

EQUIPE-PROJET « SURVEILLANCE DE *BRETZIELLA FAGACEARUM* »

HIERARCHISATION DES SECTEURS GEOGRAPHIQUES POUR LA SURVEILLANCE DE *BRETZIELLA FAGACEARUM* EN FRANCE HEXAGONALE

19/10/2023

Rédaction : Sandy Duperier, Morgane Goudet, Claude Husson, Samuel Soubeyrand, Xavier Tassus

Membres de l'équipe-projet : Sandy Duperier (Plateforme ESV, INRAE, BioSP), Morgane Goudet (DGAI, DSF), Marie Grosdidier (Plateforme ESV, INRAE, BioSP), Claude Husson (DGAI, DSF), Samuel Soubeyrand (INRAE, BioSP), Xavier Tassus (ANSES, ERB)

Soutien technique : Marine Marjou (Plateforme ESV, INRAE, BioSP)

Liste des acronymes

AMC : Analyse multi-critères

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

DGAI : Direction Générale de l'Alimentation

DSF : Département de la Santé des Forêts

EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Authority)

EP : Équipe-projet

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement

JEVI : Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures

OEPP : Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes

ONF : Office National des Forêts

OQP : Organismes de Quarantaine Prioritaires

Plateforme ESV : Plateforme d'Epidémiosurveillance en Santé Végétale

RR : Risque relatif

SORE : Surveillance officielle des organismes nuisibles réglementés ou émergents

SRAI : Service Régional de l'Alimentation

UE : Union Européenne

CONTEXTE

Bretziella fagacearum est un champignon pathogène présent uniquement aux États-Unis d'Amérique et au Canada qui cause une maladie vasculaire et létale appelée le flétrissement américain du chêne. L'agent pathogène se transmet d'arbre en arbre via des insectes vecteurs (coléoptères) ou par greffe racinaire. Classé organisme de quarantaine (OQ) ([2019/2072, Annexe II](#)), il figure parmi les principales préoccupations du DSF dans le cadre de la surveillance officielle des organismes nuisibles réglementés ou émergents (SORE). Les forêts françaises présentent une proportion importante de chênes (aux alentours de 30% des arbres en forêt), comprenant des espèces de chênes sensibles à *B. fagacearum* (Pinon et al., 1997 ; MacDonald et al., 2001). Certains auteurs comme Doganlar et ses collaborateurs (1984) et Yates (1984) font également l'hypothèse qu'un insecte largement présent en France (et en Europe) pourrait transmettre le champignon (le scolyte intriqué, *Scolytus intricatus*). En France, l'état sanitaire par rapport à *B. fagacearum* est incertain. En effet, le protocole de surveillance spécifique actuel n'est pas suffisamment intense (ex : seulement 13 et 14 remontées de fiches d'observation spécifiques en 2020 et 2021, respectivement) et ne repose pas sur une connaissance clairement documentée des zones à risque. La zone de surveillance actuelle est définie comme la forêt de chêne, ce qui représente une surface très importante à prospecter. Pour gagner en efficacité, il est envisagé de modifier la stratégie de surveillance en ciblant mieux les zones de risque que les correspondants-observateurs du DSF auront à parcourir. Une équipe-projet (EP) de la Plateforme ESV, constituée en 2021 a eu pour objectif de contribuer à l'amélioration du dispositif de surveillance de *B. fagacearum* en identifiant des secteurs géographiques prioritaires et en apportant des indications visant à alimenter la conception d'une stratégie d'échantillonnage par le DSF. Dans la suite, les risques d'entrée et d'établissement sont respectivement définis comme le risque que le champignon arrive sur le territoire français et le risque qu'il s'établisse dans une chênaie française. Le risque d'introduction inclut à la fois le risque d'entrée et le risque d'établissement.

Pour ce faire, quatre actions ont été prévues lors de la mise en place de l'EP :

- Revue de la littérature sur la biologie du pathosystème, sur les facteurs de risque d'entrée, d'établissement et de présence de *B. fagacearum* en s'appuyant notamment sur les opinions de l'EFSA sur le sujet (EFSA, 2018, EFSA, 2020). L'ensemble des références utilisés pour le tableau de synthèse produit sont en annexe. En complément, *B. fagacearum* a été ajouté dans la liste des organismes suivis par la Veille Sanitaire Internationale de la Plateforme ESV de début 2021 à mi-2023 ([Bulletins](#) de suivi hebdomadaire de la littérature scientifique et médiatique).
- Construction et cartographie pour la France métropolitaine d'indicateurs des risques d'entrée et d'établissement, et d'un indicateur agrégé de risque d'introduction de *B. fagacearum* sur la base des principaux facteurs identifiés dans la littérature comme ayant une incidence (et en écartant les facteurs présentant une trop grande incertitude, qui pourront être traités dans une future analyse de risque) ;
- Production d'indications visant à alimenter la conception d'une stratégie d'échantillonnage avec comme objectif la surveillance de *B. fagacearum*, via

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

des inspections visuelles, des prélèvements et des piégeages d'insectes vecteurs, au niveau des peuplements forestiers, des points d'entrée ainsi que des forêts à proximité des points d'entrée et des JEVI ;

- Production d'un outil de visualisation Web des facteurs de risque susmentionnés, des indicateurs construits sur la base de ces facteurs, et de la répartition spatiale de l'effort et des types d'échantillonnage.

SYNTHESE DES TRAVAUX REALISES DANS LE CADRE DE L'EP

1) Revue de la littérature et choix des critères

Une revue de la littérature a permis de mettre en avant un certain nombre d'éléments, en particulier de proposer des facteurs de risque à prendre en compte dans la construction des indicateurs. Parmi les 19 facteurs de risque mis en avant par la revue de la littérature, 7 critères ont été sélectionnés. Ces derniers sont listés dans le Tableau 1. La prise en compte du taux d'humidité et de la présence de vecteurs potentiels ont été jugés très importants mais n'ont pas pu être pris en compte faute de la disponibilité de données pertinentes. Par ailleurs, certains critères sont des approximations des critères idéaux faute d'accès aux données (par exemple utilisation du « volume de grumes de feuillus de toute provenance achetés par les scieries » plutôt que le « volume de grumes de chênes en provenance des États-Unis achetés par les scieries » non disponible). *A noter : au moment des travaux décrits dans cette synthèse, le champignon était présent uniquement aux États-Unis. Depuis B. fagacearum a été détecté au Canada en juin 2023.*

2) Choix du type d'analyse et pondération des critères

Pour catégoriser les zones à risque, il a été décidé de faire deux types d'analyses dans le cadre d'une démarche d'élicitation de dires d'experts : une analyse multi-critères (AMC) et une évaluation du risque relatif (RR).

Pour réaliser l'AMC, la méthode [PROMETHEE](#) a été appliquée. Cette méthode hiérarchise chaque unité épidémiologique (ici les départements) par rapport aux autres en fonction des valeurs des critères et des poids associés à ces derniers. Chaque département obtient ainsi une valeur (Phi) qui peut s'interpréter comme un RR en comparaison des autres départements en termes de risque d'entrée, d'établissement ou d'introduction. Un groupe d'experts (voir ci-dessous) a attribué un poids à chaque critère sur un barème de 1 à 6 (6 étant le poids le plus important), les résultats sont visibles figure 1.

Pour réaliser l'évaluation du RR dont la méthodologie est décrite par Duperier et al. (2024, *in prep*), les risques relatifs marginaux ont été évalués par les experts (voir ci-dessous) pour chaque critère. Ces derniers ont ensuite été agrégés en réalisant le produit de ces derniers pour fournir une estimation du RR global pour chaque département. Pour cela, les experts ont

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

attribué un RR égal ou supérieur à la valeur un pour trois modalités de chaque critère (qualitatives ou quantitatives et éventuellement hypothétiques).

Tableau 1 : Critères associés aux risques d'entrée et d'établissement à l'échelle des départements de France métropolitaine retenus pour l'analyse multi-critères et l'évaluation du risque relatif.

Type de risque	Description	Lien avec la biologie du champignon
Entrée	Quantité (i.e., poids) de marchandise reçue dans les ports du département	Entrée du champignon via du bois de chênes-hôtes
	Présence dans le département de ports d'entrée autorisés à recevoir des grumes de chêne avec écorce	
	Volume de grumes de feuillus achetés par les scieries du département	
Établissement	Surface de chênes sur pied dans le département	Présence de chênes (hôtes avérés et potentiels)
	Nombre de jours, à l'échelle du département, où la température est inférieure à la température maximale de croissance de <i>B. fagacearum</i>	Conditions abiotiques de développement du champignon
	Nombre de jours, à l'échelle du département, où la température correspond à la température de sporulation de <i>B. fagacearum</i>	
	Proportion de sol sableux dans le département	Capacité de greffes naturelles de racines et donc de la transmission du champignon d'arbre à arbre favorisée par les sols sableux

3) Consultation des experts en trois phases

Un panel de 10 experts présentant notamment des compétences en gestion forestière, analyse de données, entomologie et/ou phytopathologie forestière a été constitué, en incluant 3 membres de l'équipe-projet. La consultation de ce panel s'est déroulée en trois phases :

- Une réunion permettant de présenter les critères retenus et la version initiale du questionnaire soumis aux experts, de répondre aux questions et aux remarques sur le projet et la démarche, permettant d'améliorer le questionnaire ;
- Une période d'un mois permettant aux experts de répondre individuellement au questionnaire ;

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

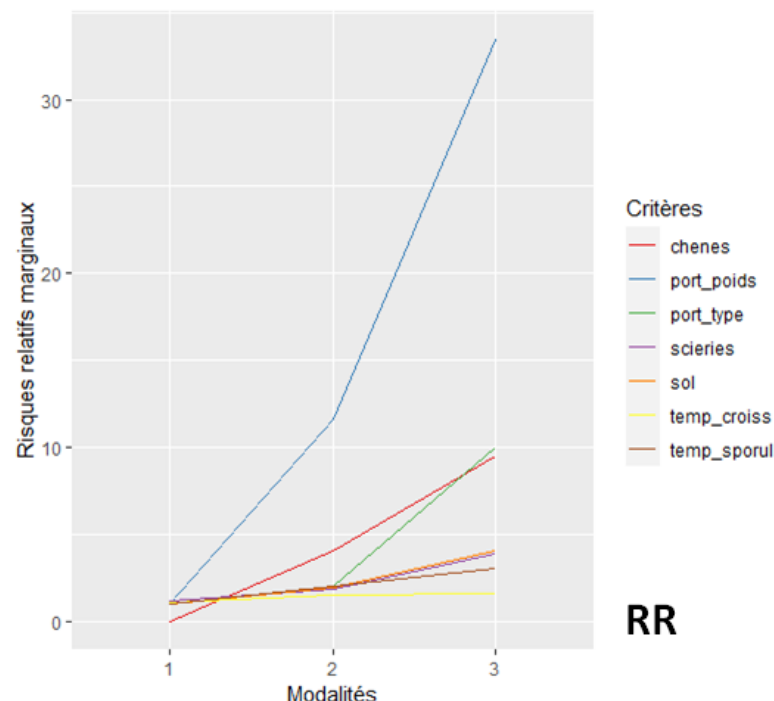
- Une réunion d'harmonisation permettant d'échanger sur les différents points de vue pour chaque critère afin de trouver un consensus sur les valeurs d'évaluation des critères pour les deux types d'analyses AMC et RR.

4) Visualisation de la méthodologie et des résultats

Un tableau de bord (dashboard) a été créé pour décrire la méthodologie mise en œuvre et visualiser les résultats. Il est disponible sur le site de la [Plateforme ESV](#). Deux tableaux et un graphique permettent de représenter les résultats pour chaque méthode (AMC et RR, Fig. 1). On remarque que dans l'évaluation pour l'AMC, la note la plus élevée a été attribuée aux surfaces de chênes (« chênes ») alors que les valeurs de risque relatif marginal sont plus importantes pour le critère « port_poids » (quantité de marchandise reçue dans les ports) pour les modalités 2 et 3.

Critères	Note
Ports d'entrée (port_poids)	3
Absence/présence d'un port et type d'autorisation d'importation (port_type)	3
Volume de grumes de feuillus achetés par les scieries (scieries)	2
Surface de chênes (chênes)	4
Température maximum de croissance de B. fagacearum (temp_croiss)	2
Température de sporulation de B. fagacearum (temp_sporul)	2
Typologie du sol (sol)	2

AMC



RR

Modalités	Critères	Modalités	Unité	Risque_relatif_marginal
1	port_type	abs	SU	1.00
2	port_type	non_autorise	SU	2.00
3	port_type	autorise	SU	10.00
1	port_poids	0	MT	1.00
2	port_poids	500	MT	11.60
3	port_poids	1500	MT	33.41
1	scieries	0	m3	1.14
2	scieries	5000	m3	1.85
3	scieries	50000	m3	3.90
1	chênes	5000	ha	0.00
2	chênes	50000	ha	4.04
3	chênes	2e+05	ha	9.51
1	temp_croiss	355	nb de jours	1.12
2	temp_croiss	360	nb de jours	1.50
3	temp_croiss	365	nb de jours	1.60
1	temp_sporul	60	nb de jours	1.00
2	temp_sporul	120	nb de jours	2.00
3	temp_sporul	180	nb de jours	3.04
1	sol	0	%	1.00
2	sol	20	%	1.96
3	sol	80	%	4.08

RR

Figure 1 : Résultats des évaluations suite à la réunion d'harmonisation des critères. Les notes ont été utilisées pour l'AMC alors que les risques relatifs marginaux ont été utilisés pour l'analyse du RR.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

Des cartes présentant les résultats des deux types d'analyses ont été réalisées pour chaque type de risque : introduction, entrée, établissement. Pour ce faire, une méthode de régression géographiquement pondérée à l'aide d'un noyau biquadratique a été appliquée (Genebes et al., 2018), en utilisant un paramètre de lissage de 100 km correspondant à la portée du noyau visant à lisser les données sur une grille de 10km par 10 km couvrant la France. Les cartes obtenues présentées sur le dashboard pour les deux types d'analyses pour le risque d'introduction par département et avec la méthode de lissage sont visibles ci-dessous sur la Fig. 2). Les cartes ont été lissées pour obtenir une représentation plus graduelle du risque aux frontières entre départements et ainsi tenir compte du risque dans les départements voisins lors des programmations de la surveillance par les pôles de la santé des forêts qui mettent en œuvre la surveillance de *B. fagacearum* sur le territoire.

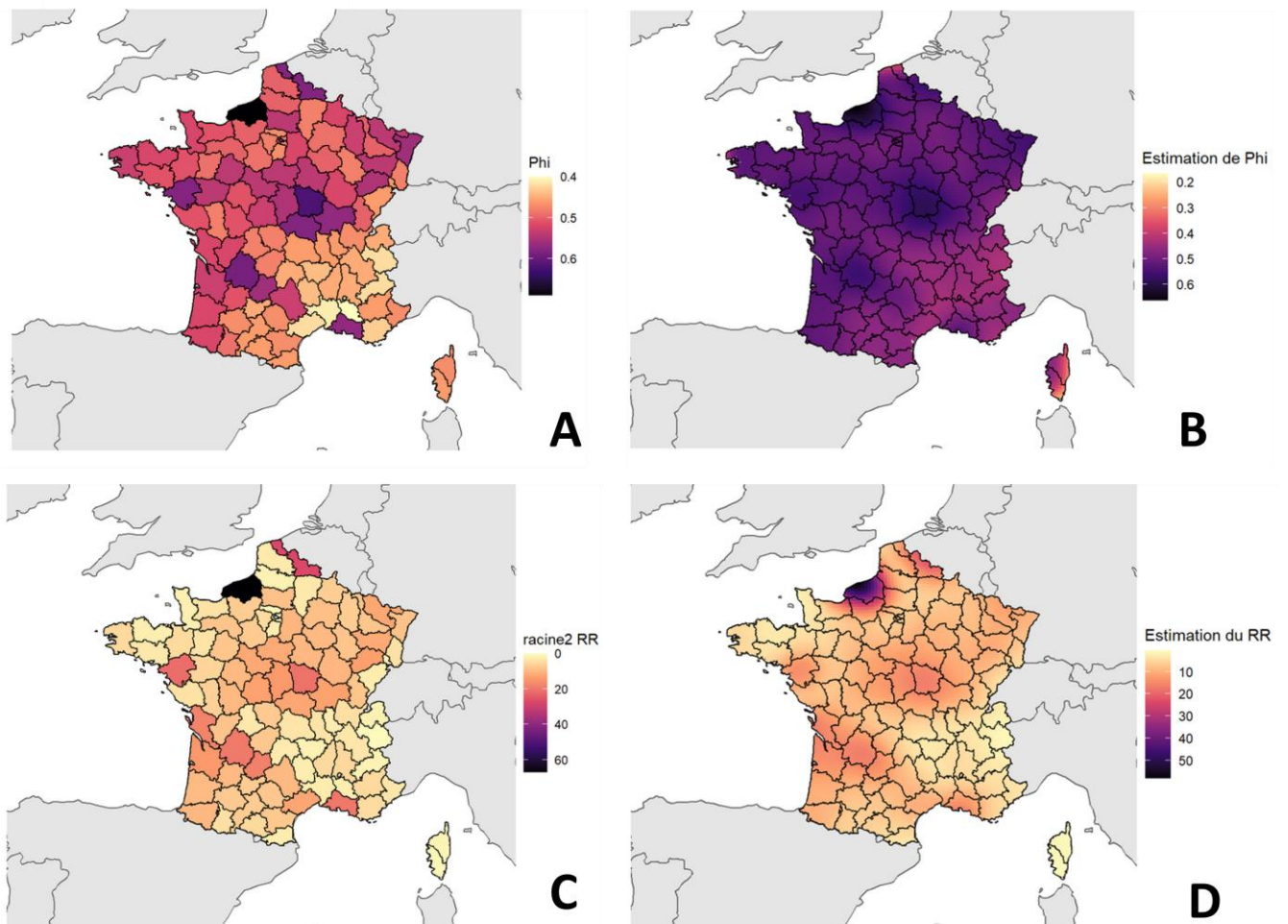


Figure 2 : Résultats des analyses pour le risque d'introduction de *B. fagacearum*.

A : Résultats de l'analyse AMC par départements ; **B :** Carte lissée des résultats de l'analyse AMC ;
C : Résultats de l'analyse RR par départements ; **D :** Carte lissée des résultats de l'analyse RR.

Les indices produits par l'analyse du RR présentent des valeurs avec une distribution plus large que celles de l'AMC (pour le risque d'introduction, entre 0,4 et 0,69 pour l'AMC contre 0 à 67,1 pour le RR). Toujours pour le risque d'introduction, on remarque que les trois

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

départements qui présentent les indices les plus importants sont : (i) pour l'AMC, la Seine-Maritime (0,69), la Nièvre (0,62) et la Dordogne (0,59) ; (ii) pour le RR, la Seine-Maritime (67,1), le Nord (27,2) et la Loire-Atlantique (21,5). Pour cet exemple, pour le RR, la différence entre le risque associé à la Seine-Maritime comparé aux autres départements s'explique par une importance forte du critère « port_poids » et la présence du port du Havre dans ce département qui reçoit une quantité importante de marchandise et qui est un port autorisé à recevoir des grumes non écorcées en provenance des USA. Pour ce même exemple, pour l'AMC, la différence de risque entre la Seine-Maritime et les autres départements est moins marquée, notamment à cause d'une évaluation différente des critères mais aussi à cause de la méthode utilisée qui produit des valeurs de « Phi » entre 0 et 1. Ainsi, les niveaux de risque associés sont différents, pourtant, les tendances observées sont globalement similaires entre les cartes produites par les deux méthodes.

5) Indications quantitatives sur l'effort d'échantillonnage

Pour apporter des éléments en lien avec l'effort d'échantillonnage, un algorithme a été utilisé pour calculer le nombre d'échantillons à réaliser dans chaque département. Ce dernier permet de réaliser un échantillonnage aléatoire en prenant en compte les indices de risque dans les départements (méthodologie basée sur celle développée par Parnell et col. (2014)). Avec cette méthode, les départements les plus à risques ont une probabilité plus forte d'être échantillonnés. Les résultats obtenus avec différents indices de risque d'introduction ont été comparés (comprenant les indices présentés dans la partie 4). Les simulations ont été réalisées pour différents objectifs d'échantillonnage en France métropolitaine : 50, 100 et 400 échantillons pour une campagne de surveillance (en général sur une année).

Pour l'AMC, les résultats des comparaisons indiquent que la différence entre la méthode initiale et la version lissée est faible. Pour le RR, des différences entre les méthodes ont été observées en particulier au niveau des résultats obtenus entre les indices lissés et non-lissés. Cependant, on observe que se sont toujours les mêmes groupes de départements qui se voient attribuer le plus de prélèvements à réaliser. Ainsi, pour prendre en compte l'influence des départements limitrophes, nous avons choisi de présenter la version lissée des indices à la fois pour l'AMC et pour le RR. Des cartes et des tableaux ont ainsi été produits pour présenter ces résultats. A titre d'exemple, la carte obtenue avec le RR lissé pour un nombre total de 400 échantillons est visible ci-dessous (Fig. 3).

PRECISIONS SUR CERTAINS ELEMENTS BIOLOGIQUES ET SUR LES CHOIX REALISES

Cette partie non exhaustive a pour but de mettre en avant certains éléments qui ont été discutés au moment de la revue bibliographique et/ou d'échanges (principalement entre les membres de l'EP). Ces éléments apportent un éclairage sur les choix qui ont été faits au moment de la sélection des critères mais aussi un certain nombre d'interrogations qui n'ont

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie et de Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

pas pu être résolues, notamment du fait d'un manque de disponibilité de données et/ou de connaissances.

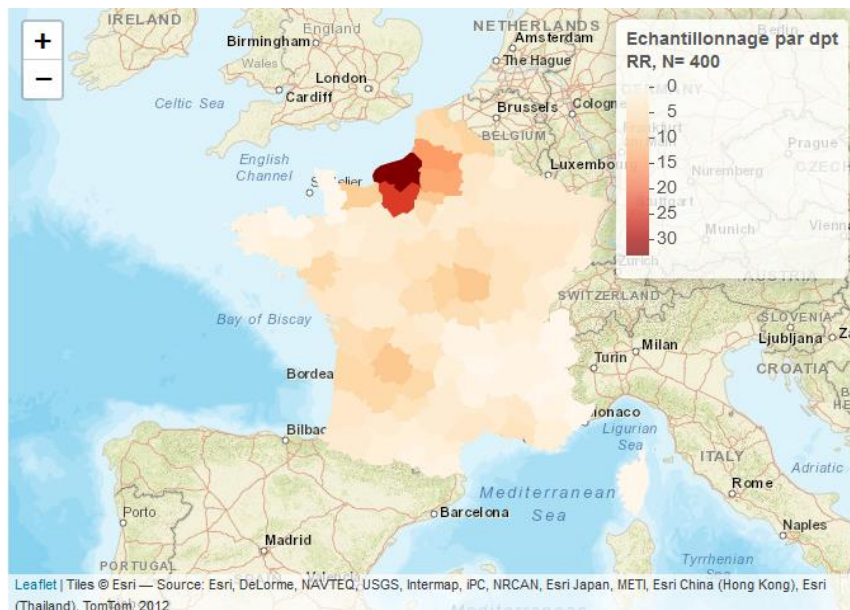


Figure 3 : Résultat d'une simulation pour la répartition des échantillons par département pour la surveillance de de *B. fagacearum* en France hexagonale (basée sur le RR d'introduction lissé)

1) Plantes hôtes de *B. fagacearum* :

Aux États-Unis, *B. fagacearum* provoque des symptômes sur *Quercus* spp. et aucune espèce de chêne nord-américain ne semble présenter une résistance qualitative envers le champignon (EPPO, 1997). Cependant, les chênes de la section *Lobatae* sont globalement sensibles à la maladie et ceux de la section *Quercus* sont tolérants. Dans l'étude de Pinon et al (1997) et MacDonald et al. (2001), les chênes européens inoculés artificiellement et qui se sont révélés très sensibles au champignon, avec notamment de fort taux de mortalité survenant dans l'année, étaient le chêne pédonculé *Quercus robur*, le chêne rouvre ou chêne sessile *Quercus petraea*, et le chêne pubescent *Quercus pubescens*. Dans l'article de Rexrode et Brown (1983), le châtaigner chinois *Castanea mollissima* est signalé comme pouvant être naturellement infecté par *B. fagacearum* (EFSA, 2018). Des expériences d'inoculation sont également évoquées, montrant que le châtaignier américain *C. dentata*, le châtaignier européen *C. sativa*, le châtaigner de Virginie *C. pumila*, le Tanoak (*Lithocarpus* sp.) et plusieurs variétés de pommier (*Malus* sp.) sont également sensibles au champignon. De plus, dans un article de Bretz et Long (1950), il est indiqué que *B. fagacearum* a été détecté sur 5 arbres de *C. mollissima* mais qu'une plantation de cette même espèce à proximité n'a montré aucun signe de la maladie. De plus, *C. sativa* est largement distribué en Europe (y compris en France), le genre *Malus* est largement distribué dans les zones tempérées (Europe, Amérique du Nord, Asie etc.), *C. dentata* est présent uniquement aux États-Unis et *C. mollissima* est seulement présent en Corée et en Chine. Cependant pour ces hôtes autres que *Quercus* spp., les détails des expériences ou détections citées ne sont pas accessibles, et aucune autre

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

publication n'est venue étayer ces éléments depuis lors. Ainsi, lors de la sélection des critères, il a été choisi de prendre en compte uniquement les hôtes du genre *Quercus*.

2) Règlementation :

B. fagacearum est classé OQ en Europe. Dans la partie « Hôtes et marchandises réglementés pouvant impliquer *B. fagacearum* » dans les annexes III, IV et V de la directive [2016/2031/CE du Conseil](#), il est notamment indiqué les règles suivantes :

- Interdictions d'importation dans l'UE :
 - o Plantes vivaces de *C. mollissima* et de *Quercus* spp. en dehors des pays européens
 - o Écorces isolées de *Quercus* spp. (excepté *Quercus suber*) depuis les pays d'Amérique du nord
- Mesures à l'entrée de l'UE et entre les pays européens : Pour le bois de chêne, à part sous forme de bois d'emballage et autres formes spécifiques (globalement du bois coupé), les mesures suivantes peuvent être requises selon l'espèce de chêne et la période d'importation : traitement à la chaleur, maintien de certaines conditions d'humidité, fumigation. Ces mesures concernent donc les grumes. Le traitement à la chaleur ou la fumigation doivent être réalisés dans le pays exportateur, à savoir les USA.
- Différence entre les grumes écorcées et non-écorcées : De par la dérogation au point 90 de l'annexe VII du règlement [2019/2072/UE](#), en France, les ports de Marseille et du Havre pouvaient recevoir des grumes de chêne avec écorce en provenance des États-Unis jusqu'au 31 décembre 2020 (décision [2010/723/UE](#)). Les autres ports du pays sont susceptibles de recevoir des grumes de chêne écorcées.

Dans l'Union Européenne (UE), 27 ports incluant Marseille et Le Havre sont habilités à recevoir des grumes de chêne non écorcées qui peuvent ensuite être transportées dans le pays en question ou d'autres pays de l'UE.

3) Transmission du champignon :

Dans les environnements où les chênes sont proches géographiquement et génétiquement les uns des autres, *B. fagacearum* se transmet majoritairement par les greffes naturelles de racines (anastomoses) (Juzwik et al., 2011). Puisque l'importation de plantes vivaces de *Quercus* spp. en provenance de pays tiers est interdite, le risque de transmission du champignon par anastomoses n'a pas été pris en compte pour le risque d'entrée (scénario d'infection d'un arbre importé infecté à un arbre sein). Cependant, ce mode de transmission a été pris en compte pour le risque d'établissement.

Le risque d'entrée prioritairement pris en compte dans cette analyse est lié à la transmission vectorielle. En effet, aux États-Unis, celle-ci a été décrite ainsi : les structures sporifères qui peuvent se développer sur les troncs dégagent une odeur qui attire certains insectes, et lorsque ces derniers circulent sur ces structures, les spores gluantes adhèrent à leurs corps (French et Stienstra, 1980; Davies, 1992). L'inoculation et l'infection d'un nouvel

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

arbre sain se fait alors lorsque les insectes porteurs de spores provoquent des lésions en se nourrissant ou s'accouplant sur ces arbres. De plus, les arbres qui présentent déjà des lésions et/ou qui sont fragilisés peuvent être préférentiellement choisis par ces insectes. Les principales espèces décrites comme vectrices de *B. fagacearum* sont des nitidules (*Colopterus truncatus* et *Carpophilus sayi*) et des scolytes (*Pseudopityophthorus minutissimus* et *P. pruinus*). Ces 4 espèces sont présentes aux États-Unis mais absentes en Europe. Pour mieux comprendre le cycle de ces insectes vecteurs, on peut prendre l'exemple de *P. minutissimus* et *P. pruinus* : après avoir hiverné sous forme de larves ou d'adultes immatures, les adultes émergent au printemps et procèdent à la maturation (stage imago/adulte) en se nourrissant dans plusieurs organes de chênes blancs et rouges (respectivement *Quercus alba* et *Q. rubra*) : aisselles des rameaux, pétioles des feuilles, aisselles des bourgeons, glands immatures. Au cours de ce processus et s'ils sont porteurs de spores, ils peuvent introduire *B. fagacearum* dans un nouvel hôte dans lequel le champignon peut se développer dans les vaisseaux du bois, des branches jusqu'au tronc, voire jusqu'aux racines (EFSA, 2019).

Un des principaux risques identifiés lors de la sélection des critères était donc le risque d'arrivée en provenance de pays tiers de grumes de chênes qui présenteraient des structures sporifères, susceptibles d'être visitées par des espèces de scolytes ou de nitidules présentes en France (pas forcément identifiées comme vectrices mais qui présentent des caractéristiques similaires aux espèces impliquées dans la transmission de *B. fagacearum* aux États-Unis). Étant donné que ces structures sporifères se développent sous l'écorce. Les grumes non écorcées constituent la voie d'entrée la plus probable pour que le champignon se développe sur de nouveaux continents (Chalkley, 2016). Initialement, les grumes de chênes rouges avec écorce ont été identifiées comme les plus à risque car ces essences sont plus sensibles à la maladie et permettent de façon plus fréquente la production de structures sporifères sur leurs troncs. Suite aux discussions, ce risque a été remis en question du fait de la mise en place de mesures phytosanitaires plus importantes pour cette filière pour éliminer *B. fagacearum* (Robinet et al., 2016). Pour finir, comme présenté ci-dessus, la caractéristique « avec écorce » a été conservée dans les critères, car il est plus probable de trouver des structures sporifères sur les grumes non écorcées. Par ailleurs, ces grumes sont susceptibles de véhiculer des scolytes ou nitidules d'origine américaine et porteurs de spores du champignon pathogène.

4) Compléments sur les vecteurs :

Un scolyte du chêne, *Scolytus intricatus* est principalement cité comme vecteur potentiel de *B. fagacearum* en Europe, mais il n'est pas exclu que d'autres insectes, notamment d'autres scolytes et des nitidules puissent également être vecteurs, d'autant plus que l'interaction champignon/insecte ne semble pas être spécifique. Il aurait été intéressant de prendre en compte la présence des vecteurs potentiels et les conditions de température favorables à l'émergence des insectes (correspondant au moment où les jeunes insectes sortent de leur arbre de naissance et vont se nourrir sur d'autres arbres, pouvant entraîner la contamination de nouveaux hôtes/nouvelles zones). Cependant, il a été choisi de ne pas prendre en compte ce critère, faute de données pertinentes disponibles pour créer un indicateur.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie et de Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

5) Importations de grumes :

N'ayant pas accès directement aux quantités de chênes qui arrivent dans les ports d'entrée en France (données de douanes inaccessibles), c'est le flux de la totalité des marchandises en provenance des États-Unis qui a été pris en compte : moyenne annuelle du poids de marchandises en provenance des États-Unis pour chaque port français. Aucune information ne permet non plus de connaître précisément les conditions et les périodes de stockage des grumes en France. Dans la continuité de cette remarque, en tant que proxy du volume de grumes à risque qui arrivent dans les scieries, c'est la moyenne annuelle des volumes de grumes de feuillus achetées par les scieries à des entreprises françaises ou étrangères qui a été prise en compte. A la connaissance de l'EP, aucune donnée plus précise n'est disponible. Ces données, en plus de présenter une incertitude car elles sont déclaratives, elles ne permettent pas de connaître précisément : (i) le volume de chêne acheté, puisque seul le volume de feuillus est disponible, (ii) l'origine du bois (France/autre pays), ni depuis quel exploitation ou port les grumes ont été acheminées.

6) Données abiotiques :

Les fructifications du champignon ne sont produites que lorsque l'interface écorce/bois est humide : entre 37 et 45% d'humidité au printemps et entre 44 et 52% en automne (EFSA, 2020). Cependant, disposant seulement des relevés d'humidité dans l'air, et manquant d'autres données ou informations, il n'a pas été possible de prendre en compte ces caractéristiques dans les critères. La prise en compte des données de température a aussi été source de plusieurs échanges car les données utilisées ont été produites à partir des informations issues de deux sources bibliographiques uniquement. Il aurait été plus fiable d'utiliser un modèle de type [MaxEnt](#) pour produire une cartographie des zones favorables au champignon, à partir de données de température et d'humidité des zones où le champignon est présent aux États-Unis. Cependant, pour utiliser ces modèles, il est nécessaire d'obtenir des données épidémiologiques assez précises. Malgré des demandes à des chercheurs et des institutionnels américains, les données n'ont pas pu être obtenues.

ÉLÉMENTS PARTICULIÈREMENT DISCUTES

La démarche d'éllicitation de dires d'experts a notamment eu pour but d'attribuer un poids à chacun des critères (correspondant à leur importance).

1) Discussions autour de l'entrée du champignon sur le territoire :

Importance de la présence d'un port/quantité de marchandise :

Certains experts considèrent que le risque d'entrée de *B. fagacearum* augmente proportionnellement avec la quantité de grumes introduites, et d'autres pensent que c'est

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie et de Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

la présence/absence du port qui est importante indépendamment de la quantité. Les deux ports français qui reçoivent le plus de marchandise (Le Havre et Marseille) sont aussi ceux qui ont l'autorisation de réceptionner des grumes avec écorces, et donc également ceux qui d'après la réglementation, sont les plus contrôlés. Il est compliqué d'évaluer les risques associés à ces différentes situations, sachant qu'il serait important de prendre en compte également l'efficacité des contrôles et les marchandises qui échappent aux contrôles : il est difficile de déterminer si ces dernières se retrouvent plutôt dans les ports qui reçoivent le plus de marchandise ou non. L'importance de la présence d'un port dans le département a aussi été largement débattu, par rapport aux 25 autres ports habilités à importer des grumes dans l'UE (voir paragraphe suivant).

Importance des critères en lien avec la localisation des ports d'entrée par rapport à la localisation des scieries :

Il est possible que les grumes arrivent dans d'autres ports de l'UE (2 ports en France et 25 dans les autres pays de l'UE), ces flux sont pris en compte indirectement dans les quantités de feuillus qui arrivent dans les scieries). Cependant, le cas d'importateurs indépendants autres que des scieries n'est pas pris en compte dans la présente analyse. Le cas potentiel de tonnelleries a par exemple été évoqué. D'après les échanges, il est compliqué d'obtenir des données sur ces structures. A noter que dans l'étude de Robinet et al. (2016), la probabilité d'entrée du champignon était plus élevée à partir des ports, qu'à partir des zones de transport entre les ports et les scieries, autour des scieries, etc. (calculée notamment en prenant en compte la quantité de propagules du champignon et des données commerciales).

Importance du critère en lien avec les volumes de feuillus qui arrivent dans les scieries :

Comme énoncé précédemment, les données disponibles ne permettent pas de savoir si les volumes par département correspondent à des volumes de chênes des États-Unis ou d'essences d'autres feuillus de France ou d'autres pays. Ainsi, les arguments se divisent en deux principales catégories : les experts qui pensent que le volume scié est tout de même important (en partant du principe que les grosses scieries sont susceptibles de recevoir toutes les essences, y compris les chênes des États-Unis) et les experts qui pensent qu'en prenant en compte les volumes de façon importante, on risque de fausser l'analyse. Puisque les données sont accessibles à l'échelle du pays, on note que par exemple en 2020, la quantité de chênes importés des États-Unis en France était de 48 tonnes, représentant 0,13 % des importations françaises de chênes. Cependant, ces chiffres sont variables en fonction des années (de 2017 à 2021 : de 0 à 0,47% des importations), et une incertitude persiste sur la possibilité que les chênes qui viennent d'autres pays européens aient préalablement été importés d'ailleurs. La question a également été posée de savoir si les petites scieries pouvaient présenter plus de risques car elles posséderaient des outils moins performants, pouvant produire plus de déchets (ex : des écorces isolées, particulièrement à risque).

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie et de Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

2) Discussions autour de l'établissement du champignon sur le territoire :

Importance des chênes hôtes :

Certains experts considèrent que la maladie aurait autant de chance, voire plus, de commencer à s'établir dans des environnements urbains ou périurbains (ex : parcs, jardins, alignements d'arbres le long des rues) qu'en forêt, selon le schéma d'invasion biologiques établi par Blackburn et al. (2011). Selon cette position, il aurait donc été pertinent d'ajouter un critère portant sur la présence et/ou l'intensité de l'activité humaine. D'autre-part, sur le critère « surface de chêne », les avis des experts sont globalement consensuels sur le fait que l'augmentation de la surface de chêne augmente le risque d'établissement du champignon.

Importance des critères en lien avec les paramètres abiotiques :

Par rapport à la température de développement du champignon, des experts ont évoqué le caractère changeant des températures sur le territoire dans les années à venir en lien avec le changement climatique. Comme les cartes de surveillance sont réalisées pour le court-terme, il n'est pas forcément pertinent de prendre en compte cet aspect. De plus, les incertitudes en lien avec la valeur de 32°C (une seule source, assez ancienne) et des différences de jours peu importantes entre les départements ont été relevés. Ceci va dans le sens d'une prise en compte moins importante de ce critère. A noter par dire d'experts indépendants de cette élicitation que la maladie se développerait moins bien dans les climats méditerranéens (ce qui aurait permis de mettre de côté cette zone dans la carte finale). Enfin, il a été relevé que l'influence de la température et de l'humidité ambiante sont potentiellement à relativiser car *B. fagacearum* est un champignon vasculaire, ainsi les conditions très locales dans une zone de forêt donnée (zone de confinement, exposition...) et au sein même de l'arbre pourraient suffire à expliquer la présence ou l'absence du pathogène.

Importance du type de sol :

Par rapport au critère en lien avec le sol, les avis étaient partagés sur l'importance de ce critère vis-à-vis de l'incertitude associée à ce dernier (publications assez anciennes). Il a été relevé qu'il serait probablement plus pertinent de prendre en compte ce critère à une échelle beaucoup plus fine, lors du choix de sites au sein des départements par exemple.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie et de Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

RECOMMANDATIONS ET CONCLUSION

Pour améliorer les futures analyses de risque, il serait nécessaire d'obtenir des données plus précises sur :

- Les importations de grumes de chênes en France, et les destinations des grumes pour celles importées dans les autres pays ;
- La localisation des scieries, leur activité mais aussi des autres entreprises qui seraient susceptibles de réceptionner des grumes (y compris des entrepôts).

Pour améliorer la surveillance de *B. fagacearum*, il est envisagé de :

- Mieux prendre en compte les chênes dans les environnements urbains ;
- Prendre en compte à petite échelle la présence de sols sableux, pour prioriser la surveillance au niveau de ces zones.

Comme prévu initialement, ce travail permet de hiérarchiser les départements pour optimiser les actions de surveillance mais montre aussi un manque important de connaissances sur le champignon et de données disponibles pour fournir des résultats avec un niveau de certitude important, en particulier au niveau du risque d'entrée. Toutefois, cette incertitude sera intégrée dans la programmation de surveillance des pôles de la santé des forêts. Les cartes vont permettre aux pôles de mieux sensibiliser le réseau sur des zones à plus grand risque à prospecter en priorité, tout en formant l'ensemble des correspondants-observateurs du territoire à la reconnaissance des symptômes.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

BIBLIOGRAPHIE :

- Blackburn, Tim M., Petr Pyšek, Sven Bacher, James T. Carlton, Richard P. Duncan, Vojtěch Jarošík, John R. U. Wilson, et David M. Richardson. 2011. « A Proposed Unified Framework for Biological Invasions ». *Trends in Ecology & Evolution* 26 (7): 333-39.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>.
- Bretz T and Long WG, 1950. Oak wilt fungus isolated from Chinese chestnut. *Plant Disease Reporter*, 34, 291. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19511100704>
- Chalkley, D. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. . Invasive Fungi. Oak Wilt- *Ceratocystis fagacearum*. 2016, from /sbmlweb/fungi/index.cfm.
- Davies, C.S., 1992. Environmental Management of Oak Wilt Disease in Central Texas. *Environmental Management* 16: 323 - 333.
- Doganlar, M., et R. Schopf. 1984. « Some Biological Aspects of the European Oak Bark Beetle, *Scolytus Intricatus* (Ratz.) (Col., Scolytidae) in the Northern Parts of Germany (BRD) ». *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie* 97 (1-5): 153-62. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1984.tb03731.x>.
- Duperier S., Marjou M., Goudet M., Grosdidier M., Husson C., Tassus X., Soubeyrand S. (2023). Mapping relative risk of pest introduction based on quantitative expert assessments. *in prep*.
- EFSA, PLH Panel, 2018. « Pest categorisation of *Bretziella fagacearum* ». European Food Safety Authority. 2018. <https://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/5185>.
- EFSA, 2019. « Pest Categorisation of *Pseudopityophthorus Minutissimus* and *P. Pruinosis* ». *EFSA Journal* 17 (1): e05513. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5513>
- EFSA, 2020. « Commodity risk assessment of oak logs with bark from the US for the oak wilt pathogen *Bretziella fagacearum* under an integrated systems approach ». European Food Safety Authority. 2020. <https://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/6352>.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 1997. Data sheets on quarantine pests: *Ceratocystis fagacearum*. In: Smith IM, McNamara DG, Scott PR, Holderness M (eds.). *Quarantine Pests for Europe*, 2nd ed. CABI/EPPO, Wallingford, 1425 pp.
- French, D.W. and W.C. Stienstra, 1980. Oak Wilt. Extension Folder 310 - Revised 1980. Agricultural Extension Service, University of Minnesota. 6 pp.
- Genebes L., Renaud A., Sémécurbe F., (2018) – Le lissage spatial (Chapitre 8), in Loonis, V. (dir.), *Manuel d'analyse spatiale, Méthodes n°131*, INSEE, Montrouge, France.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

- Juzwik, Jennifer, David N. Appel, William L. MacDonald, et Susan Burks. 2011. « Challenges and Successes in Managing Oak Wilt in the United States ». *Plant Disease*. 95(8): 888-900. 95 (8): 888-900. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0944>
- MacDonald, W. L., J. Pinon, F. H. Tainter, et M. L. Double. 2001. « European Oaks - Susceptible to Oak Wilt? » *Shade Tree Wilt Diseases. Proceedings from Wilt Diseases of Shade Trees: A National Conference*, St. Paul, Minnesota, USA, 25-28 August, 1999, 131-37
- Parnell, S., Gottwald, T. R., Riley, T., & Van Den Bosch, F. 2014. A generic risk-based surveying method for invading plant pathogens. *Ecological Applications*, 24(4), 779-790. <https://doi.org/10.1890/13-0704.1>
- Pinon J, Irwin H, MacDonald W and Tainter H, 1997. The susceptibility of European oaks to oak wilt. *Phytopathology*, 87, S114. Rexrode CO and Brown D, 1983. Oak wilt. *Forest Insect & Disease Leaflet 29*, USDA, Forest Service. Available online: https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev2_043443.pdf
- Robinet, Christelle, Jacob C. Douma, Dominique Piou, et Wopke van der Werf. 2016. « Application of a wood pathway model to assess the effectiveness of options for reducing risk of entry of oak wilt into Europe† ». *Forestry: An International Journal of Forest Research* 89 (4): 456-72. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw029>.
- Yates, M. G. 1984. « The Biology of the Oak Bark Beetle, *Scolytus Intricatus* (Ratzeburg) (Coleoptera: Scolytidae), in Southern England ». *Bulletin of Entomological Research* 74 (4): 569-79. <https://doi.org/10.1017/S0007485300013948>

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

ANNEXE :

Références bibliographiques associées au tableau de synthèse produit à l'initiation de l'EP pour déterminer les facteurs de risque d'entrée et d'établissement :

- Appel, D. N., T. Kurdyla, et R. Lewis. 1990. « Nitidulids as Vectors of the Oak Wilt Fungus and Other Ceratocystis Spp. in Texas ». *European Journal of Forest Pathology* 20 (6-7): 412-17. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1990.tb01156.x>.
- Boyce, J. Jr. Relation of precipitation to mat formation by the oak wilt fungus in North Carolina. *Plant Dis. Rep* 41, 948 (1957)
- Bretz, T. W., et W. G. Long. 1950. « Oak Wilt Fungus Isolated from Chinese Chestnut. » *Plant Disease Reporter* 34 (10). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19511100704>.
- Campbell, Robert N., et David W. French. 1955. « Moisture Content of Oaks and Mat Formation by the Oak Wilt Fungus ». *Forest Science* 1 (4): 265-70. <https://doi.org/10.1093/forestscience/1.4.265>.
- COL (Catalogue of life) <https://www.catalogueoflife.org/>
- Chalkley, D. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. . Invasive Fungi. Oak Wilt - *Ceratocystis fagacearum*. 2016, from /sbmlweb/fungi/index.cfm .
- Chalkley, D. 2021. « Diagnostic Fact Sheet for *Ceratocystis fagacearum* ». 2021. <https://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/factsheets/index.cfm?thisapp=Ceratocystisfagacearum>.
- Curl, E. A. Natural availability of oak wilt inocula. *Illinois Nat. Hist. Survey Bull.* 026(03), 277–323 (1955).
- Doganlar, M., et R. Schopf. 1984. « Some Biological Aspects of the European Oak Bark Beetle, *Scolytus intricatus* (Ratz.) (Col., Scolytidae) in the Northern Parts of Germany (BRD) ». *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie* 97 (1-5): 153-62. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1984.tb03731.x>.
- EFSA, PLH Panel. 2018. « Pest categorisation of *Bretziella fagacearum* ». European Food Safety Authority. 2018. <https://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/5185>.
- EFSA. 2019a. « Pest Categorisation of *Pseudopityophthorus minutissimus* and *P. pruinus* ». *EFSA Journal* 17 (1): e05513. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5513>.
- EFSA. 2019b. « Pest Categorisation of *Arrhenodes minutus* ». *EFSA Journal* 17 (2): e05617. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5617>.
- EFSA. 2020. « Commodity risk assessment of oak logs with bark from the US for the oak wilt pathogen *Bretziella fagacearum* under an integrated systems approach ». European Food Safety Authority. 2020. <https://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/6352>.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiologie en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 1997. Data sheets on quarantine pests: *Ceratocystis fagacearum*. In: Smith IM, McNamara DG, Scott PR, Holderness M (eds.). *Quarantine Pests for Europe*, 2nd ed. CABI/EPPO, Wallingford, 1425 pp.
- Epstein, A. H. 1978. Root graft transmission of tree pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 16:181-192.
- Gibbs, J. N. 1984. « Oak Wilt. » *Oak Wilt.*, n° No. 126.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19840519670>.
- Gibbs, J. N, et D. W. French. 1980. *The Transmission of Oak Wilt*. North Central Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility) <https://www.gbif.org/fr/>
- Harrington, T. C. 2013. « Ceratocystis Diseases. » In *Infectious Forest Diseases*, édité par P. Gonthier et G. Nicolotti, 230-55. Wallingford: CABI.
<https://doi.org/10.1079/9781780640402.0230>.
- Jagemann, Stephanie M, Jennifer Juzwik, Patrick C Tobin, et Kenneth F Raffa. 2018. « Seasonal and Regional Distributions, Degree-Day Models, and Phoresy Rates of the Major Sap Beetle (Coleoptera: Nitidulidae) Vectors of the Oak Wilt Fungus, *Bretziella fagacearum*, in Wisconsin ». *Environmental Entomology* 47 (5): 1152-64. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy080>.
- Juzwik, J., T. C. Skalbeck, et M. F. Neuman. 2004. « Sap Beetle Species (Coleoptera : Nitidulidae) Visiting Fresh Wounds on Healthy Oaks during Spring in Minnesota ». *Forest Science* 50 (6): 757-64.
- Juzwik, Jennifer, David N. Appel, William L. MacDonald, et Susan Burks. 2011. « Challenges and Successes in Managing Oak Wilt in the United States ». *Plant Disease*. 95(8): 888-900. 95 (8): 888-900. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0944>.
- MacDonald, W. L., J. Pinon, F. H. Tainter, et M. L. Double. 2001. « European Oaks - Susceptible to Oak Wilt? » *Shade Tree Wilt Diseases. Proceedings from Wilt Diseases of Shade Trees: A National Conference, St. Paul, Minnesota, USA, 25-28 August, 1999*, 131-37.
- Menges ES, 1978. Patterns of oak mortality in Midwestern oak forests. *Proceedings of the Central Hardwood Forestry Conference*, 2, 508– 528.
- Pasqual C, Kovar I, van Vondel BJ and Audisio P, 2013. Fauna Europaea: Nitidulidae, Cryptarchinae. *Cryptarcha* spp. Fauna Europaea version, 2017, 06. Available online: <https://fauna-eu.org>
- PHRAU (Plant Health Risk Assessment Unit du gouvernement du Canada), 2019 - <https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/phytoravageurs-especes-envahissantes/maladies/fletrissement-du-chene/fiche-de-renseignements/fra/1325629194844/1325632464641#shr-pg0>
- Pinon J, Irwin H, MacDonald W and Tainter H, 1997. The susceptibility of European oaks to oak wilt. *Phytopathology*, 87, S114.

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>

- Prey A and Kuntz JE, 1995. Epidemiology of oak wilt outside of Texas. In DN Appel, RF Billings (eds.). *Oak Wilt Perspectives: The Proceedings of the National Oak Wilt Symposium*. June 22–25, 1992, Austin, TX. Information Development Inc., Houston, TX, pp. 15-20.
- Robinet, Christelle, Jacob C. Douma, Dominique Piou, et Wopke van der Werf. 2016. « Application of a wood pathway model to assess the effectiveness of options for reducing risk of entry of oak wilt into Europe† ». *Forestry: An International Journal of Forest Research* 89 (4): 456-72. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw029>.
- Sinclair, Wayne A., et Howard H. Lyon. 2005. « Diseases of Trees and Shrubs ». *Cornell University Press* (blog). 2005. <https://www.cornellpress.cornell.edu/book/9780801443718/diseases-of-trees-and-shrubs/>.
- Tainter, F. H., W. L. MacDonald, et E. J. Harner. 1984. « Survival of the Oak Wilt Fungus in Air-Dried Lumber ». *European Journal of Forest Pathology* 14 (1): 9-16. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1984.tb00148.x>.
- University of California Statewide IPM Program
<https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/fig/Driedfruit-beetles/>
- Webber, J. F., et C. M. Brasier. 1984. « The Transmission of Dutch Elm Disease: A Study of the Process Involved. » *Invertebrate-Microbial Interactions*, 271-306.
- Webber J, 2015. Rapid pest risk analysis (PRA) for *Ceratocystis fagacearum*. Forest Research, Alice Holt, UK, 23
<https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPra.cfm?id=4097>
- Yates, M.G. 1981 The subcortical fauna of oak: scolytid beetles as potential vectors of oak wilt disease. In: Last, F.T.; Gardiner, A.S., (eds.) *Forest and woodland ecology: an account of research being done in ITE*. Cambridge, NERC/Institute of Terrestrial Ecology, 116-117. (ITE Symposium, 8).
- Yates, M. G. 1984. « The Biology of the Oak Bark Beetle, *Scolytus intricatus* (Ratzeburg) (Coleoptera: Scolytidae), in Southern England ». *Bulletin of Entomological Research* 74 (4): 569-79. <https://doi.org/10.1017/S0007485300013948>.

En complément, interrogation de l'outil Florilège :

« Taxon lives in Habitat » : 11 relations

<http://migale.jouy.inra.fr/Florilege/#&searchByTaxon=Bretziella%20fagacearum>

Conformément aux productions réalisées par la Plateforme d'Épidémiosurveillance en Santé Végétale (ESV), celle-ci donne son droit d'accès à une utilisation partielle ou entière par les médias, à condition de ne pas apporter de modification, de respecter un cadre d'usage bienveillant et de mentionner la source © <https://www.plateforme-esv.fr/>