Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE
L'ALIMENTATION

Direction Générale de l'Alimentation
Sous-Direction de la Qualité, de la Santé et de la Protection des Végétaux

Département de la santé des forêts

Sommaire

Actualité sylvosanitaire

1 Bilan phytosanitaire 2019

Entomologie

2 Interactions entre chêne et processionnaire
3 Projet Prophet

Forêt

4 Changement climatique et mortalités des arbres

Pathologie

5 Conclusions du projet DoLar

LA LETTRE DU DSF

N° 55 – JANVIER 2020

2018, *annus horribilis* ? *Bis repetita non placent* ! L'année 2019 a pourtant suivi le même chemin que la précédente : canicules et sécheresses se sont abattues avec vigueur sur les forêts métropolitaines. Pour le plus grand plaisir des ravageurs déjà installés : scolytes de l'épicéa, rejoints maintenant par ceux du sapin et du pin. Et le hêtre ? Le printemps n'a pas toujours été facile dans l'est pour cette essence. Pour l'instant, rien du côté du chêne… mais la vigilance reste de mise !

Fabien Caroulle
Département de la santé des forêts

La **Lettre du DSF** est destinée principalement aux correspondants-observateurs et aux partenaires du Département de la santé des forêts. Elle diffuse des informations brèves à caractère technique et scientifique sur les problèmes phytosanitaires forestiers au sens large, qu'ils soient nationaux ou internationaux, et se fait l'écho des activités et informations propres au DSF. À parution régulière, elle est ouverte aux suggestions de chacun, et peut publier des textes courts.
La Lettre du DSF est également accessible sur Internet à l'adresse :
http://agriculture.gouv.fr/suivi-de-la-sante-des-forets
Il est également possible de s'abonner à la version électronique de la Lettre du DSF à partir de cette adresse.

La Lettre du DSF n° 55 – Janvier 2020
Directeur de la publication : Frédéric Delport
Rédacteur en chef : Fabien Caroulle
Ont collaboré à cette lettre : Les CO et les pôles de la santé des forêts, Christophe Bailly, résumés de thèses de Thomas Damestoy et Adrien Taccoen.

Département de la santé des forêts - 251 rue de Vaugirard 75732 Paris cedex 15
Tél. : 01 49 55 51 95
Mél : dsf.sdqspv.dgal@agriculture.gouv.fr

1 Bilan sylvosanitaire de l'année 2019

▪ Au cours de l'été 2019, toute la France a été le théâtre de deux **canicules** d'une intensité exceptionnelle, à la fin des mois de juin et de juillet. Les records de températures maximales ont à cette occasion été largement dépassés, atteignant les 40°C et plus dans le nord de la France, à plus de 10°C au-dessus des normales saisonnières. Avec les sécheresses de 2019 et 2018, les peuplements forestiers métropolitains ont donc subi une accumulation jusqu'ici inédite de conditions climatiques défavorables : leurs conséquences vont sans nul doute se poursuivre dans les années à venir, sans qu'il soit possible à l'heure actuelle d'en augurer l'ampleur. Déjà, les mentions d'importantes dégradations sanitaires imputables aux conditions extrêmes de 2018 se sont multipliées dans l'ensemble du pays, essentiellement sur résineux (douglas, sapin, épicéa, pin sylvestre), mais également sur hêtre, pour lequel le début de printemps a été marqué par des débourrements très perturbés.

▪ Une chute de **neige lourde** en novembre a occasionné des bris de branches et de cimes de feuillus (chênes de Saône-et-Loire) et aussi de mélèzes (dont les aiguilles, anormalement, n'étaient pas encore tombées) et de pin noir dans le sud des Alpes (Drôme, Hautes-Alpes).

▪ Des dégâts dus aux **vents violents** survenus sur les couloirs de parcours des orages estivaux se sont manifestés en Côte-d'Or, Haute-Saône, Savoie et Haute-Savoie (autour de la commune de Magland, ce sont 350 hectares, pour un total d'environ 45 000 m^3 de bois qui ont été dévastés)



Figure 1 Peuplement ravagé sur la commune de Magland (Haute-Savoie)

Photo : Olivier Cretin-Maïtenaz

▪ Le **gel** du début du mois de mai a engendré un rougissement marqué des hêtraies de montagne au-dessus de 1000 mètres d'altitude en particulier. La refeuillaison s'est faite avec difficulté sur tous les massifs. Les chênes en cours de débourrement en plaine ont également souffert de cette gelée tardive (notamment dans le Doubs, l'Allier et la Vienne). Quelques dégâts ont également été identifiés sur les plantations de l'année (épicéa, mélèze, chêne) notamment dans l'Isère, la Vienne et le Jura.

▪ Des **dégâts de grêle** en lien avec des orages impressionnants ont eu lieu à la mi-juin (Ardèche, Drôme) et début juillet (Loire, Hautes-Alpes). Les dégâts les plus forts concernent les pins qui rougissent, conséquence de la prolifération du **sphaeropsis des pins**. Le rougissement est parfois très rapide (en une quinzaine de jours comme à Peyrins dans la Drôme). Sur les secteurs touchés, les feuillus et les mélèzes présents ont vu leur feuillage haché mais ils ont été reconstitués rapidement par la suite.



Figure 2 Rougissement de pins noirs suite à une chute de grêle (Drôme).

Photo : Pierre Tabouret

▪ La **sécheresse** amorcée à l'été 2018, qui s'est poursuivie au cours de l'automne et de l'hiver 2018/2019 a repris avec vigueur au cours de l'été 2019. Les précipitations ont été contrastées : si la sécheresse a sévi uniformément sur les plaines de l'est, de la Lorraine à l'Allier, les façades de la Manche et surtout de l'Atlantique ont connu un été correctement voire généreusement

arrosé. Les situations ont été encore plus hétérogènes dans le sud de la France ainsi qu'en Franche-Comté du fait des orages, souvent intenses. De fait, les Alpes, la partie supérieure de la vallée du Rhône et surtout la Corse ont connu des excédents de pluviométrie parfois importants alors que la sécheresse régnait intensément sur le pourtour méditerranéen. Dans ce contexte, les jaunissements voire les rougissements de houppier sur feuillus, douglas et pin sylvestre se sont multipliés dans le paysage, par tâches. Ces conditions de stress ont ainsi contribué à un affaiblissement généralisé des arbres, les rendant plus vulnérables aux différents pathogènes et ravageurs opportunistes, en premier lieu, les scolytes.

Sur pins…

- Depuis l'automne et la sortie de l'hiver 2018/2019, les pins sont concernés par des mortalités significatives mais disséminées, dans lesquelles est impliqué un cortège de bioagresseurs de faiblesse tirant profit des conditions de sécheresse estivale de ces dernières années : **bupreste bleu des pins**, **sténographe, hylésine**, **pissode du pin**, et bien sûr **sphæropsis des pins**. Des buprestes du genre *Melanophila*, considérés jusqu'à maintenant comme rares pourraient également être plus impliqués qu'on ne le croyait jusqu'alors. Le phénomène est général sur l'ensemble du territoire mais plus particulièrement visible sur les bordures des grands massifs montagneux : sud des Alpes, pourtour du Massif central, Pyrénées-Orientales… Les lisières ou les zones les plus atteintes par les sécheresses sont d'autant plus concernées par le phénomène. Parmi les essences de pins, c'est très majoritairement le pin sylvestre qui est le plus touché : la diversité des facteurs secondaires impliqués dans le processus suggère une vulnérabilité forte de l'essence aux sécheresses extrêmes. Ce processus n'est pas nouveau, et a déjà été identifié les années précédentes en lien avec les conséquences des sécheresses estivales passées (Lettre du DSF n° 52 et Lettre du DSF n°54), et les mêmes causes produisant les mêmes effets, il y a fort à penser qu'il perdurera dans les mois à venir.



Figure 3 : décollements d'écorce sur tronc de hêtre suite à la canicule 2018

Photo : Guillaume Klein

- Les conditions climatiques ont été très favorables à la **chenille processionnaire du pin** au cours de son développement. L'insecte est en phase épidémique dans le massif landais, à la fois sur les placettes d'observation et au niveau de l'importance des dégâts observés, notamment dans le cœur du massif. De même, les niveaux de population ont tendance à remonter dans les Alpes-de-Haute-Provence et les Alpes-Maritimes. A l'inverse, après deux années de forts dégâts, les populations du sud du Massif central et de l'est pyrénéen sont en phase de rétrogradation. En ce qui concerne le front de progression, la **processionnaire du pin** a atteint l'extrême nord du département des Côtes-d'Armor (Ploubazlanec) et a progressé de plusieurs kilomètres dans le sud-ouest du Massif central (Cantal, plateau de Millevaches).



Figure 4 Défoliation de processionnaire dans l'Aube

Photo : Bernard Bouchet

▪ **La maladie des bandes rouges** s'est exprimée à un niveau faible en 2019, conséquence des conditions climatiques de l'été 2018. C'est surtout sur le piémont pyrénéen que les principaux dégâts ont été notés (Pyrénées-Atlantiques, Ariège). Conséquence du ralentissement de cette maladie, l'aspect général des peuplements de pin laricio de Corse s'est sensiblement amélioré.

▪ En 2019, des attaques aussi fortes qu'inhabituelles de **rouille vésiculeuse du tronc** ont eu lieu dans des peuplements très localisés du massif landais. Les premiers symptômes ont été observés dès la fin du mois de mars sur de très jeunes peuplements situés à Léon (Landes) et dans les alentours immédiats. L'état des parcelles s'est fortement dégradé par la suite pour atteindre, à l'automne, jusqu'à 80 % de tiges affectées. Les plants présentaient des dessèchements partiels ou totaux des aiguilles et des branches situées au-dessus du chancre sur le tronc portant les vésicules orangées. Des écoulements de résine étaient également visibles. La zone chancreuse constitue un point de moindre résistance mécanique à la casse et ce d'autant plus que les écoulements de résine attirent la pyrale du tronc. Des attaques identiques avaient été signalées entre 2015 et 2017 dans quelques communes des Landes et de Charente-Maritime toujours sur pin maritime (Lettre du DSF n°52). L'importance des signalements dans le secteur de Léon est probablement à mettre en rapport avec la présence de cultures de pivoine à proximité des peuplements atteints, la pivoine constituant un des hôtes alternants dans la réalisation du cycle complet de la maladie. Par la suite, la forte pluviométrie de l'automne a vraisemblablement favorisé la fructification du champignon. A ce stade d'évolution de la maladie, la présence d'hôtes alternants n'est plus nécessaire pour assurer de nouvelles fructifications du champignon et les contaminations des pins voisins. Les dégâts sont apparus d'autant plus conséquents que les plants étaient probablement affaiblis par d'autres ravageurs, tels que le gibier, la pyrale du tronc, le pissode, dont la présence a été constatée sur les parcelles atteintes.



Figure 5 Ecoulements de résine dus à la pyrale du tronc, qui ont attiré l'attention : la cochenille du tronc du pin maritime est présente dans les anfractuosités de l'écorce.

Photo : Jérôme Gaudry

▪ En Vendée et dans la Sarthe, un nombre non négligeable de peuplements de pin maritime présentant des écoulements de résine et des traces de pics se sont révélés être porteurs de **cochenille du pin maritime**. La présence de ce ravageur, plutôt habitué au sud-est de la France et à la Corse, a surpris les forestiers locaux, d'autant que des peuplements déjà bien installés ont été touchés. A l'heure actuelle, son incidence sur les peuplements de pin maritime probablement d'origine landaise reste mesurée. A noter qu'en Corse le front de colonisation continue de progresser en direction des peuplements patrimoniaux de pin maritime de Corse-du-Sud.

▪ Des signalements d'**hylésine des pins** ou d'**hylésine destructeur** ont été effectués sur pin d'Alep dans les Bouches du Rhône, sur pin maritime dans les Pyrénées-Orientales.

▪ Les dégâts d'**hylobe** sur plantations de pins ont été quasiment absents cette année.

▪ Le plan de surveillance du **nématode du pin** s'est poursuivi selon les mêmes modalités que les années

précédentes, à savoir, pour les correspondants-observateurs du DSF, la localisation des peuplements de pins dépérissants et une participation aux piégeages de *Monochamus*, l'insecte vecteur du nématode. Des personnels des FREDON ou des SRAL ont aussi été associés à cette recherche. À ce jour, le nématode n'a pas été détecté en forêt mais le risque d'introduction est réel et invite à redoubler de vigilance : en 2019, la détection de nématodes du pin vivants sur palettes est venu le confirmer. Cependant en l'absence de son vecteur dans les palettes contaminées, le nématode ne peut pas se disséminer. Ces détections sur produit bois transformé ont entraîné un renforcement du plan de surveillance.

Sur douglas…

▪ Les conditions exceptionnellement sèches et chaudes de l'été 2019, cumulées avec celles de l'été 2018, ont provoqué des chutes d'aiguilles, des descentes de cime, voire des mortalités isolées dans les peuplements adultes. Ce sont dans les secteurs les moins arrosés ces deux dernières années que ce phénomène a été le plus prégnant : les plaines de l'Est et du Centre (Bourgogne à l'exclusion du Morvan, Moselle, Bas-Rhin, Allier). Les conséquences ont été moins marquées dans le reste du territoire. En outre, les atteintes sont en général strictement abiotiques : les rares attaques de scolytes observées sur douglas sont en général à mettre en relation avec d'autres peuplements résineux touchés, en général, des sapins.

▪ La présence de la **cécidomyie des aiguilles du douglas**, détectée en 2015 en Wallonie, s'étend dans le nord de la France : elle progresse désormais vers l'ouest (dans l'Aisne et l'Oise) et vers le sud (dans l'Yonne, la Côte d'Or, le nord de la Haute-Saône, le sud des Vosges et de l'Alsace). A l'heure actuelle, l'impact de cet insecte n'est pas clairement établi, même si en 2019 son action sur le feuillage a paru plus tangible dans les houppiers. Le DSF a élaboré avec ses homologues wallons de l'OWSF une enquête destinée à estimer les dégâts de cette petite mouche sur les jeunes plantations et les peuplements adultes. Les premiers résultats sont attendus courant 2020.



Figure 6 Dégât de la cécidomyie des aiguilles du douglas

Photo : François-Xavier Saintonge

▪ Les attaques d'**hylobe** sur les jeunes peuplements ont en moyenne été en deçà de la moyenne de ces dix dernières : rapporté à l'ensemble des plants de douglas installés, on a ainsi moins de 1 % de plants morts et 2 % de plants touchés (et encore vivants) par ce ravageur. Néanmoins, la sécheresse peut amplifier l'ampleur des attaques en restreignant la capacité des plants à réagir.

▪ Des **nécroses cambiales en bandes** qui déprécient les bois et conduisent au dépérissement des tiges ont été signalées à de multiples reprises, notamment en Bourgogne. Malgré d'importantes recherches de l'INRAE, les éléments causaux de ce phénomène très impactant demeurent mal compris. En outre, en lien avec les conditions de cet été, des **fentes de sécheresse**, occasionnant d'importants écoulement de résine, ont été détectées au cours de cet automne.

▪ Le **rougissement physiologique** a touché quelques jeunes plantations sur versant nord, entre 800 et 1100 mètres d'altitude dans l'est du Massif central (Ardèche, Loire, Haute-Loire, Puy-de-Dôme), mais l'impact est resté modéré : 15% des tiges étaient touchées en moyenne.

▪ La **rouille suisse du douglas** a peu impacté l'essence en 2019.

Sur mélèzes…

- Les prospections de ***Phytophthora ramorum*** sur mélèze du Japon le long de la façade atlantique ont permis de confirmer le confinement du pathogène aux foyers bretons initialement identifiés : aucun nouveau peuplement contaminé n'a été retrouvé. Sur le site des foyers initiaux, après les mesures de lutte obligatoire mises en œuvre en 2018 et 2019 consistant en l'exploitation et au traitement spécifique de tous les mélèzes, la présence du pathogène n'a pas été mise en évidence, ni sur les jeunes semis de mélèze encore en place, ni sur d'autres hôtes sensibles comme le châtaignier.

- La **tordeuse grise du mélèze d'Europe** a été très discrète cette année : elle n'a pas causé de défoliation.

- Dans les Hautes-Alpes, les peuplements ont été touchés par les coups de vent du début de l'année et un épisode de grêle en juillet.

- Localement, des houppiers clairs et rougissants ont été identifiés à basse altitude dans le Gapençais, en lien avec les sécheresses printanière et estivale ou des attaques de scolytes.

Sur épicéas…

- L'année 2019 a été marquée par la poursuite et l'aggravation dans l'est de la France de l'épidémie de scolytes (typographe, chalcographe) parmi les peuplements d'épicéas. Ces dégâts concernent prioritairement les massifs de plaine (Bourgogne, Meuse, Ardennes, Meurthe-et-Moselle), mais aussi le Morvan, les Vosges et le premier plateau du Jura jusqu'à une altitude de 900 mètres environ. Les facteurs impliqués dans le maintien de cette phase épidémique sont la grande présence d'insectes liée à la pullulation de 2018, une douceur exceptionnelle de l'hiver (les premiers rougissements et les premiers vols d'insectes ont été repérés dès le mois de mars en forêt de Verdun) et bien sûr les épisodes de sécheresses et de chaleurs qui ont sévi tout au long de 2019. Ces conditions climatiques ont permis à la fois un affaiblissement des arbres et une accélération du cycle de développement des insectes autorisant deux à trois générations sur une majeure partie de la zone de pessières, en-dehors des altitudes les plus élevées. En outre, transportés par ces scolytes, des agents pathogènes de bleuissement bloquant la sève brute sont également observés (*Ophiostoma sp*). Les estimations à dire d'experts des volumes d'épicéa scolytés s'élèvent désormais à 7 millions de m^3 cumulés pour les années 2018 et 2019. Tout en essayant de juguler l'extension de la pullulation par un repérage précoce des foyers de scolytes, les coupes sanitaires s'organisent dans les peuplements atteints, en vertu d'arrêtés préfectoraux. Mais face à une situation sans précédent et à des volumes de bois scolytés qui ne cessent d'augmenter, c'est toute la filière forêt/bois qui se retrouve déstabilisée et qui tente de s'organiser (comme par exemple avec la charte de gestion de la crise « Scolytes », signée par FiBois Grand Est et Bourgogne Franche-Comté le 6 juillet 2019). Dans ce contexte, un régime d'aides à l'exploitation et la commercialisation des bois scolytés a été déployé (pour un montant de 6 millions d'euros) et se trouve en cours de déploiement. En dehors de l'est de la France, les seuils épidémiques ont été franchis dans l'Ain, avec de forts dégâts. En revanche, dans la majeure partie du Massif central, même si le niveau des populations de scolytes est en augmentation constante, il n'a pas encore dépassé le niveau endémique, sauf dans le sud, si l'on prend en considération la multiplication de petits foyers.



Figure 7 Les typographes au travail : une quantité impressionnante de sciure au pied des arbres.

Photo : Bernard Bouchet

▪ Le **fomès** continue d'être signalé sur le territoire. En Savoie, il est trouvé dans des peuplements d'altitude vieillissants (150 ans à 1500 mètres). Sa présence marquée fragilise les peuplements qui deviennent ainsi plus sensibles aux chablis. L'enquête nationale réalisée sur la période 2016 à 2019 permet de mieux caractériser la présence du pathogène. Un bilan préliminaire fait état d'un impact massif du fomès dans le Limousin, en Auvergne et dans les Ardennes, dans les peuplements les plus âgés et après un antécédent agricole (culture, pâture et landes).

▪ En fin d'année 2019, les forestiers suisses ont détecté un nouveau scolyte originaire d'Europe du Nord et de l'Est, ***Ips duplicatus***. Une surveillance accrue s'exercera sur les massifs jurassien et vosgien dès le printemps 2020 par les correspondants-observateurs du DSF locaux, afin de détecter la présence ou, l'absence, de ce parasite de faiblesse sur épicéa.

▪ Suite au gros coup de **gel** du début du mois de mai, des rougissements sur de jeunes peuplements venant de débourrer ont été signalés sur épicéa commun dans les massifs montagneux et sur épicéa de Sitka en Bretagne.

▪ On a pu noter dans le Massif central et les Alpes (Loire, Puy-de-Dôme, Aveyron, Savoie) quelques signalements de **dendroctone** à un niveau proche de l'endémie. L'épicéa de Sitka s'est distingué par sa sensibilité prononcée à ce scolyte.

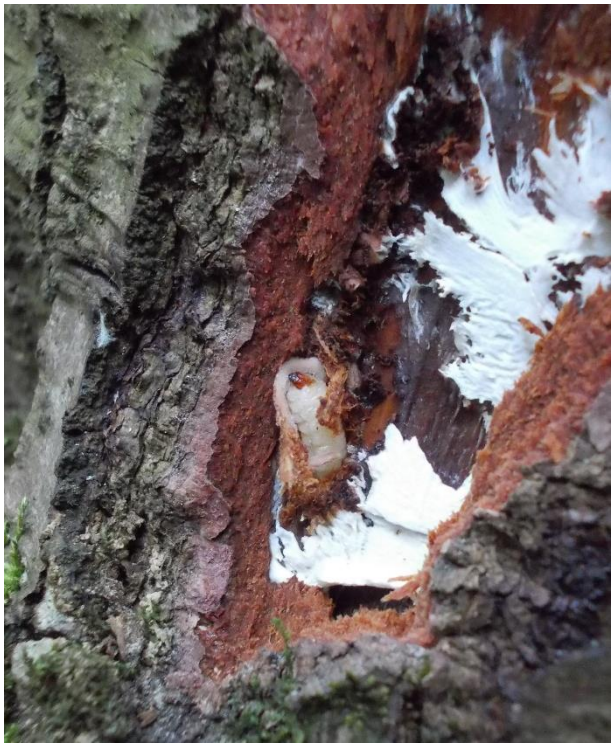


Figure 9 Palmettes d'armillaire et larve de pissode sur sapin pectiné

Photo : Bruno Guespin



Figure 8 Rhagies inquisitrices dans leur loge nymphale

Photo : Fabien Kilque

Sur sapins…

▪ Nécessitant une forte humidité (en particulier atmosphérique), les sapinières font face depuis plusieurs années à des épisodes de sécheresse et de chaleur exceptionnelles défavorables, ce qui n'a pas manqué de susciter des rougissements de houppiers à partir de l'automne 2018. Ceux-ci sont allés s'amplifiant au printemps 2019, avec la reprise de l'activité physiologique. Conjuguées au stress hydrique de 2018, les attaques des insectes cambiophages du sapin (**spinidenté**, **curvidenté**, **scolyte de Vorontzow**, éventuellement **pissode**) ont ciblé les arbres affaiblis. L'effet des dommages est très lié à l'orientation, l'altitude

et à l'état sanitaire préalable des sapinières. Si les peuplements en limite d'aire, sur sol superficiel ou à exposition méridionale, sont les plus sujets à ce phénomène, toute l'aire de présence de l'essence a cependant été touchée. Témoins d'un extrême affaiblissement des arbres, des insectes xylophages ont parfois été observés conjointement à des scolytes en cours d'attaques, telle la rhagie inquisitrice ou le scolyte noir du Japon (*Xyleborus germanus*). Consécutivement à la sécheresse et à la chaleur exceptionnelle de l'été 2019, de nouveaux dommages sont à redouter pour le printemps 2020. En outre, la continuation de cette crise du sapin dans les années à venir sera très dépendante des conditions climatiques de 2020.

- Des peuplements matures de **sapin de Vancouver** sont encore présents dans l'ouest du Cantal, bénéficiant des précipitations de cette zone habituellement bien arrosée. Or, la sécheresse n'a pas épargné cette région, et l'état sanitaire des peuplements qui y sont présents s'est dégradé très rapidement depuis le printemps. Le développement épidémique des scolytes *Pityokteines* est à l'origine de mortalités rapides pouvant atteindre en un seul cycle 90 % des arbres des peuplements.

- Les signalements sur **sapin de Nordmann** sont en forte augmentation en 2019. Il s'agit de rougissements par tâches attribués à la sécheresse et aux attaques de scolytes *Pityokteines*, principalement curvidenté ; l'armillaire étant parfois signalée. La principale zone touchée est le sud du Massif central, mais on trouve des signalements également dans le Jura, la Saône-et-Loire et la Côte d'Or. Cela confirme la résistance limitée de ce sapin aux fortes sécheresses.

Sur cèdre de l'Atlas…

- Dès le printemps, se sont produits d'étonnants jaunissements et des chutes d'aiguilles sur des peuplements de cèdres adultes dans le Tarn et l'Aveyron, avec parfois une perte quasi-totale du feuillage, à l'exception de la dernière année d'aiguille. L'analyse des résultats de laboratoire a montré seulement quelques parasites de faiblesse et on peut rapprocher ce phénomène de l'enchaînement entre les températures élevées de février, la fraîcheur des mois de mars et avril et la sécheresse hivernale. Ce phénomène est de plus en plus fréquent ces dernières années mais il n'a pas été observé de mortalité, pour l'instant, qui puisse lui être associé.



Figure 10 Sapins de Nordmann rougissants

Photo : Bruno Guespin

- A la fin du printemps, les fourreaux caractéristiques d'***Epinotia cedricola***, la mineuse du cèdre, ont pu être observés. Les rougissements de peuplement dans le bas des houppiers et les chutes d'aiguilles qui ont suivi ont été marqués sur le Lubéron et les Monts du Vaucluse (sur environ 1000 hectares). Il s'agit d'une attaque significative sur une surface importante, inédite dans ces massifs depuis le début des années 2000. Par ailleurs, des traces de la présence de cet insecte ont été retrouvées dans tout le sud-est du territoire.



Figure 11 Jaunissement d'aiguilles dû à la tordeuse du cèdre

Photo : Eric Jensel

- Des fentes de sécheresse associées à d'importants écoulements de résine ont été localement observées cet automne notamment sur les coteaux calcaires bourguignons (Côte-d'Or).

Sur peupliers…

- Les attaques de **rouilles foliaires du peuplier** et autres pathologies foliaires (comme le **marssonina**) ont été limitées cette année en raison des conditions climatiques peu propices à ces maladies.

- Les attaques de **puceron lanigère** du peuplier sont restées peu fréquentes cette année.

- Les rares signalements sur peupleraies ont concerné les atteintes de la sécheresse, sur peuplements vieillissants, colonisés par le gui ou ne connaissant plus de gestion populicole. Des cas de mortalités liées à la baisse du niveau de la nappe ont également été relevés. Les jeunes peupleraies fraîchement installées ont toutefois connu des difficultés de reprise plus marquées qu'à l'ordinaire.

Sur hêtre…

- La succession d'étés chauds et secs depuis 2015 et l'exceptionnel déficit hydrique 2018 ont abouti au phénomène marquant de 2019, à savoir les dépérissements de grande ampleur de hêtres adultes détectés en Franche-Comté et dans les Vosges au moment du débourrement. L'importance du phénomène tant par son impact au niveau des arbres que par son étendue (plusieurs milliers d'hectares) est de nature inédite. On a ainsi constaté une absence partielle ou totale de débourrement, des mortalités de branches voire d'individus, de la microphyllie, des écoulements corticaux, des craquellements d'écorce… Ponctuellement des parasites de faiblesse ont été repérés, en particulier des scolytes cambiophages et xylémophages (petit scolyte du hêtre, scolyte noir du Japon, agriles), des pathogènes de faiblesse (agents de chancre et pourridiés racinaires) et des *Phytophthora*. La mise en place de mesures de prophylaxie radicales n'est pas nécessaire, les ravageurs et agents pathogènes actuellement détectés sont uniquement des parasites de faiblesse et peu agressifs. Face à cette situation, le DSF a établi dès la fin de l'été des préconisations de martelage dans ces peuplements en crise sanitaire, afin de rester prudent dans les actions sylvicoles à mener et de ne pas aggraver les processus de dépérissement enclenchés. Pour suivre au mieux ceux-ci, un réseau de placettes d'observations a été installé dès l'été par les correspondants-observateurs du DSF des deux pôles concernés, afin de suivre la trajectoire des hêtres selon la sévérité des symptômes de dépérissements observés au printemps 2019. Concernant les facteurs de vulnérabilité (stationnels, sylvicoles…), ceux-ci vont être analysés plus en détails en 2020, avec l'appui d'INRAe, pour caractériser au mieux les conséquences des aléas climatiques de ces dernières années sur les hêtraies. Pour l'heure, ces dépérissements semblent limités dans les peuplements de basse altitude (inférieure à 600 mètres). La situation semble être plus prégnante dans des peuplements adultes à très gros bois, clairs (donc plus exposés au coup de chaleur) et installés dans des stations pourtant jugées favorables en matière de sylviculture. En termes de volumes récoltés de bois jugés dépérissants, on note une très forte progression dans la forêt publique de l'est de la France entre 2018 et 2019, qui s'accompagne aussi d'une perte de la qualité des bois (taches noires mouchetées, cœur rouge flammé…) En outre, si ces signalements concernent essentiellement l'est de la France, des symptômes analogues ont également été signalés dans le Cantal, l'Allier, en forêt de Vierzon (Cher) ou de Fontainebleau (Seine-et-Marne), ainsi qu'en Suisse. En Normandie et dans le nord de la France, si les houppiers ont paru plus clairs qu'à l'accoutumée, les symptômes n'ont pas atteint le niveau de ceux de l'est de la France. Après un nouvel été chaud et sec en 2019, une vigilance accrue devra à nouveau être portée dès le printemps 2020 sur ces hêtraies affaiblies.



Figure 12 Fortunes diverses des débourrements de hêtres en Franche-Comté, au printemps 2019...

Photo : François Sittre

▪ Le hêtre a été marqué, au début du mois de mai, par d'importants **dégâts de gel**, sur de nombreux massifs montagneux : Jura (vers 900 mètres d'altitude), Alpes du Nord, Vercors, Vosges, sud du Massif central (vers 1100 mètres) et Pyrénées (vers 1300 mètres).

▪ Une attention particulière a été portée dans le Grand Est et en Franche-Comté à la détection des ***Phytophthora*** (tests souvent réalisés in-situ, grâce au procédé Elisa). Pour l'heure, peu de cas ont été déclarés pour les trois dernières années. Il s'agit d'un phénomène mineur, mais les stress à répétition subis par les hêtraies pourraient favoriser le développement de ce pathogène.

▪ L'**orcheste du hêtre**, s'il a encore été signalé en 2019, s'est rendu responsable d'attaques moins marquées qu'en 2018.

Sur chênes…

▪ Suite aux canicules de 2019, des phénomènes de chutes de feuilles vertes ou de décurtations ont pu être observés localement sur chênes. Néanmoins, les chênaies n'ont pour l'instant pas encore donné d'indices d'affaiblissement global lié aux conditions climatiques de 2018 et de 2019. Cependant, dans le cas des chênaies, les symptômes de dépérissements déclenchés par le climat peuvent survenir plusieurs années après l'événement proprement dit… Il convient donc d'être vigilant dès à présent sur la situation sanitaire des chênes. Dans cette optique, le Département de la santé des forêts organisera au cours de l'hiver 2019-2020 une grande enquête pour évaluer l'état sanitaire de la chênaie française.

▪ Les populations de **bombyx disparate** ont singulièrement augmenté cette année, en particulier dans le sud et le centre de la France. Après des défoliations en Corse-du-Sud et dans les gorges de l'Ardèche en 2018, les signes d'une pullulation ont été visibles, dès l'hiver, dans les Maures mais surtout



Figure 14 Début juillet 2019 : le bombyx disparate n'a pas laissé grand-chose

Photo : Brigitte Mesnier

dans la forêt de Bouconne à l'ouest de Toulouse. Les défoliations ont eu lieu au mois de mai et juin pour prendre fin mi-juillet. On a pu noter des défoliations à hauteur de 10 000 hectares en Corse-du-Sud, 5 000 hectares dans les Maures (Var), 1 000 hectares en Val de Saône, mais aussi dans les gorges de l'Ardèche, dans le Midi, en Savoie, dans le



Figure 15 Châtaigneraie dévastée par l'encre en Sologne

Photo : Clément Deschamps



Figure 13 Nids de processionnaire sur chênes.

Photo : Jimmy Petit

Rhône, en Limousin, dans les Deux-Sèvres et en Alsace… Même lorsque les défoliations n'ont pas éclaté, la présence de chenilles a été détectée facilement dans de nombreux endroits, signe que la gradation nationale n'est pas terminée : la vigilance des correspondants-

observateurs du DSF sera à cet égard maintenue en 2020.

▪ Des défoliations parfois totales dues au **bombyx cul-brun** sont apparues sur des peuplements adultes au printemps en Côte d'Or, Saône-et-Loire, dans le bocage de l'Allier, la Loire, mais aussi en Haute-Loire et en Savoie… De nombreux nids sont détectés en cette fin d'année 2019, notamment en lisière, engendrant un risque de pullulation locale au printemps prochain.

▪ En 2019, l'attention des forestiers a été attirée par un développement sans précédent de la **processionnaire du chêne**. Les nombreux signalements réalisés par les CO du réseau permettent de suivre l'extension spatiale de la processionnaire du chêne : on la retrouve ainsi très fréquemment dans une très large zone allant de la Normandie aux versants occidentaux des Vosges et du Jura, mais aussi dans la basse vallée de la Loire et en Bourgogne. Pour autant, seules quelques rares défoliations, ont été signalées localement. Les foyers « historiques » du massif du Pays des Étangs et de la Meuse n'ont en revanche pas été réactivés.

▪ Plusieurs forêts du sud de l'Oise (en forêt domaniale de Compiègne notamment) ainsi que du nord des Vosges sont toujours concernées par un niveau élevé de populations de **hanneton forestier**, qui ne semblent pas diminuer en intensité. Les dégâts racinaires ont fortement compromis les reconstitutions de ces dernières années et prédisposent également les peuplements adultes ou subadultes aux dépérissements, spécialement dans le contexte climatique que l'on connaît. La situation de crise a justifié d'importantes mesures dérogeant à la gestion courante. Le phénomène semble se cantonner dans les forêts sur terrains sableux prioritairement.

▪ Le **bupreste des branches du chêne** reste toujours présent dans le sud de la France, en particulier le long du littoral de la Côte d'Azur, sur chêne vert ainsi que dans les régions Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Ile-de-France…

▪ Le début de printemps a été très particulier dans la **suberaie** des Maures avec une floraison abondante et une chute importante des feuilles anciennes. Ensuite, les attaques de bombyx ont concerné d'importantes zones dans les Maures et la Corse-du-Sud. Paradoxalement, il est possible que la défoliation de fin juin ait permis aux arbres attaqués de mieux supporter la canicule des 26-29 juin.

▪ L'année 2019 a été caractérisée par un niveau de dommages dus à l'**oïdium** en général limité, avec cependant quelques attaques consécutives aux pullulations de chenilles défoliatrices (en Bretagne et en Bourgogne en particulier).

▪ Les **défoliateurs précoces** n'ont occasionné que de faibles consommations de feuillage localement, en Bretagne, dans le département de la Meuse et dans le Puy-de-Dôme.

▪ En début d'été, de très fortes fructifications de **collybie à pied en fuseau** ont été notées localement (Yonne, Nièvre, Haute-Saône…) : il s'agit d'un champignon pourridié racinaire qui peut être considéré comme un facteur primaire à l'origine de dépérissements de chênaies âgées, et notamment de chênes pédonculés.

▪ Quelques attaques du **charançon sauteur du chêne** ont été signalées autour de Saumur, et dans la Vienne, occasionnant des défoliations modestes.

Sur châtaignier…

▪ L'état de la châtaigneraie devient de plus en plus préoccupant. **L'encre du châtaignier** est détectée sur la quasi-totalité du territoire. Dans les régions avec une pluviométrie abondante et sans accident climatique (Bretagne, Normandie, Hauts de France), les châtaigniers arrivent à se maintenir malgré un système racinaire endommagé. Les mortalités sont alors localisées aux secteurs les plus hydromorphes ou avec tassement de sol ou encore dans les peuplements ayant connu des éclaircies récentes. En région Centre-Val de Loire, Pays de la Loire et Ile-de-France, la sylviculture du châtaignier devient très difficile : des mortalités importantes sur plusieurs dizaines d'hectares sont ainsi relevées dans tous types de peuplement. L'avenir de l'essence dans les forêts du nord-ouest pose désormais question. Dans le sud de la France, on note une mortalité généralisée des rejets notamment dans l'Hérault et le Gard : d'autres essences (chêne vert, chêne pubescent et merisier) sont en train de se substituer au

châtaignier à des niveaux altitudinaux (400 mètres) qui s'avèrent désormais limites pour cette essence.

▪ Le **cynips du châtaignier** devient maintenant difficilement détectable dans les secteurs affectés il y a seulement quelques années : la régulation par son parasitoïde spécifique, ou éventuellement par d'autres antagonistes auxiliaires, participe donc bien à l'enrayement de ce ravageur.

Sur charme…

▪ Consécutivement au déficit hydrique de ces dernières années, et de 2018 en particulier, de nombreux cas de dépérissements voire de mortalités de charmes adultes présentant souvent la même symptomatologie que les hêtres dépérissants (ramifications fines présentes sans débourrement), se sont révélés au printemps en Franche-Comté, sur plateaux calcaires et versant essentiellement, avec des sols à faible réserve utile. Ponctuellement des parasites de faiblesse ont pu être mis en évidence sur ces dépérissements (agriles, armillaire, *Botryosphaeria dothidea*…), mais leur origine semble avant tout abiotique et liée aux conditions climatiques

▪ Les épisodes de sécheresse et de chaleur de l'été 2019 ont eu pour conséquence un jaunissement foliaire dès la mi-juillet sur les stations à plus fortes contraintes hydriques, et des chutes foliaires qui se sont généralisées notamment en Bourgogne à la fin août. De fortes fructifications ont souvent été observées.

▪ En Val de Saône (Côte-d'Or et Haute-Saône), des centaines d'hectares de chênaies-charmaies ont été totalement défoliées par des pullulations de bombyx disparate. Marginalement et de manière concomitante à ce ravageur, la nonne a pu être observée. Ce phénomène n'avait pas été observé en région depuis plus de 25 ans, une vigilance accrue sera encore de mise en 2020, ces phases épidémiques durant en règle générale entre deux et trois ans.

Sur érables …

▪ Comme en 2017 et 2018, plusieurs dépérissements parfois associés à une symptomatologie chancreuse ont été observées sur des peuplements adultes d'érables sycomores (Jura, Haute-Saône). Ces faciès sont liés à la présence de pathogènes de faiblesse et d'agents de chancre (*Botrytis* sp.*, Fusarium* sp.*, Gliocladium* sp.) et certainement aux conditions climatiques de ces dernières années.

▪ De nombreux cas de **maladie de la suie** ont été relevés sur des érables sycomores adultes, avec des dessèchements de feuilles et rameaux, des mortalités de branches, des décollement d'écorces et des nécroses sporulantes sur le tronc. Ce pathogène s'exprime classiquement durant 1 à 3 ans après des épisodes climatiques chauds et secs en été, comme en 1989-90 et 2003. L'année 2019 atteint son niveau de signalement le plus élevé depuis 1989 dans le nord de la France.

Sur frênes…

▪ La **chalarose** a désormais colonisé la quasi-totalité de l'ouest du territoire, tandis que la maladie a encore une fois marqué le pas dans le nord du département de la Gironde. Dans les zones les moins impactées, l'aspect des frênes s'est temporairement amélioré suite aux épisodes de chaleur estivale limitant la virulence du champignon. Cette limite thermique freine la progression du champignon en Occitanie et PACA.

▪ A l'inverse, les mortalités se sont accélérées pour les frênes présentant des nécroses importantes au collet dans la zone anciennement contaminée, révélant surtout la vulnérabilité des arbres au système racinaire détérioré face à la sécheresse. Les récoltes d'arbres très dépérissants se poursuivent.

Sur les autres feuillus…

▪ La **pyrale du buis** a continué sa progression dans les Alpes externes du sud, dans l'Ain, l'Ardèche, en Ariège et les Pyrénées-Orientales. En revanche, le département des Hautes-Alpes n'est pas touché pour l'instant. Dans les zones qui ont plus anciennement subi la pullulation, les populations de pyrale se sont effondrées, faute de nourriture ; mais le constat a aussi été fait dans les zones où le buis est encore vert, pour des raisons non élucidées (sécheresse ? canicule ? gelées tardives ?). Les buxaies ont pu réitérer, mais pas systématiquement : les sécheresses de 2018 et 2019 ont en effet pu perturber ce processus. Sur le réseau de

suivi des placettes mené par le DSF, la mortalité commence à être importante sur les sujets de faible diamètre.

▪ Les piégeages de ***Xylosandrus crassiusculus*** effectués à Nice cette année dans le cadre du projet Samfix sont en cours d'analyse par INRAE d'Orléans. A Nice, de nouveaux foyers ont vu le jour dans les parcs et jardins de la ville. Des caroubiers fortement atteints ont été abattus autant pour limiter la progression des insectes que par mesure de sécurité. Il convient de noter que *X. crassiusculus* a été trouvé dans des pièges dans l'Hérault : une prospection autour de leur emplacement n'a cependant pas permis de découvrir d'arbre symptomatique. En revanche, il a été trouvé sur *Lagerstroemia* dans la commune de Saint-Maurice-sur-Adour dans les Landes. Il avait déjà été piégé, sans découverte d'arbre symptomatique l'année précédente dans les Pyrénées-Atlantiques.

▪ Pour ce qui est de ***Xylosandrus compactus***, sa présence est de plus en plus marquée sur le site du Mont Boron à Nice, où l'attaque estivale a provoqué des rougissements de rameaux sur de nombreuses essences du maquis. Les conditions météorologiques sur Nice ont été sèches mais moins extrêmes qu'en 2017 : aussi les mortalités d'arbres sont limitées.

▪ Les attaques de tenthrède sur **aulne vert** reprennent de l'ampleur en Savoie par rapport aux années précédentes. Des défoliations totales sont notées sur plusieurs dizaines d'hectares : il s'agit d'un phénomène présent depuis 2018 et en augmentation. En outre, les dépérissements de type « Valsa » sont toujours présents dans la Maurienne et le Beaufortain.

Source : DSF et ses correspondants-observateurs

ENTOMOLOGIE

2 *Interactions entre les chênes et la chenille processionnaire du chêne: de l'arbre à la forêt*

Au travers d'une série d'observations et d'expériences menées à plusieurs niveaux d'intégration (depuis le génotype de l'arbre jusqu'au peuplement forestier), la réponse de la chenille processionnaire du chêne à différents facteurs écologiques intervenant dans la résistance des arbres a été étudiée : la composition du peuplement, les effets de voisinage et les traits foliaires potentiellement liés à la défense sont susceptibles d'intervenir.

La résistance des arbres aux herbivores est influencée par la composition des forêts. Pour une espèce donnée, les arbres subissent généralement moins d'attaques dans les mélanges que dans les peuplements purs : il s'agit d'une résistance par association. Mais l'inverse, la susceptibilité par association, existe également. Pour tester l'effet des associations entre espèces d'arbres sur la résistance des chênes à la chenille processionnaire, des comparaisons entre l'abondance des adultes et les dégâts des larves ont été réalisées sur le chêne pédonculé et le chêne sessile dans des peuplements purs ou mélangés. Les mécanismes sous-jacents dans la variabilité des performances de la chenille ont été explorés à travers l'observation des traits foliaires des chênes impliqués. Une plus grande susceptibilité du chêne sessile a été mis en évidence. Elle est caractérisée notamment par une plus grande attractivité du chêne sessile pour les papillons de processionnaire du chêne, un niveau de défoliation plus élevé et une plus grande survie et prise de poids des larves sur cette essence. Une plus grande susceptibilité des chênes dans les peuplements purs a été démontrée, en comparaison avec les peuplements mélangés, en particulier ceux associant un chêne à une autre essence non hôte. La plus grande résistance du chêne pédonculé et des peuplements mélangés a été expliquée par la mesure des traits foliaires, en particulier les défenses chimiques et la phénologie des feuilles. La synchronisation entre le développement des feuilles et celui des larves est apparue comme un facteur clé déterminant les performances de la chenille processionnaire du chêne. La concentration des défenses chimiques dans les feuilles est positivement corrélée au

taux de consommation des feuilles par les chenilles, suggérant une compensation alimentaire pour maintenir la croissance sur les feuilles les plus défendues. Enfin, chez le chêne pédonculé, l'existence d'un contrôle génétique de l'arbre sur les performances des chenilles a été démontré. L'ensemble de ces résultats permet de mieux comprendre les processus impliqués dans l'effet du mélange d'essences sur les dégâts d'insectes et apporte des éléments permettant d'orienter la gestion des peuplements de chênes pour une meilleure résistance à la chenille processionnaire. Au vu des résultats de cette étude, il semblerait préférable de favoriser le chêne pédonculé pour sa moindre attractivité et sa plus grande résistance à la processionnaire du chêne… Mais cette proposition va toutefois à l'encontre des préconisations d'utilisation du chêne sessile pour adapter les chênaies au risque croissant de déficit hydrique et ne fait que rajouter un élément de complexité à la gestion de la résistance des forêts face à des perturbations multiples en interaction. A l'aune de la mise en évidence de l'effet du génotype de l'arbre et de ses traits foliaires dans le développement de la processionnaire, la caractérisation des gènes et des molécules de défenses impliquées reste un champ de recherche quasi inexplorée, qu'il conviendrait de défricher.

Pour en savoir plus : thèse de Thomas Damestoy

3 Etude du comportement de la chenille processionnaire du chêne : existe-t-il une phéromone de trace chez cette espèce ?

Le projet PROPHET (Processionnaire et phéromone de trace) initié par l'INRA et soutenu par le DSF et l'ONF, a comme objectif l'étude du comportement de la chenille processionnaire du chêne et de leur phéromone de trace afin de trouver une méthode de lutte innovante au stade larvaire exploitant les propriétés de cette phéromone. Pour cela, les techniques mises au point sur la processionnaire du pin ont été transposées à celle du chêne.

La thématique de recherche du projet ProPhéT fait l'objet de fortes attentes de la part des politiques publiques et de la gestion forestière. Les équipes INRA des unités IAM et UEFM, en partenariat avec les équipes de l'Office National des Forêts (ONF) et du DSF, ont souhaité partager leurs compétences et leur savoir-faire pour répondre à ces attentes en dressant des questions de recherche :

- Etude du comportement des stades larvaires
- Existence d'une phéromone de trace chez la processionnaire du chêne.

Un dispositif expérimental a été installé dans une parcelle de chêne âgé de 25 ans sur le site de l'INRA Grand Est Nancy comprenant un ensemble de 12 caméras (4 caméras par arbre, 3 arbres filmés).

Les premières analyses montrent un très fort instinct grégaire dès les jeunes stades larvaires. Les campagnes d'observation de 2018 et 2019 ont montré un décalage de deux semaines concernant le développement des stades L2 et L3, corrélé aux conditions climatiques différentes des mois de mai de ces deux années. La défoliation maximale des chênes pouvant atteindre 90% du houppier est pratiquée par les chenilles des stades L3 et L4 regroupées en grandes colonies sur les charpentières. La constitution de grandes colonies de chenilles au stades L5 et L6 permet à ce lépidoptère de terminer son cycle en étant protégé par des soies.

L'hypothèse de l'existence d'une phéromone de trace a été montrée lors d'expérimentations en laboratoire pratiquées sur les stades L2 et L3 dans un laboratoire de l'UMR IAM de l'INRA Nancy en 2019.

Selon les premières analyses d'images issues des caméras d'observation, cette substance biologique serait émise dès les plus jeunes stades larvaires. Ces tests ont montré une réponse positive des chenilles déposées sur un support neutre avec extrait naturel. La technique de biocontrôle à développer serait de disperser les chenilles dès les jeunes stades larvaires (avant les stades urticants) les exposants aux prédateurs naturels et aux accidents climatiques. Le projet se poursuit jusqu'en 2021, soutenu financièrement par l'ONF.

Pour en savoir plus : Christophe Bailly, INRAE

4 Détermination de l'impact potentiel du changement climatique sur la mortalité des principales essences forestières européennes

Les écosystèmes forestiers sont l'un des principaux fournisseurs de services écosystémiques terrestres, dont le changement climatique récent a déjà altéré le fonctionnement. Des augmentations des taux de mortalité ont été mis en évidence à différents endroits du globe, de même que des évènements de mortalité massifs attribués à des sécheresses de plus en plus fréquentes et intenses. Toutefois, la mortalité d'un arbre est un phénomène multifactoriel. Il est difficile d'évaluer l'importance relative des différents facteurs pouvant conduire à la mort d'un arbre, et notamment l'importance du changement climatique par rapport aux facteurs liés à la dynamique forestière, aux facteurs environnementaux ou encore biotiques. Dans ce contexte, il est nécessaire d'étudier des déterminants de la mortalité de fond, qui est la mortalité observée dans un peuplement en l'absence de perturbation extrême, pour les principales espèces forestières européennes. L'ensemble de l'étude a été réalisée à partir des données de l'inventaire forestier de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) et de données climatiques de Météo France couvrant la période 1961 - 2015.

Dans un premier temps, les déterminants de la mortalité de fond ont été modélisés pour 43 espèces d'arbres représentatives des forêts tempérées européennes. Nous avons utilisé les relevés de 372.974 arbres dont 7.312 arbres morts. Les facteurs liés à la compétition, au stade de développement des arbres, à la structure et composition du peuplement et à l'intensité des travaux sylvicoles expliquent 85% de la mortalité récente modélisée. Les facteurs environnementaux (sol et conditions climatiques moyennes) représentent 9%. Les augmentations de températures et baisses de précipitations entre la période contemporaine du relevé et la période 1961 – 1987 jouent un rôle pour 45% des espèces, expliquant 6% de la mortalité modélisée. Ensuite, a été testé le lien entre la position des arbres le long des gradients environnementaux (température et précipitations) et la sensibilité aux changements de températures et de régimes de précipitations. Pour 9 espèces sur 12, il est apparue une exacerbation de la mortalité en lien avec les augmentations de température et les baisses de précipitations récentes lorsque celles-ci sont combinées à des conditions climatiques moyennes chaudes et sèches. Ces résultats mettent en évidence une vulnérabilité exacerbée pour les arbres évoluant vers les limites chaudes et sèches de leur aire de distribution.

Enfin, lorsqu'on cherche à évaluer le lien entre la sensibilité au changement climatique et le statut social et la taille moyenne des arbres, les résultats indiquent que les arbres dominés sont plus sensibles aux augmentations de températures que les arbres dominants. A l'inverse, les arbres dominants apparaissent plus sensibles aux baisses de précipitations, avec un effet maximal atteint pour les arbres dominants de gros diamètre. Globalement, les résultats montrent que la mortalité due aux augmentations de températures ou aux diminutions de précipitations est nettement plus importante pour les arbres dominés que pour les dominants, et que le statut social de l'arbre joue un rôle plus important que la taille de l'arbre.

Ces travaux ont permis de mettre en évidence l'existence d'un lien entre les augmentations de températures, les baisses de précipitations récentes et les taux de mortalité observés en forêt sur près de la moitié des espèces arborées de la forêt française. Ils ont également permis de démontrer que ces effets étaient exacerbés sur les arbres évoluant à proximité des limites chaudes de leur aire de distribution. Enfin, ils ont permis d'évaluer les différences de sensibilité au changement climatique en fonction du statut social et de la taille des arbres. Ces résultats permettent de mieux comprendre l'impact des changements climatiques sur les forêts françaises et européennes, contribuant à mieux anticiper leurs effets.

Pour en savoir plus : thèse d'Adrien Taccoen

5 Conclusions du projet DoLar

Le projet Dolar (pour DOthistroma sur pin LARicio), mené par Irstea, visait à identifier les facteurs pédoclimatiques favorisant l'expression de la maladie des bandes rouges, à étudier la sensibilité à la maladie de matériels d'origines génétiques différentes, et à quantifier l'impact de la maladie des bandes rouges sur la croissance et la production des peuplements en lien avec les scénarios de sylviculture appliqués. Ce travail a été mené principalement dans les régions Centre-Val de Loire et Pays de la Loire. Il s'est appuyé sur des réseaux existants de placettes d'observation et de dispositifs d'expérimentation sylvicole ou génétique, créés et gérés par les différents organismes intervenant dans le projet (CNPF, IGN, INRA, Irstea et ONF). Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

(1) Les facteurs climatiques, en particulier les variables liées au régime pluviométrique, sont les principaux déterminants de l'expression des dégâts de la maladie des bandes rouges. Au niveau pédologique, seul un léger effet de la richesse trophique a pu être mis en évidence. Ainsi, les précipitations et la fréquence des épisodes pluvieux au printemps augmentent les dégâts, la fréquence des épisodes secs en été les réduit, et les dégâts sont plus sévères dans les stations de faible niveau trophique.

(2) Les conjonctions de facteurs stressants ou contraignants pour le pin laricio sont plus favorables à la maladie des bandes rouges.

(3) La variabilité de l'intensité des dégâts se trouve essentiellement au niveau de l'individu, quel que soit le domaine étudié : contexte pédoclimatique, gestion sylvicole ou origine génétique.

(4) L'intensité des symptômes de la maladie des bandes rouges au niveau de l'arbre est négativement corrélée au statut social de l'arbre au sein du peuplement : les arbres les plus gros sont en moyenne moins affectés.

(5) La mortalité causée par la maladie des bandes rouges reste négligeable mais la sévérité des dégâts augmente la probabilité de mortalité des arbres dominés au sein des peuplements de densité élevée.

(6) L'accroissement radial des arbres est très lourdement impacté par la maladie, l'intensité des dégâts s'imposant comme le facteur expliquant la plus grande part de variabilité de l'accroissement. En moyenne, l'accroissement individuel est réduit de 50 % pour une intensité de dégâts de 50%. Une sylviculture avec des densités plus faibles permet de maintenir un niveau d'accroissement plus satisfaisant.

(7) A l'échelle du peuplement, la maladie des bandes rouges provoque des pertes de production en surface terrière proportionnelles et équivalentes à la proportion des dégâts, mais la croissance des peuplements reste positive dans la plupart des cas. L'application d'une sylviculture avec des densités plus faibles permet de réduire les pertes d'accroissement, et ce d'autant plus que le niveau de sévérité de la maladie est important.

(8) A l'échelle du peuplement, l'intensité des dégâts de la maladie est d'autant plus importante que la densité du peuplement est élevée : une sylviculture en peuplement plus clair permet donc de réduire les dégâts. L'application d'une sylviculture dynamique présente donc le double avantage de réduire et l'intensité de la maladie et les pertes de production (à niveau de maladie constant).

(9) Malgré la diversité des matériels génétiques évalués (variété, massif d'origine dans l'aire naturelle, provenance, descendance, clone), la génétique explique peu la variabilité des dégâts observés. Des différences significatives sont mises en évidence, mais également dans certains cas, des interactions entre les effets site et les effets unité génétique. Les différentes analyses menées conduisent parfois à des résultats contradictoires.

(10) C'est notamment le cas concernant la variété. Dans les dispositifs génétiques, les deux variétés, Corse et Calabre, se distinguent peu, alors que l'analyse de 17 dispositifs d'expérimentation sylvicole montre que le pin laricio de Calabre est moins atteint par la maladie des bandes rouges que le pin laricio de Corse. L'origine génétique précise des 17 peuplements en question n'est pas connue. Ce résultat est l'illustration de l'importante variabilité existant au sein de chacune des deux variétés de pin laricio.

(11) Néanmoins, les Matériels Forestiers de Reproduction (MFR) issus du verger de pin laricio de Calabre de Sivens sont classés moins sensibles à la maladie des bandes rouges que les MFR produits dans les deux vergers à graines de pin laricio de Corse. L'hybridation des clones composant le verger de Sivens a été génétiquement établie, les clones appartenant à quatre provenances distinctes, une Corse, une Calabre et deux provenances non référencées génétiquement. Les analyses conduites dans le cadre du projet révèlent également que 25% des clones sont des hybrides entre le pin laricio et trois autres sous-espèces de pins noirs.

Bien que des analyses complémentaires soient encore envisagées, des recommandations peuvent être formulées à partir des résultats acquis et des enseignements tirés de la littérature internationale. Dans le contexte actuel d'aggravation des épisodes de sécheresse et de risques sanitaires liés au sphæropsis des pins, le deuxième pathogène foliaire d'importance concernant le pin laricio, et malgré leur sensibilité avérée à la maladie des bandes rouges, nous conseillons de conserver les deux variétés de pin laricio dans le panel des essences de boisement et reboisement utilisables en France. Nous formulons des propositions de gestion sylvicole visant en particulier à réduire l'impact de la maladie sur les peuplements. Les recommandations concernant la gestion des vergers à graines ou plus généralement l'utilisation des Matériels Forestiers de Reproduction visent également à lutter contre l'extension de la maladie ou de son potentiel d'évolution génétique.

Pour en savoir plus : rapport du projet Dolar