qu'*A. planipennis* peut s'attaquer à des arbres sains tandis qu'*A. convexicollis* se développe dans des arbres affaiblis.



Les choses se compliquent dans le cas d'*A. anxius* car deux espèces indigènes, *A. betuleti* et *A. viridis*, sont inféodées aux bouleaux et les gammes de taille se recouvrent (en particulier pour *A. viridis*). Le mieux étant dans ce cas de signaler toute pullulation anormale d'agriles dans des peuplements de bouleaux.

📌 Le tigre du chêne

Par Alexandre Kuhn (CRA-W)



Fig. 75. Adulte et nymphes de tigre du chêne (*Corythucha arcuata*). Présence de déjections noirâtres caractéristiques de *C. arcuata*.

Corythucha arcuata est une punaise (ordre des Hémiptères) invasive originaire d'Amérique du Nord. Détectée en 2000 dans le nord de l'Italie, elle a depuis colonisé un grand nombre de pays européens dont l'Allemagne (Baden-Württemberg) et le sud de la France. Cette punaise, de la famille des Tingidae, est reconnaissable par l'aspect réticulé de son thorax et de ses élytres (Fig. 75). L'adulte mesure environ 3,5 mm et vit sur la face inférieure des feuilles. Elle est principalement inféodée aux chênes dont le chêne sessile (*Quercus robur*) et le chêne pédonculé (*Q. petraea*). Ses piqûres de nourrissage causent une décoloration et des nécroses sur les feuilles (Fig. 74) pouvant entraîner une chute prématurée de celles-ci (du milieu à la fin de l'été). Des symptômes

similaires peuvent être causés par d'autres organismes (champignons foliaires, défoliateurs, acariens ou autres insectes piqueurs-suceurs) et la présence d'adultes ou de nymphes est nécessaire pour confirmer la présence de *C. arcuata*. *C. arcuata* peut effectuer plusieurs générations par an (2 à 3) et est actif du printemps à la fin de l'été. Durant la mauvaise saison, les adultes hibernent dans la litière ou dans les crevasses d'écorce (de chênes ou d'autres arbres non-hôtes).

Bien que l'impact exact de ce ravageur sur la santé des arbres soit encore incertain, il est probable qu'un facteur d'affaiblissement supplémentaire soit défavorable aux peuplements dans un contexte globalement stressant (changement climatique, autres ravageurs et pathogènes).



Fig. 74. Dégâts causés par *Corythucha arcuata* sur feuille de chêne. Photo : Iris Bernardinelli (<https://gd.eppo.int/>).





VIE DE L'OBSERVATOIRE

ARRIVEES ET DEPARTS

Nous avons accueilli un nouveau CO :

- Philippe De Laere

Nous lui souhaitons la bienvenue au sein de l'OWSF.

Un CO a quitté notre équipe :

- Cédric Scohier

Nous le remercions vivement pour son travail et son implication dans le rôle de CO.

L'équipe de la Direction du Milieu Forestier a perdu un de ses piliers :

- Jean-Luc Goosse

Agent technique présent depuis les débuts de l'OWSF, son efficacité et sa bonne humeur ont été un moteur pour l'équipe durant toutes ces années. Bonne retraite Jean-Luc !

LES FORMATIONS DE NOS COS

- 14 mars : Bilan sanitaire 2022 et organisation 2023
- 09 mai : Protocole de suivi sanitaire des plantations
- 13 juin : Intercalibration 2023
- 21 septembre et 12 octobre : Module d'accueil des nouveaux CO
- 21 novembre : Visioconférence - Facteurs abiotiques et santé des forêts
- 12 décembre Visioconférence – le Pin

REMERCIEMENTS

L'Observatoire Wallon de la Santé des Forêts est une plateforme de travail et d'échange d'informations coordonnée par la Direction du milieu forestier du Département d'Etude du Milieu Naturel et Agricole (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement). Aussi, la DMF tient particulièrement à remercier tous les collaborateurs de l'OWSF qui ont œuvré pour son bon fonctionnement en 2023 :

- L'ensemble des Correspondants-Observateurs sans qui notre travail ne serait pas possible ;
- Les collaborateurs scientifiques de l'Université Catholique de Louvain, de l'Université Libre de Bruxelles, de l'Université de Liège, de Gembloux Agro-Bio Tech, du Centre wallon de Recherches Agronomiques et de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique ;
- Le Département de la Nature et des Forêts (SPW Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement) ;
- L'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) ;
- Bruxelles-Environnement ;
- La Donation royale ;



- ☞ La Société Royale Forestière de Belgique ;
- ☞ La Cellule d'appui à la petite forêt privée ;
- ☞ L'Agence fédérale de sécurité de la chaîne alimentaire - Protection des Végétaux (compétente pour la gestion des organismes nuisibles réglementés dits « de quarantaine ») ;
- ☞ La Direction de la qualité et du bien-être animal (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) ;
- ☞ Monsieur Hoc et Monsieur Deterck pour leur aimable contribution dans le suivi des peupliers ;
- ☞ La Défense qui nous autorise l'accès aux parcelles forestières situées dans le Camp Roi Albert ;
- ☞ Les collègues de nos pays voisins avec lesquels nous échangeons et collaborons sur différentes thématiques : le [Département de la santé des forêts](#) (France), [l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage](#) (Suisse) et [l'Institut fédéral de recherches sur la forêt et la sylviculture du Bade-Wurtemberg](#) (Allemagne).



COORDONNEES DES COLLABORATEURS DE L'OWSF

Les correspondants-observateurs des services extérieurs du DNF

Directions	Cantonnements	NOMS	Prénoms	N° Tél	Email
Arlon	Arlon	TERWEDUWE	Stefan	0474 920620	stefan.terweduwe@spw.wallonie.be
	Florenville	GOBIN	Pierre	0476 380644	pierre.gobin@spw.wallonie.be
	Habay-La-Neuve	ROSAR	Laurent	0477 971347	laurent.rosar@spw.wallonie.be
	Virton	BAILLEUX	Benoit	0473 544315	benoit.bailleux@spw.wallonie.be
Dinant	Dinant	MICHEL	Sebastien	0476 661249	sebastien.michel@spw.wallonie.be
	Beauraing	COLAUX	Nicolas	0478 691724	nicolas.colaux@spw.wallonie.be
	Bièvre	ZGRZYWA	Xavier	0474 745834	xavier.zgrzywa@spw.wallonie.be
		GALLET	Julie	0473 940114	julie.gallet@spw.wallonie.be
	Rochefort	OWSF			owsf.dgarne@spw.wallonie.be
Liège	Liège	MAGERMANS	Raphaël	0476 783414	raphael.magermans@spw.wallonie.be
	Aywaille	CREMER	Dominique	0479 791233	dominique.ghislain.cremer@spw.wallonie.be
	Spa	MATHIENNE	Cédric	0479 864734	cedric.mathienne@spw.wallonie.be
	Verviers	SCHONMACKER	Christine	0471 066540	christine.schonmacker@spw.wallonie.be
Malmedy	Eupen	OWSF			owsf.dgarne@spw.wallonie.be
	Bullange	PLATTES	Sven	0476 259158	sven.plattes@spw.wallonie.be
	Elsenborn	VON FRÜHBUSS	Friedrich	0471 551574	friedrich.vonfruehbuss@spw.wallonie.be
	Malmedy	ROBEYNS	David	0478 600499	david.robeyns@spw.wallonie.be
	Saint-Vith	RÖHL	Francis	0475 794446	francis.rohl@skynet.be
Marche	La Roche	DAINE	Cédric	0473 849073	dainecedric@gmail.com
	Vielsalm	COSTE	Joris	0473 950552	joris.coste@spw.wallonie.be
		MICHEL	Philippe	0479 866607	philippe.michel@spw.wallonie.be
	Nassogne	LEYBAERT	Hervé	0474 921403	herve.leybaert@spw.wallonie.be
		BAIJOT	Thomas	0476 550598	thomas.baijot@spw.wallonie.be
	Marche	LEMAIRE	Sébastien	0473 780829	sebastien.lemaire@spw.wallonie.be
Mons	Chimay	METENS	Béatrice	0479 864793	beatrice.metens@spw.wallonie.be
	Nivelles	COUSOT	Frédéric	0473 798580	frederic.cousot@spw.wallonie.be
	Thuin	DE LAERE	Philippe	0475 754528	philippe.delaere@spw.wallonie.be
	Mons	COPPOLINO	Giovanni	065 328143	giovanni.coppolino@spw.wallonie.be
Namur	Couvin	PORSONT	Antoine	0476 073640	antoine.porsont@spw.wallonie.be
	Namur	VANDEVYVRE	Xavier	0473 653019	xavier.vandevyvre@spw.wallonie.be
		MARLIN	Loup	0479 865511	loup.marlin@spw.wallonie.be
	Philippeville	WARGE	Laurent	0475 948690	laurent.warge@spw.wallonie.be
Viroinval	HUART	Marc	0471 351139	marc.huart@spw.wallonie.be	
Neufchâteau	Neufchâteau	JACQMAIN	Patrick	0475 540620	patrick.jacqmain@spw.wallonie.be
	Bouillon	NISOLLE	Tiffanie	0498 693475	tiffanie.nisolle@spw.wallonie.be
	Libin	MERENNE	Florian	0479 863820	florian.merenne@spw.wallonie.be
	Saint-Hubert	MOLINE	Olivier	0477 781656	olivier.moline@spw.wallonie.be



Les correspondants-observateurs de la Donation royale

Institution	NOMS	Prénoms	N° Tél	Email
Donation royale	OVSF			ovsf.dgarne@spw.wallonie.be

Les correspondants-observateurs de Bruxelles-Environnement

Institution	NOMS	Prénoms	N° Tél	Email
Bruxelles-Environnement	SWERTS	Bart	0497 599408	bswerts@leefmilieu.brussels
Bruxelles-Environnement	VAN DE VELDE	Willy	0497 599463	wvandevelde@environnement.brussels

Les correspondants-observateurs de la forêt privée

Institution	NOMS	Prénoms	N° Tél	Email
CAPFP (parcelles de moins de 5ha)	COLSON	Vincent	084 460358	info@capfp.be
	MARENNE	Simon		
	BERCK	David		
SRFB (parcelles de plus de 5ha)	BONHOMME	Pierre-Olivier	081 627426	info@srfb-kbbm.be



Responsables de l'Observatoire wallon de la santé des forêts

Coordination et Entomologie forestière

Ir. Quentin Leroy, Directeur



Direction du Milieu forestier
Avenue Maréchal Juin, 23
5030 GEMBLoux
Tél.: + 32 (0) 81 626 455
Email : quentin.leroy@spw.wallonie.be

Champignons et pathologie forestière



Ir. Olivier Noiret

Email : olivier.noiret@spw.wallonie.be

Laboratoire pathologie forestière



Dr. Céline Vaïanopoulos

Email : celine.vaianopoulos@spw.wallonie.be

Phénologie et état sanitaire des houppiers



Ir. Elodie Bay

Email : elodie.bay@spw.wallonie.be

Climatologie et Pédologie forestière



Dr. Audrey Bologna

Email : audrey.bologna@spw.wallonie.be

Equipe technique



Amaury André



Coraline Lesenfants



Murielle Fesler



Diego Pietequin



Jean-Luc Goosse



Ferdinand Ramelot



Pascal Gruslin

Adresse Email Générale de contact

owsf.dgarne@spw.wallonie.be

Site Internet

<http://environnement.wallonie.be/sante-foret>

Gestion des ressources forestières

Coordination

Ir. Michel Baillij, Directeur

Département de la Nature et des Forêts (DNF)
Direction des Ressources forestières (DRF)
Email : michel.baillij@spw.wallonie.be

Cellule Inventaire permanent des Ressources forestières de Wallonie (IPRFW)

Ir. André Thibaut

Email : andre.thibaut@spw.wallonie.be

Experts scientifiques

Pathologie

Dr. Anne Chandelier, Ir. Sophie Schmitz et Ir. Salvatore Pirronitto

Centre wallon de Recherches agronomiques
Email : a.chandelier@cra.wallonie.be
Email : s.schmitz@cra.wallonie.be

Axe Echanges Eau-Sol-Plante

Dr. Marie Dincher

Gembloux Agro-BioTech
Email : Marie.Dincher@uliege.be

Entomologie

Ir. Gilles San Martin et Alexandre Kuhn

Centre wallon de Recherches agronomiques
Email : g.sanmartin@cra.wallonie.be
Email : a.kuhn@cra.wallonie.be

Analyse nutritionnelle et état sanitaire

Pr. Quentin Ponette, Dr. Hugues Titeux, Pr. Caroline Vincke et Frédéric Hardy

Université catholique de Louvain
Email : quentin.ponette@uclouvain.be
Email : caroline.vincke@uclouvain.be

Pr.H. Jean-Claude Grégoire

Université Libre de Bruxelles
Email : jean-claude.gregoire@ulb.ac.be

Climatologie

Damien Rosillon, Yannick Curnel, Viviane Planchon

Centre wallon de Recherches agronomiques
Email : d.rosillon@cra.wallonie.be

Ecologie forestière

Pr. Hugues Claessens et Ir. Simon Tossens

Gembloux Agro-BioTech
Email : Hugues.Claessens@uliege.be

Dr. Sébastien Doutreloup et Miriam Baudewyn

Université de Liège
Email : S.Doutreloup@uliege.be

Ecologie végétale

Pr. Monique Carnol

Gembloux Agro-BioTech
Email : Hugues.Claessens@uliege.be



LISTE DES ABREVIATIONS

ANB	Agentschap voor Natuur en Bos (Agence pour la Nature et la Forêt)
CAPFP	Cellule d'appui à la petite forêt privée
CO	Correspondant-Observateur
CPAR	Centre provincial de l'agriculture et de ruralité
CRA-W	Centre wallon de recherches agronomiques
DEMNA	Département d'étude du milieu naturel et agricole (SPWarne)
DMF	Direction du milieu forestier (SPWarne)
DNF	Département de la nature et des forêts (SPWarne)
DSF	Département de la santé des forêts (France)
EBE	Laboratoire d'évolution biologique et écologie' - ULB
FVA	Institut fédéral de recherches sur la forêt et la sylviculture du Bade-Wurtemberg (Allemagne)
Gbx Agro-Bio Tech	Université de Liège faculté de Gembloux Agro-Bio Tech
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ICP-Forests	Programme international de coopération pour l'évaluation et la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts
INBO	Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (Institut de recherche nature et forêt)
INRAE	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (France)
ILVO	Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (Institut de recherche agricole, halieutique et alimentaire)
IPRFW	Inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (SPWarne)
IRM	Institut royal météorologique de Belgique
IRSNB	Institut royal des sciences naturelles de Belgique
KU Leuven	Université catholique de Leuven
ONU	Organisation des Nations unies
OEPP	Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes
OEWB	Office économique wallon du bois
OWSF	Observatoire wallon de la santé des forêts
PCfruit	Proefcentrum Fruitteelt (Centre d'expérimentation fruitière)
SpELL	Spatial Epidemiology Lab (Laboratoire d'épidémiologie spatiale) - ULB
SPF	Service Public Fédéral
SPW	Service public de Wallonie
SPWarne	SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
SRFB	Société royale forestière de Belgique
UCLouvain	Université catholique de Louvain
ULB	Université libre de Bruxelles
ULiège	Université de Liège
WSL	L'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (Suisse)





LEXIQUE FRANÇAIS – ALLEMAND

Français	Deutsch	Nom scientifique/ wissenschaftlicher Name
Agrile	Prachtkäfer	
Agrile du bouleau	Bronzefarbene Birkenprachtkäfer	<i>Agrilus anxius</i>
Agrile du chêne	Zweipunktiger Eichenprachtkäfer	<i>Agrilus biguttatus</i>
Agrile du frêne	Asiatischer Eschenprachtkäfer	<i>Agrilus planipennis</i>
Amadouvier	Zunderschwamm	<i>Fomes fomentarius</i>
Anthraxose du merisier	Sprühfleckenkrankheit an Kirsche	<i>Phloeosporella padi/ Blumeriella jaapii</i>
Armillaire	Halimasch	<i>Armillaria</i>
Aulne de Corse	Herzblättrige Erle	<i>Alnus cordata</i>
Bombyx disparate	Schwammspinner	<i>Lymantria dispar</i>
Bombyx du pin	Kiefernspinner	<i>Dendrolimus pini</i>
Bouleau	Birke	
Bupreste	Prachtkäfer	
Bupreste bleu du pin	Blauer Kiefernprachtkäfer	<i>Melanophila cyanea</i>
Calocèdre	Weihrauchzeder	<i>Calocedrus decurrens</i>
Cambiophage	Kambiophagen	
Capricorne	Bockkäfer	
Capricorne asiatique	Asiatischer Laubholzbockkäfer	<i>Anoplophora glabripennis</i>
Capricorne des agrumes	Zitrusbockkäfer	<i>Anoplophora chinensis</i>
Carpophage	Fruchtträger (Karophor)	
Cécidomyie du douglas	Douglasiengallmücke	<i>Contarinia pseudotsugae</i>
Cèdre de l'Atlas	Atlaszeder	<i>Cedrus atlantica</i>
Cèdre de l'Himalaya	Himalaya-Zeder	<i>Cedrus deodara</i>
Chablis	Baum fällen	
Chalarose	Eschentriebsterben	<i>Chalara fraxinea/ Hymenoscyphus fraxineus</i>
Chalcographe	Kupferstecher	<i>Pityogenes chalcographus</i>
Champignons lignivores	Holzersetzende Pilze	
Chancre	Geschwür	
Chancre du châtaignier	Kastanienrindenkrebs	<i>Cryphonectria parasitica</i>
Charme	Hainbuche	
Châtaignier	Edelkastanie	<i>Castanea sativa</i>
Cheimatobie	Kleine Frostspanner	<i>Operophtera brumata</i>
Chêne	Eiche	
Chêne chevelu	Zerreiche	<i>Quercus cerris</i>
Chêne de Hongrie	Ungarische Eiche	<i>Quercus frainetto</i>
Chêne pédonculé	Stieleiche	<i>Quercus robur</i>
Chêne pubescent	Flaumeiche	<i>Quercus pubescens</i>
Chêne sessile	Traubeneiche	<i>Quercus petraea</i>
Chenille défoliatrice	Blattfressende Raupen	
Chenille processionnaire du chêne	Eichenprozessionsspinner	<i>Thaumetopoea processionea</i>
Coléophore du mélèze	Lärchenminiermotte	<i>Coleophora laricella</i>
Coléoptère	Käfer	
Collybie à pied en fuseau	Spindelige Rübbling	<i>Collybia fusipes/ Gymnopus fusipes</i>
Conifère	Nadelbaum	
Copalme d'Amérique	Amerikanische Amberbaum	<i>Liquidambar styraciflua</i>



Cylindrosporiose du meriser	Sprühfleckenkrankheit an Kirsche	<i>Phloeosporiella padi/ Blumeriella jaapii</i>
Cyprès d'Arizona	Arizona-Zypresse	<i>Cupressus arizonica</i>
Déficit foliaire	Blattverlust	
Défoliation	Blattverlust	
Dépérissement	Waldsterben	
Douglas	Douglas	
Ecoulement	Bluten	
Epicéa	Fichte	
Epicéa commun	Gemeine Fichte	<i>Picea abies</i>
Epicéa d'Orient	Kaukasus-Fichte	<i>Picea orientalis</i>
Epicéa de Serbie	Serbische Fichte	<i>Picea omorika</i>
Erable	Ahorn	
Erable sycomore	Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Feuillu	Laubbaum	
Fomès	Gemeiner Wurzelschwamm	<i>Heterobasidion annosum</i>
Frêne	Esche	
Frêne commun	Gemeine Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>
Gelée tardive	spätfrost	
Géométride	Spanner	<i>Geometridae</i>
Gourmands	epikormische Triebe	
Grand scolyte du mélèze	Großer Lärchenborkenkäfer	<i>Ips cembrae</i>
Hanneton commun	Feldmaikäfer	<i>Melolontha melolontha</i>
Hanneton forestier	Waldmaikäfer	<i>Melolontha hippocastani</i>
Hêtre	Buche	
Hêtre commun	Rotbuche	<i>Fagus sylvatica</i>
Hêtre d'Orient	Orient-Buche	<i>Fagus orientalis</i>
Hylésine crénelé	Grosser schwarzer Eschenbastkäfer	<i>Hylesinus crenatus</i>
Hylésine du frêne	Bunter Eschenbastkäfer	<i>Leperesinus fraxini</i>
Hylésine du pin	Grosse Waldgärtner	<i>Tomicus piniperda</i>
Hylobe	Rüsselkäfer	<i>Hylobius abietis</i>
Hyponomeute	Gespinstmotte	<i>Yponomeuta cagnagella</i>
Insectes défoliateurs	Blattfressende Insekten	
Ips typographe	Buchdrucker	<i>Ips typographus</i>
Liquidambar	Amerikanischer Amberbaum	<i>Liquidambar styraciflua</i>
Longicorne	Bockkäfer	
Maladie des croutes noires	Ahorn-Runzelschorf	<i>Rhytisma acerinum</i>
Maladies des pousses	Triebkrankheit	
Marssonina		<i>Drepanopeziza punctiformis</i>
Mélèzes	Lärche	
Metasequoia	Urweltmammutbaum	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>
Nécrose	Nekrose	
Nématode du pin	Kiefernadenwurm	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>
Noisetier commun	Gemeine Hasel	<i>Corylus avellana</i>
Noisetier de Byzance	Baum-Hasel	<i>Corylus colurna</i>
Oïdium du chêne	Mehltau	<i>Microsphaera alphitoides/ Erysiphe alphitoides</i>
Papillon	Schmetterling	
Pathogène	Pathogen	
Pathogène foliaire	Blattpathogen	
Peuplier	Pappel	
Pin de Bosnie	Schlangenhaut-Kiefer	<i>Pinus heldreichii</i>
Pin de Macédoine	Rumelische Kiefer	<i>Pinus peuce</i>
Pin sylvestre	Waldkiefer	<i>Pinus sylvestris</i>
Pin maritime	See-Kiefer	<i>Pinus pinaster</i>



Pin noir	Schwarzkiefer	<i>Pinus nigra</i>
Pins	Kiefer	
Pourriture grise	Grauschimmelfäule	
Puceron lanigère		<i>Phloeomyzus passerinii</i>
Pyrale des bourgeons du douglas		<i>Dioryctria mutata</i>
Ravageur	Schädling	
Résineux	Nadelhölzer	
Rouille	Rostet	
Rouilles des peupliers	Pappelrostet	<i>Melampsora spp.</i>
Rouille suisse	Douglasienschütte	<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>
Sapin de Céphalonie	Griechische Tanne	<i>Abies cephalonica</i>
Sapin de Nordmann	Nordmann-Tanne	<i>Abies Nordmanniana</i>
Sapin de Turquie		<i>Abies bornmuelleriana</i>
Sapins	Tannen	
Sequoia toujours vert	Küstenmammutbaum	<i>Sequoia sempervirens</i>
Scolyte	Borkenkäfer	
Scolyte du bouleau	Großer Birkensplintkäfer	<i>Scolytus ratzeburgii</i>
Sécheresse	Dürre	
Suie de l'érable	Russrindenerkrankung an Ahorn	<i>Cryptostroma corticale</i>
Tigre du chêne	Eichennetzwanze	<i>Corythucha arcuata</i>
Tilleul à petites feuilles	Winterlinde	<i>Tilia cordata</i>
Tordeuse verte du chêne	Eichenwickler	<i>Tortrix viridana</i>
Tulipier de Virginie	Tulpenbaum	<i>Liriodendron tulipifera</i>

