



Office National des Forêts

RenDez-Vous techniques

N° 69-70 - HIVER-PRINTEMPS 2021

SPÉCIAL

Gestion de crise :
l'exemple de la crise scolytes

Directeur de publication

Albert Maillet

Rédactrice en chef

Christine Micheneau

Comité éditorial

François Bonnet, Dominique de Villebonne, Xavier Bartet,
Éric Dubois

Conception graphique

Agence LINÉAL

Réalisation

Pollen Studio

Crédit photographique**Page de couverture :**

couverture : Antoine Peultier / ONF

Périodicité

4 numéros ordinaires par an
(possibilité d'éditions resserrées en numéros doubles)

Accès en ligne

<http://www.onf.fr>

Renseignements

ONF - documentation technique et générale,
boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau
Contact : documentalistes @onf.fr

Dépôt légal : Juillet 2021

- 3** LA CRISE DES SCOLYTES DE L'ÉPICÉA :
UNE TEMPÊTE SILENCIEUSE SANS
PRÉCÉDENT
Par Frédéric Delpont, Aymeric Albert, Erwin Ulrich
- 9** LES OUTILS DU DSF DE DÉTECTION,
QUALIFICATION ET ÉVALUATION DES
DÉGÂTS LIÉS AU TYPOGRAPHE
Par François-Xavier Saintonge
- 12** « TÉMOIGNAGE »
SURVEILLER, DÉTECTER ET ALERTER...
L'ACTION DES CORRESPONDANTS-
OBSERVATEURS DU DSF À L'ONF
Entretien avec Hubert Schmuck et Eric Pagnier
- 14** FACILITER ET OBJECTIVER LE
DIAGNOSTIC DES DÉGÂTS DE SCOLYTES -
INITIATIVES DE L'AGENCE TERRITORIALE
VOSGES OUEST
Par Mireille Sévéléder et Denis Othenin
- 19** NOUVEAUX OUTILS GÉOMATIQUES AU
SERVICE DE LA GESTION DE LA CRISE
AU NIVEAU NATIONAL
Par Nicolas Marchand
- 21** SUIVI DE LA MORTALITÉ DES FORÊTS
PAR TÉLÉDÉTECTION : PANORAMA DES
MÉTHODES ISSUES DE LA RECHERCHE ET
PERSPECTIVES OPÉRATIONNELLES
Par Jean-Baptiste Feret, Kenji Ose, Anne Jolly
- 28** SUIVI DES DÉGÂTS DE SCOLYTES PAR
TÉLÉDÉTECTION DANS LE NORD-EST DE
LA FRANCE À L'INITIATIVE DU MINISTÈRE
CHARGÉ DES FORÊTS
Par Thierry Bélouard, Milène Gentils, Anne Jolly
- 37** MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE
REPRODUCTIBLE POUR LE SUIVI
GÉNÉRALISÉ DES DÉGÂTS DE SCOLYTES
PAR TÉLÉDÉTECTION SATELLITAIRE
Par Raphaël Dutrieux, Jean-Baptiste Féret,
Kenji Ose
- 45** S'ADAPTER POUR GÉRER LA CRISE :
LE CAS DE L'AGENCE DE BESANÇON
Par Marc Nouveau, Jean-Luc Felder,
Benjamin Mous, Jean-Baptiste Schwebel
- 50** « TÉMOIGNAGE »
QUATRE QUESTIONS À MICHEL
BOURGEOIS, ÉLU FORESTIER DU JURA
- 51** « TÉMOIGNAGE »
FAIRE FACE SUR LE TERRAIN : LE CAS UN
PEU PARTICULIER DE L'UT DE LUXEUIL
Entretien avec Pierre-Louis Dietz
- 54** S'ADAPTER POUR GÉRER LA CRISE :
LE RAPPORT AVEC LES USAGERS ET
INSTITUTIONNELS DANS LE TERRITOIRE
TRÈS EXPOSÉ DE L'AGENCE DE VERDUN
Par Damien Galland
- 57** « TÉMOIGNAGE »
QUATRE QUESTIONS À JEAN-CLAUDE
HUMBERT, ÉLU FORESTIER DE MEUSE
- 59** ÉPICÉAS SCOLYTÉS : QUELS VOLUMES
DÉSIGNÉS DE 2018 À 2020 DANS LES
FORÊTS PUBLIQUES ?
Par Brigitte Pilard-Landeau, Jean-Marie Michon,
Habib Diagne
- 61** S'ORGANISER À L'ONF POUR MOBILISER
ET COMMERCIALISER LES BOIS
SCOLYTÉS
Par Aymeric Albert et Maryse Bigot
- 64** ÉVALUATION DES DÉGÂTS ET
RECENSEMENT DES SURFACES À
RECONSTITUER
Par Brigitte Pilard-Landeau, Hélène Touyeras,
Nicolas Degarne
- 68** LA RECONSTITUTION EN
CLIMAT CHANGEANT : UN DÉFI
SUPPLÉMENTAIRE POUR LE FORESTIER
Par Hélène Chevalier et Thierry Sardin
- 72** UNE CRISE RÉVÉLATRICE DES DÉFIS
POUR L'AVENIR
Par Albert Maillet

Une crise, des crises...

regards sur la gestion de la crise scolytes



© Sylvain Gouraud / ONF

Albert MAILLET
Directeur Forêts
et Risques Naturels

Les forêts françaises et européennes subissent des dépérissements multiples et dont les causes sont diverses, mais qui se sont considérablement étendus ou aggravés avec la succession de sécheresses-canicules des dernières années. La crise des scolytes de l'épicéa n'est pas le seul problème sanitaire auquel les forestiers, la filière forêt-bois et la société en général aient à faire face. Mais le phénomène a sévi, et sévit encore, avec tant de virulence et d'ampleur qu'il a suscité un mouvement inédit de gestion de crise. Un mouvement qu'il nous paraît utile de retracer ici en ce qui concerne la forêt publique.

Il ne s'agit pas de livrer un véritable retour d'expérience ni même un bilan, ne serait-ce que parce que les faits relatés s'arrêtent fin 2020. Nous avons plutôt voulu montrer comment les choses se sont mises en place, à travers l'expérience de la gestion de crise vécue à différents niveaux dans les territoires concernés et à l'échelon national. D'où une certaine diversité de 'profils' impliqués, avec des tons et styles assez variés dans la façon d'en parler. D'où aussi un panorama plutôt impressionniste de la situation, avec une succession d'articles illustrant les diverses étapes : partant du dispositif de surveillance, diagnostic sanitaire

et alerte, on s'intéresse aux possibilités d'objectiver les dégâts en continu pour agir au mieux à différentes échelles ; puis c'est la gestion de crise proprement dite et enfin l'anticipation des suites, à commencer par la nécessaire reconstitution des peuplements sinistrés.

Il nous faut remercier les contributeurs qui ont accepté de se prêter à l'exercice. Et saluer plus largement tous ceux qui font face, chacun dans son domaine, aux dépérissements forestiers et à ce qui en résulte : nouvelles façons de travailler, révision d'aménagements, engagement du renouvellement en contexte incertain, désarroi des élus et des usagers...

Gérer une crise, c'est apporter certes des réponses techniques, mais c'est aussi expliquer, communiquer, rassurer, susciter l'adhésion... Car une crise se gère dans un environnement politique économique et social qui doit lui aussi s'impliquer, ce qui suppose que l'on soit au clair sur le diagnostic porté et sur la ou les stratégies à envisager, même en contexte d'incertitude.

En outre, la crise actuelle est inédite au regard de celles du passé. Elle ne correspond plus au modèle d'un dérèglement temporaire auquel on répond, contre lequel on lutte et dont on finit par sortir, pour retrouver un mode de fonctionnement habituel ; elle va de pair avec le changement durable, non réversible à court ou moyen terme, des conditions climatiques dans lesquelles la gestion forestière doit continuer à se déployer. Ce n'est pas un désordre momentané, mais un désordre attaché à un processus d'évolution ; au-delà des capacités de correction, la réponse à apporter doit donc faire aussi appel à des notions d'agilité, de réactivité, d'anticipation, garantes d'une adaptation la moins brutale possible.

LA CRISE DES SCOLYTES DE L'ÉPICÉA : UNE TEMPÊTE SILENCIEUSE SANS PRÉCÉDENT

Frédéric Delport⁽¹⁾, Aymeric Albert⁽²⁾, Erwin Ulrich⁽³⁾

(1) MAA-Département de la Santé des Forêts

(2) ONF-DCBS-Département Commercial Bois

(3) ONF-DFRN-Mission adaptation au changement climatique

Depuis 2018, les épicéas subissent en France et en Europe des vagues de mortalité sans précédent. Voici dans les grandes lignes le tableau de la situation en 2020.

Moins spectaculaires que les dégâts d'une tempête qui détruit en quelques heures les forêts qu'elle parcourt, les dommages subis par les peuplements d'épicéa de plaine depuis 2018 font néanmoins surgir une crise de large ampleur.

Pour s'immerger dans le contexte particulier de cette crise des scolytes de l'épicéa, cet article en trois volets décrit d'abord le phénomène et son incidence au niveau du monde forestier, puis son impact pour la filière forêt-bois en France. Enfin un aperçu de la manière dont 4 pays voisins ont traversé cette même crise donne une idée de son impact à l'échelle européenne.

1 - L'origine de la crise scolyte et son ampleur en France

L' Ips typographus, scolyte typographe de l'épicéa, bostryche en Alsace, ce petit insecte est un ravageur bien connu des forestiers qui s'attaque aux épicéas et les tue en se reproduisant sous leur écorce. En phase endémique, il s'attaque aux chablis, aux grumes qui stationnent trop longtemps en forêt ou aux arbres affaiblis. Mais après une tempête ou une sécheresse, il se met à pulluler et peut alors attaquer des arbres sains. Une course de vitesse s'engage alors pour les forestiers pour repérer les arbres atteints et les sortir rapidement de la forêt, seule méthode de lutte pour limiter la propagation des dégâts. Si les conditions climatiques sont favorables, six semaines peuvent suffire au scolyte pour réaliser son cycle sous l'écorce de l'arbre et permettre à sa descendance d'aller attaquer de nouveaux épicéas. On estime que d'un mètre-cube de bois colonisé peuvent émerger 30 000 typographes.

Les deux dernières phases de pullulation qu'a connu la France, début des années 1990 et années 2000-2007, avaient fait suite à des tempêtes, aggravées par des années sèches. La crise en cours a la particularité d'avoir été déclenchée principalement par la sécheresse de l'été 2018, qui a été exceptionnelle sur un grand quart nord-est de la France. Cet accident climatique intervient dans un contexte d'arrivée à maturité de gros volumes de peuplement purs d'épicéas, essence largement introduite en plaine avec l'appui du fonds forestier national (FFN), pour répondre aux besoins de la filière bois, notamment pour la construction. Enfin, cette sécheresse 2018 est survenue après une succession d'étés globalement secs depuis 2015 dans les régions impactées, et dans un contexte de remontée des populations de scolytes après un point bas 2014. Favorisée par de nouvelles sécheresses lors des étés 2019 et 2020, la pullulation ne fait que s'amplifier depuis 3 ans.



© Hubert Schmuck (CC-BY)/ONF

Dès la fin de l'été 2018, alerté par les remontées de ses correspondants-observateurs, le département santé des forêts du ministère de l'agriculture s'est mobilisé pour alerter les forestiers, diffuser les conseils de lutte, qualifier et quantifier la crise. Plusieurs opérations de suivis ont été mises en place : relevés des dégâts sur le terrain et sur des massifs échantillons, analyses des récoltes sanitaires en forêt publique grâce aux chiffres de l'ONF, opérations de télédétection financées par le ministère de l'agriculture, piégeages d'insectes afin de déterminer le début des vols et le nombre potentiel de générations. Fin juin 2020, on estime à 9 millions de m³ d'épicéas atteints au niveau national depuis septembre 2018, par extrapolation des récoltes sanitaires en forêts publiques, pour les deux seules régions Grand-Est et Bourgogne Franche-Comté, soit plus de 10% du capital sur pied en épicéa situé à moins de 800 mètres d'altitude. Les bois scolytés représentent 70% de l'ensemble des épicéas désignés depuis septembre 2019 (13% avant la crise). Les coupes rases ont été multipliées par 4. Les attaques au-delà de 1000 mètres d'altitude restent faibles pour l'instant.

L'impact économique de la crise a conduit le ministère de l'agriculture à mettre en place des aides exceptionnelles pour la mobilisation des bois scolytés (pour un montant de 6 millions d'euros, ouvertes depuis le début de l'année 2020) et pour le renouvellement des peuplements (pour un montant initial de 10 millions d'euros, amplifié au sein des 200 millions d'euros prévus par le plan de relance pour adapter la forêt au changement climatique et renouveler les peuplements). D'autant plus que l'ampleur de cette crise à une échelle européenne a provoqué un effondrement des débouchés pour les épicéas scolytés.

Même si le sujet n'est pas nouveau pour le monde forestier, cette crise des scolytes de l'épicéa tire un signal d'alarme lié à la particularité du phénomène. Le démarrage des attaques de typographe à la faveur des seules sécheresses estivales est venu renforcer la prise de conscience de la nécessaire adaptation des forêts au changement climatique. La succession de sécheresses qu'a connu le grand quart nord-est de la France risque, en effet, de se répéter au cours des années à venir selon les prédictions des modèles d'évolutions du climat. Concrètement, la surveillance sanitaire des forêts a permis de mettre en évidence, en parallèle à cette crise scolyte, des dépérissements touchant plusieurs essences et notamment le sapin, le hêtre, le pin sylvestre et le chêne dans les contextes les plus difficiles ou dans les zones soumises au plus fort stress climatique. Cette prise de conscience a ainsi conduit à l'élaboration d'une feuille de route pour l'adaptation des forêts au changement climatique dans le cadre du conseil spécialisé gestion durable du conseil supérieur de la forêt et du bois qui regroupe l'ensemble des partenaires de la filière.

2 - L'impact sur la filière forêt-bois (vu de l'ONF)

À l'ONF, les premières attaques significatives de scolytes sur l'épicéa ont été constatées à partir de la fin de l'été 2018 dans les régions Bourgogne Franche Comté (BFC) et Grand Est (GE), essentiellement sur le massif du Jura et dans la plaine des Vosges. Puis le phénomène est allé crescendo, avec des attaques plus fortes en 2020 qu'en 2019 : 1,7 millions de m³ d'épicéas déclassés récoltés en 2019 et presque 2,2 Mm³ sur l'exercice 2020, soit 6 à 7 fois le volume de produits accidentels récolté habituellement chaque année pour cette essence. Au

total, pour les trois années concernées (2018 – 2019 – 2020), on arrive en forêt publique (forêts domaniales et des collectivités) à 4,5 millions de m³ de bois déclassés d'épicéa récoltés.

Pour 2021, les arbres très fragilisés et des populations d'insectes très importantes laissent craindre le pire. On espère que le pic sera atteint en 2021, mais il pourrait n'arriver qu'en 2022. La seule possibilité que les attaques de scolytes baissent plus rapidement que ce que laisse présager le cycle des pullulations serait une météo particulièrement humide : beaucoup de précipitations pendant toute la durée du printemps, et notamment au moment de l'éclosion des larves et des vols, vers le 15-20 avril (lorsque la température ambiante atteint 16-18 °C les scolytes s'envolent et essaient). Il faut que les arbres ne soient plus en souffrance hydrique pour être capables de réagir aux scolytes en produisant de la résine pour les noyer.

Une stratégie commerciale adaptée

En France, les volumes de bois scolytés sont très localisés. Pour éviter l'engorgement du marché, l'ONF a réagi très rapidement en limitant l'offre de bois sain et a défini une stratégie commerciale spéciale pour les bois scolytés (sachant qu'il n'y a pas d'import de bois scolytés, sauf cas des entreprises frontalières qui en reçoivent d'Allemagne ou de Suisse dans le cadre de leur bassin habituel d'approvisionnement).

Ainsi, dès l'automne 2018, les directions territoriales BFC et GE ont baissé l'offre de bois vert de sapin et épicéa dès lors que les peuplements ne présentaient aucun risque sanitaire. En 2020, cette disposition s'est même étendue aux directions territoriales Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) et Centre-Ouest-Aquitaine (COA) où les propriétaires ont accepté de reporter leur récolte, pour laisser la place aux bois scolytés chez les clients. La limitation des volumes de bois sain a concerné les forêts domaniales et communales. Globalement la baisse de la récolte de bois vert en forêt publique atteint ainsi jusqu'à -70%, y compris sur les territoires qui ne sont pas touchés, notamment l'Ouest de la France.

En parallèle, les bois scolytés de la forêt publique sont commercialisés de 3 façons, soit par ordre de priorité et d'importance en volume :

- localement, via les contrats d'approvisionnement avec les transformateurs, industriels du panneau-papier ou scieurs ;



- plus loin, grâce au dispositif d'aide mis en place par l'État, via les contrats d'approvisionnement auprès de clients implantés dans l'Ouest et le sud de la France. Cette partie expédiée vers les autres régions concerne autant le bois d'industrie que bois d'œuvre ;
- en vente par soumissions où se positionnent notamment des traders qui exportent ces bois vers l'Asie.

L'ONF parvient ainsi à évacuer quasiment tous les bois scolytés en moins d'un an après l'attaque. Globalement les scieurs se sont adaptés, avec des stratégies différentes : certains préfèrent ne prendre qu'un peu de bois scolytés pour les diluer dans leurs sciages ordinaires ; à l'opposé, d'autres estiment que du bois bleu (voir encadré) dans un paquet « normal » saute aux yeux comme un défaut et ont pris le parti dès le début de la crise de ne scier que des bois scolytés pour faire des paquets certes un peu bleus mais homogènes, et qu'ils présentent comme tels à leurs clients.

Des perturbations dans les marchés au-delà du résineux et du court terme

Cette stratégie de commercialisation, consolidée grâce à l'aide exceptionnelle de l'État pour la mobilisation des épicéas scolytés, a indirectement pénalisé... les bois d'industrie feuillus. Car les industriels du panneau/papier qui consommaient des feuillus ont freiné ou suspendu leur approvisionnement feuillu pour écuser l'afflux des bois résineux bon marché.

Par ailleurs, on pourrait se dire que cette crise est une aubaine pour les scieurs résineux de l'Est qui travaillent des bois scolytés. En effet, le marché français est actuellement très demandeur de sciages en dépit de la crise Covid, et assez protégé de la concurrence traditionnelle des « bois du Nord » car l'Allemagne et les pays scandinaves se tournent plutôt vers les USA, où le marché des sciages est actuellement déficitaire. Cette conjoncture favorable (heureusement pour l'écoulement de nos épicéas scolytés !) leur permet donc de vendre leurs produits à prix stables alors que coût d'achat des bois a beaucoup baissé. Dans le secteur Grand Est, par exemple, les épicéas sur pied valaient en moyenne 45€/m³ avant la crise et les bois scolytés valent aujourd'hui 15€/m³, soit trois fois moins. Cependant la situation leur impose aussi des charges supplémentaires (adaptation du process, déclasser une partie de la matière...), et si la crise Covid n'a pas réduit les commandes, elle a induit des désorganisations et des incertitudes pénalisantes. Mais surtout, la

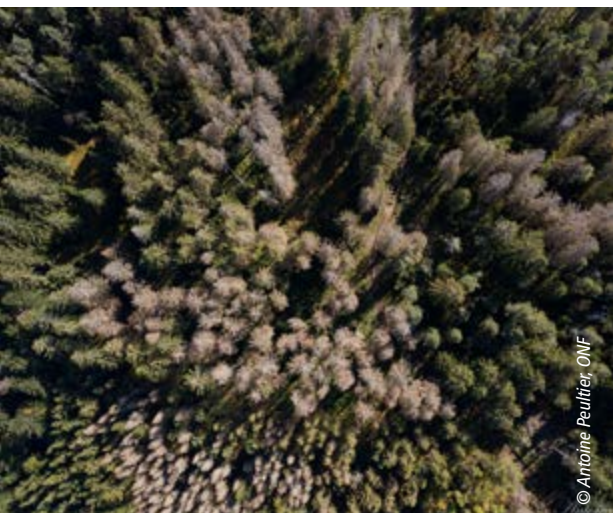
La qualité des bois scolytés est-elle altérée ?

S'il est récolté rapidement, le bois des épicéas scolytés ne subit aucune altération de ses propriétés physico-mécaniques, mais il devient bleu en périphérie : les scolytes, quand ils piquent le bois, injectent un champignon qui, en se développant pour exploiter les réserves nutritives de l'arbre, bleuit le bois. Pour le bois d'œuvre, il n'y a aucun impact technologique, mais un impact sur l'apparence à quoi le consommateur est très sensible. Il existe bien un traitement fongicide « anti bleu » par trempage, mais la couleur finit souvent par ressortir. De ce fait une partie des bois scolytés est déclassée et les scieurs se sont adaptés en établissant un schéma de sciage spécifique : planches de coffrage-emballage sur le bord et bois de charpente au milieu. Il y a donc une légère dépréciation économique pour le scieur.

Pour le bois d'industrie, il n'y a pas de problème s'il est récolté très vite. Mais s'il se passe trop de temps entre l'attaque et la récolte, schématiquement au-delà d'un an, le bois n'est plus utilisable même en bois d'industrie, il faut le déclasser en bois énergie. Il existe cependant des différences selon les usines : certaines sont capables d'utiliser du bois même assez détérioré, mais d'autres papeteries ont besoin de bois aussi frais que possible sans quoi elles ne peuvent pas techniquement le travailler.

ressource qu'ils travaillent aujourd'hui leur manquera demain, dans un contexte où la profession s'inquiétait déjà d'un trou de production consécutif à la disparition du Fonds Forestier National.

Ils comptent actuellement sur le douglas, essence qui se substitue parfaitement à l'épicéa dans le process (même forme, bois très droits, contrairement au pin) ; la chaîne de production est inchangée. C'est d'ailleurs pourquoi, en regardant plus loin, la Fédération Nationale du Bois insiste pour que le douglas ait sa place dans les stratégies de l'ONF en raisonnant ainsi : les tests d'essences pour l'adaptation des forêts au changement climatique sont une bonne chose, mais pourquoi ne pas faire aussi des plantations de douglas à objectif 35-40 ans qui permettent de continuer à produire pendant qu'on adapte les forêts à plus long terme ?



Des mortalités qui vont crescendo.



Des coupes sanitaires urgentes et massives.



Une stratégie de mobilisation inédite.

3- La situation en Allemagne, Autriche, Suisse et Tchèque jusqu'en juin 2020

Une rapide exploration des ressources web permet de se faire une idée de l'ampleur de la crise dans d'autres pays européens, mais aussi de la diversité des situations (cf. références).

L'Allemagne est très fortement impactée

En Allemagne, la forêt couvre 11,4 millions d'hectares, ce qui représente 32% de la surface du pays.

Dans son communiqué de presse de février 2020, le ministère fédéral en charge de la forêt (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) a publié les surfaces sinistrées connues depuis 2018 et estimées pour 2020 dans tous les Länder. Les chiffres publiés englobent les surfaces victimes de tempêtes, de sécheresse (cf. exemple de la gravité avec l'indice de sécheresse du 1^{er} octobre 2019, Fig. 1), de feux de forêt et des scolytes. Ces surfaces risquent d'évoluer à la hausse en 2020, du fait de la météorologie.

Au total, au moins 245 000 hectares seraient concernés par ces dommages (tous types de propriété confondus). Les volumes inventoriés, mais pas obligatoirement récoltés, ont été de 35,7 millions de m³ en 2018, de 69,7 millions de m³ en 2019, et la prévision pour 2020 est de 55,1 millions de m³, soit au total pour les 3 années 160,5 millions de m³, toutes essences confondues avec une proportion d'environ 90% de résineux. Les trois Länder les plus touchés sont la Rhénanie du Nord-Westphalie avec un cumul sur 3 années de 35 millions de m³, la Bavière avec 26,5 millions de m³ et la Hesse avec 20 millions de m³.

En année « normale », la récolte totale varie entre 52 et 55 millions de m³. En 2019, elle est montée à 68,2 millions de m³, comprenant 46,2 millions de m³ de bois accidentel (tous types confondus) dont 31,7 millions de m³ de bois scolyté.

Pour les 4 années à venir (jusqu'en 2024), l'État fédéral et les Länder ont mobilisé près de 800 millions d'Euros, afin de cofinancer le transport des bois issus des surfaces endommagées, la reconstitution des forêts et la poursuite de la transformation en forêts mélangées mieux adaptées aux climats changeants. Les Länder sont chargés de la mise en œuvre de ces aides qui concernent seulement les pessières, pinèdes et mélézins : aide de 1 à 8,35 €/m³ pour les frais d'exploitation, traitement sur place de dépôt ou écorçage, et transport ; aide de 0,8 à 8 € par mètre linéaire pour la création/réfection de voies de circulation ; aide au reboisement en % de l'investissement dans la limite d'un plafond. Les 3 actions principales concernent donc l'exploitation respectueuse des sols, la protection phytosanitaire (des peuplements et du bois récolté) et le reboisement.

L'Autriche est très impactée, mais habituée...

L'Autriche compte 4 millions d'hectares de forêt, qui couvrent 46% de son territoire.

Depuis 2012, le volume de bois exploité lié aux accidents climatiques divers (tempêtes, neige, sécheresse, scolytes...) n'a cessé de croître. Si, en 2012, ce volume était de 3 millions de m³, il a atteint 11,7 millions

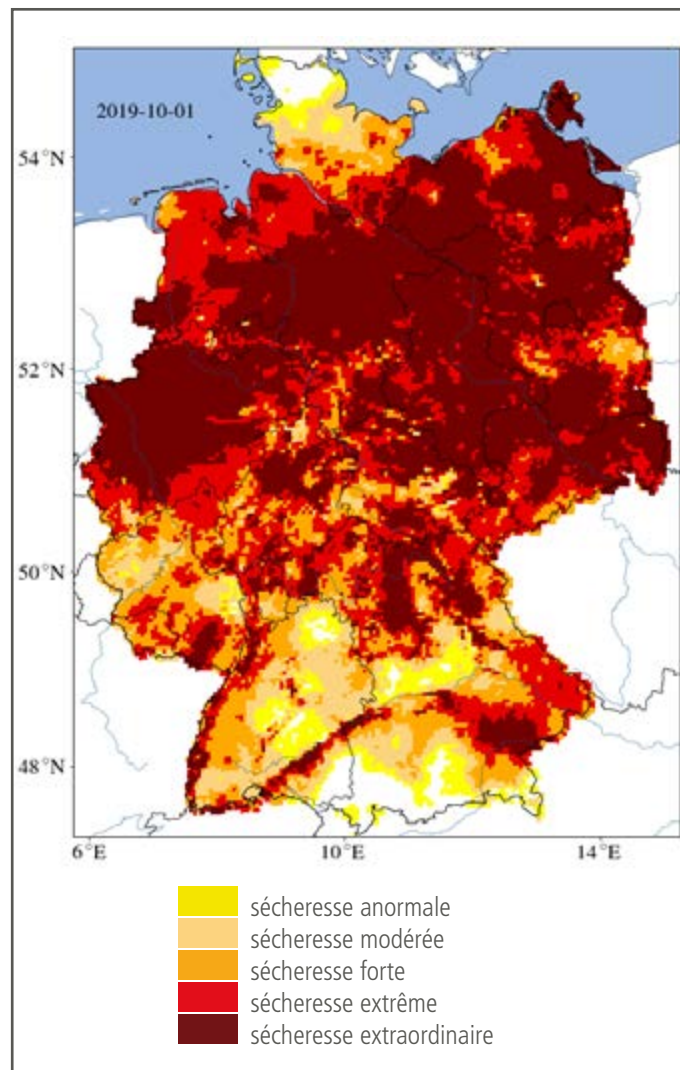


Figure 1. Indicateur de sécheresse du sol jusqu'à environ 1,8 m de profondeur au 1^{er} octobre 2019 pour l'Allemagne.

Source : UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung.

de m³ en 2019 sur une récolte totale d'environ 19 millions de m³, qui représente le volume le plus important exploité en Autriche depuis 10 ans. Le volume total exploité en 2019 était donc constitué à 62% de récoltes « accidentelles » dont 84,5% de résineux, essentiellement de l'épicéa. Les raisons principales de ces récoltes sont, à peu près à part égale, les scolytes et les tempêtes. Un des 9 Länder, celui de Basse-Autriche (au Nord de Vienne jusqu'à la frontière Tchèque), a cumulé à lui seul la moitié des bois scolytés récoltés en Autriche (2,2 millions de m³).

Le ministère chargé des forêts (BMLRT - Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus) a débloqué jusqu'en juin 2020 au total 44 millions d'Euros pour co-financer la reconstitution des forêts et la mise en place de stockage de bois sous aspersion.

L'état fédéral, les 9 Länder, les communes, l'industrie et les entreprises forestières se sont mis d'accord en 2020 sur plusieurs points, afin de soutenir les propriétaires forestiers. Tout d'abord 4 millions d'Euros supplémentaires d'aides (inclus dans les 44 millions sus mentionnés), l'enlèvement par les entreprises de transformation du bois de 200 000 m³ supplémentaires par rapport aux volumes déjà enlevés jusqu'à fin

Témoignage du responsable du triage « Oberlausitz », Normann Schaller



Ce triage est situé à environ 50 km à l'Est de la ville de Dresde dans le Land de Sachsen, près de la frontière tchèque. Monsieur Schaller (Office des Forêts de Sachsen « Staatsbetrieb Sachsenforst ») s'occupe d'un triage d'environ 5 700 ha, qui réunit 1800 propriétaires forestiers privés ou communaux.

« Les éléments déclencheurs des attaques de scolytes (surtout du typographe) ont été les tempêtes « Herwart » (octobre 2017), « Friderike » (janvier 2018), « Eberhard » (mars 2019) et la sécheresse du printemps jusqu'à l'hiver 2018. Depuis la météorologie a été calamiteuse en été comme en hiver.

Les pessières ont été massivement attaquées par le typographe et le chalcographe, notamment du fait des épicéas tombés et affaiblis, qui ont constitué les premiers foyers d'infestation.

La situation est aujourd'hui [début 2020] catastrophique et dépasse tout ce que les forestiers ont connu depuis la fin de la deuxième guerre mondiale. Dans ce triage 100 000 à 300 000 m³ de bois sont en attente d'exploitation.

À cause des énormes quantités de bois exploitées, il est impossible d'éloigner les piles de bois à plus de 500 m des forêts, comme cela devrait être fait pour éviter des nouvelles attaques. C'est un facteur supplémentaire de propagation des foyers de scolytes. »

Sources :

https://www.youtube.com/watch?v=yJXr_PhMdPs

<https://es-es.facebook.com/Oberland-TV-Frank-Doebblitz-890784480933064/videos/der-borkenk%C3%A4fer-ist-erwacht/601296380464514/>

<https://ol.wittich.de/titel/3091/ausgabe/5/2019/artikel/00000000000014492533-OL-3091-2019-19-5-0>

<https://ol.wittich.de/titel/3091/ausgabe/5/2019/artikel/00000000000014492533-OL-3091-2019-19-5-0>

<https://ol.wittich.de/titel/3091/ausgabe/5/2019/artikel/00000000000014492533-OL-3091-2019-19-5-0>

mai 2020, une meilleure collaboration entre la gestion forestière et les scieries en matière de transfert des données (pour rappel : l'Autriche est le 4^{ème} plus gros pays producteur de sciages en Europe), l'approvisionnement régulier et préférentiel en bois scolytés autrichiens, la réduction des importations pendant la durée de la crise « scolytes » et la mise en place de nombreuses place de dépôts sous aspersion pour permettre un stockage prolongé.

La Suisse connaît sa deuxième plus forte attaque depuis 20 ans

La forêt suisse s'étend sur 1,28 millions d'hectares, ce qui représente un tiers de la surface du pays. La récolte annuelle varie entre 4,5 à 5,2 millions de m³, dont 2/3 sont des résineux (Bundesamt für Statistik - Schweizerische Forststatistik, 2019).

Entre 2001 et 2006, la Suisse a connu un épisode de fortes attaques par le typographe, principal ravageur de ses forêts résineuses. Pendant cette période, des volumes annuels de bois scolytés compris entre 0,67 et 1,75 millions de m³ ont été récoltés. En 2018, recrudescence des attaques : 0,65 millions de m³ d'épicéas ont dû être récoltés, suivis en 2019 de 1,4 millions de m³, ce qui représente le plus haut niveau enregistré depuis la vague de dégâts des années 2000 (Fig. 2). Malgré ces fortes attaques, le volume total récolté en 2018 n'a pas fortement augmenté, du fait d'une baisse des exploitations sur les bois sains.

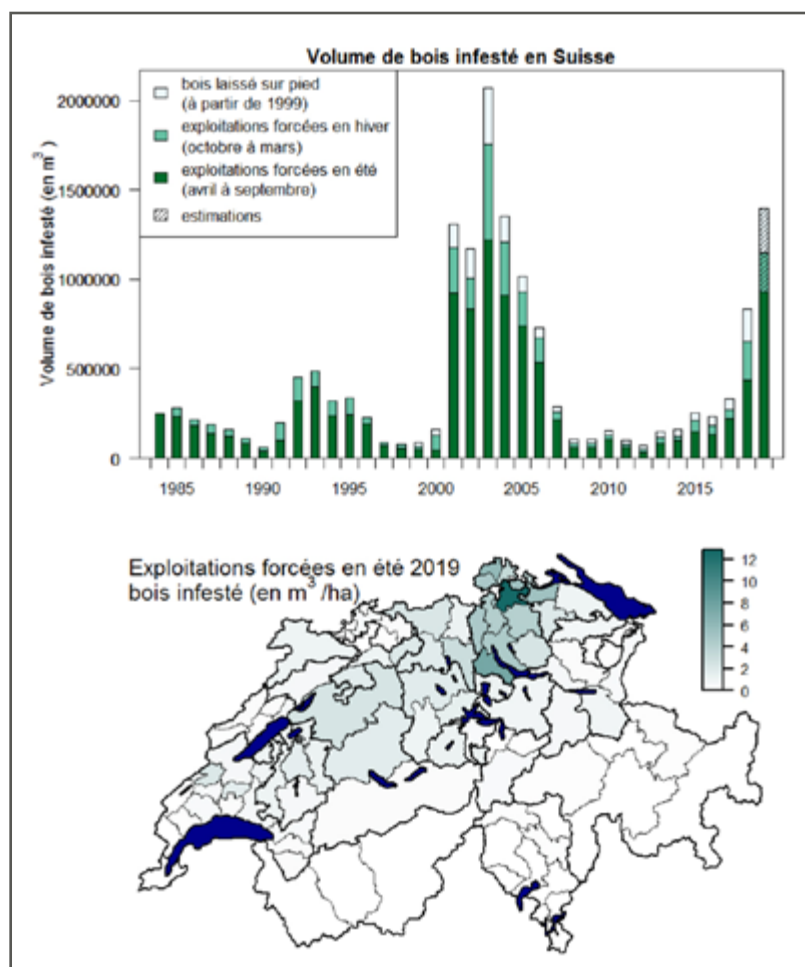


Figure 2. Évolution des volumes de bois scolytés récoltés depuis 1984 en Suisse (en haut) et répartition des exploitations forcées par les attaques du typographe en été 2019 (en bas). Source : http://www.borkenkaefer.ch/kaeferholz/index_FR.

La Tchéquie voit disparaître une grande partie de sa forêt...

La République Tchèque compte 2,7 millions d'hectares de forêts, soit 34% de son territoire, et récolte en moyenne environ 16 millions de m³ de bois.

Depuis 2015, le volume de bois scolyté double pratiquement chaque année et depuis 2018, il dépasse le volume de la récolte moyenne annuelle. En 2019, le volume total récolté (bois sains et bois scolytés) a atteint environ 27,5 millions de m³. Pour 2020, les pronostics annoncés en février prévoient une récolte dépassant les 30 millions de m³. Les capacités de l'ensemble de la filière sont dépassées, que ce soit chez les propriétaires, chez les entreprises de travaux forestiers ou dans l'industrie. De même, les capacités de reboisement sont limitées. La structure de la propriété forestière et le manque d'information et de connaissances des petits propriétaires sont des éléments aggravants. Les petits propriétaires détiennent environ 20% de la surface forestière tchèque, et 96% d'entre eux possèdent moins de 5 hectares ; beaucoup d'entre eux n'ont pas la capacité de réagir aux nouvelles infestations. Or la propagation est rapide : on estime dans beaucoup de régions qu'un arbre atteint provoque la diffusion du typographe sur 10 autres arbres.

Les scieries tchèques peuvent absorber environ 11 millions de m³ (sous écorce) par an et l'export de bois ronds vers les pays voisins est habituel ; mais il est devenu de plus en plus difficile, car ces pays sont eux-mêmes fortement atteints. Il en résulte une démotivation des petits propriétaires forestiers à récolter leurs arbres scolytés augmentant ainsi les risques de nouvelles infestations.

La région la plus touchée est située entre la ville de Brno et la capitale Prague, où la plupart des forêts sont aujourd'hui inévitablement infestées et en train de mourir.



Image ordinaire d'un désastre qui se poursuit en Tchéquie.

Références

Pour l'Allemagne :

<https://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/waelder-entdecken/waldflaeche/>
<https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/040-waldschaeden.html>

Pour l'Autriche :

<https://www.derwaldbauer.at/aktuelles/2019/04/holzschlag-oesterreich-2005-bis-20181.html>
https://www.bmlrt.gv.at/forst/wald-in-oesterreich/lokalaugenschein_oberoesterreich_2020.html

Pour la Suisse :

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/erhebungen/fs.html>
http://www.borkenkaefer.ch/kaeferholz/index_FR

Pour la Tchéquie :

Memento FCBA 2019 (www.fcba.fr)
<https://www.holzkurier.com/rundholz/2020/02/schadholz-in-tschechien.html>
<https://zpravodajstvi.sumpersko.net/Boj-s-kurovcem-i-intenzivni-vysadba-jsou-prioritami-pro-letosni-rok-13030/clanek>

LES OUTILS DU DSF DE DÉTECTION, QUALIFICATION ET ÉVALUATION DES DÉGÂTS LIÉS AU TYPOGRAPHE

François-Xavier Saintonge

MAA - Département de la Santé des Forêts
(DSF / DGAL)

Expert localisé à INRAe URZF (45075 ARDON)

Le scolyte de l'épicéa, ou typographe, est un insecte bien connu pour s'attaquer aux arbres affaiblis et ravager des peuplements durement éprouvés par des épisodes climatiques sévères. Il fait donc l'objet de suivis attentifs du Département Santé des Forêts (DSF) pour anticiper, autant que possible, les pullulations et les mesures à prendre.

Depuis 2007, l'évolution de la stratégie d'observation du Département de la santé des forêts (DSF) a généré des suivis particuliers sur les principaux problèmes sylvo-sanitaires français. Dans ce cadre, le typographe de l'épicéa est suivi par les correspondants-observateurs (CO) du DSF sur la base de plusieurs dispositifs particuliers, une « boîte à outils », basés sur la biologie de l'insecte.

Ces suivis ont pour objectifs :

- d'alerter et conseiller les gestionnaires lors de phases épidémiques ;
- de suivre les dégâts provoqués par ce scolyte dans l'espace et dans le temps.

L'observation des gradations passées permet de mieux appréhender les situations nouvelles qui se présentent et donc de mieux alerter / conseiller les gestionnaires.

Biologie et comportement du typographe

Les attaques de scolytes sont caractérisées par des mortalités qui s'opèrent par taches de tailles variables. Ces trouées sont dues aux émissions de phéromone d'agrégation par les insectes adultes sur les arbres scolytés. Généralement les taches s'agrandissent au fur et à mesure du temps, non pas parce que les scolytes émergents attaquent les arbres à proximité mais parce que les sujets en bordure de trouées créées par les scolytes se trouvent particulièrement fragilisés.

Par ailleurs, les cycles de mortalité sont phasés dans le temps. Leur temporalité est liée aux périodes de colonisation des arbres par les insectes et à la vitesse de mortalité des arbres : lente en hiver, rapide en été. Deux phénomènes interagissent et expliquent la situation : (1) plus la température est élevée et plus le développement des insectes est rapide, et (2) la sécheresse des sols impacte négativement la capacité de défense des arbres.

Ainsi, les arbres qui rougissent au printemps (jusqu'à fin mai) sont ceux qui ont été attaqués tardivement à l'automne de l'année précédente. Les épicéas qui rougissent à partir de juin sont ceux qui ont subi des attaques de typographe lors de l'essaimage (en général mi-avril). Au-delà de cette date, le rougissement des aiguilles suit souvent l'attaque un mois après et lorsque le houppier est rouge, les insectes-fils (= la descendance



Mortalités d'épicéa dues au typographe dans les Vosges Saonaises début juillet 2020. Remarquer les attaques par taches.

des insectes ayant attaqué l'arbre) sont souvent prêts à émerger pour coloniser un nouvel arbre sain. Ces caractéristiques sont intégrées dans les méthodes de suivis mis en œuvre par les CO.

Méthodes et protocoles mis en œuvre par le DSF

L'histoire et l'abondante bibliographie relative à ce sujet nous montrent que les épidémies sont systématiquement précédées soit de tempêtes qui génèrent des chablis soit de sécheresses intenses et longues. Lors de tels phénomènes, les pôles du DSF alertent les CO de leur zone d'activité sur le risque de déclenchement d'une épidémie. Le premier indice qui confirme ce risque est la quantité de **signalements spontanés** de cas de mortalités par scolyte observés. Chaque observation est datée, géographiquement localisée (centre de la tache), et qualifiée quant à son importance (% d'arbres atteints et % arbres morts sur l'unité de gestion décrite). Ce système, extrêmement réactif face à un événement, permet

de mettre rapidement en alerte et en priorité les gestionnaires de massifs d'épicéa en les incitant à surveiller aussi précocement que possible la présence d'arbres scolytés, à les exploiter et les évacuer le plus rapidement possible hors forêt. La figure 1 montre les résultats sur la période 2014 – 2019 pour les trois régions où le sujet est le plus impactant.

Dans ces situations d'épidémie, la pose de pièges à phéromone au printemps permet de mieux préciser dans l'espace (en particulier sous l'angle altitudinal) et le temps, la date d'émergence des insectes et donc de la colonisation des premiers épicéas à la sortie de l'hiver. C'est en effet à partir de cette date que la vigilance doit être accrue et que la multiplication des insectes risque de se produire si des arbres porteurs restent en forêt. La figure 2 synthétise les captures de l'année 2019.

Au-delà de cette information, les pièges n'ont pas d'intérêt, ni pour la lutte ni pour évaluer les niveaux de populations. Sur le premier point, on sait désormais qu'il faudrait environ 10 pièges pour capturer la masse d'insectes issue d'un arbre scolyté mort ce qui exclut toute utilisation de ce mode de lutte pour des questions économiques (prix de pièges et de la phéromone, temps passé). Sur le second point, la dégradation de la phéromone dans le temps, la place précise du piège mais surtout la concurrence entre la phéromone naturelle émise par les insectes et l'artificielle posée dans le piège font que la quantité d'insectes capturés sur un pas de temps donné ne peut raisonnablement fournir aucune interprétation fiable.



Piège à phéromone.

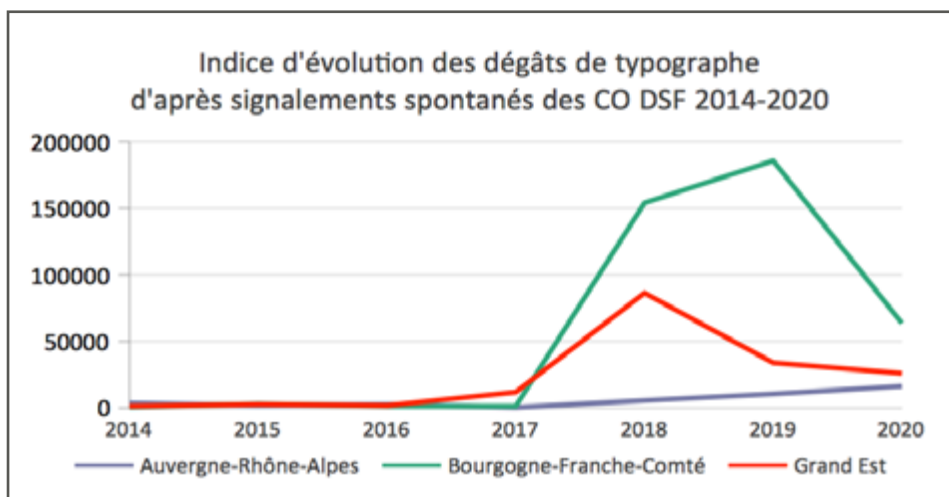


Figure 1. Évolution d'un indice (% moyens de tiges atteintes X surface affectée) établi à partir des signalements spontanés de dégâts de typographe par les correspondants-observateurs du DSF de 2014 à 2020 pour les 3 régions les plus touchées. Remarque la chute des signalements lorsque la crise est installée : la gestion de la crise (voire des crises) mobilise toutes les énergies.

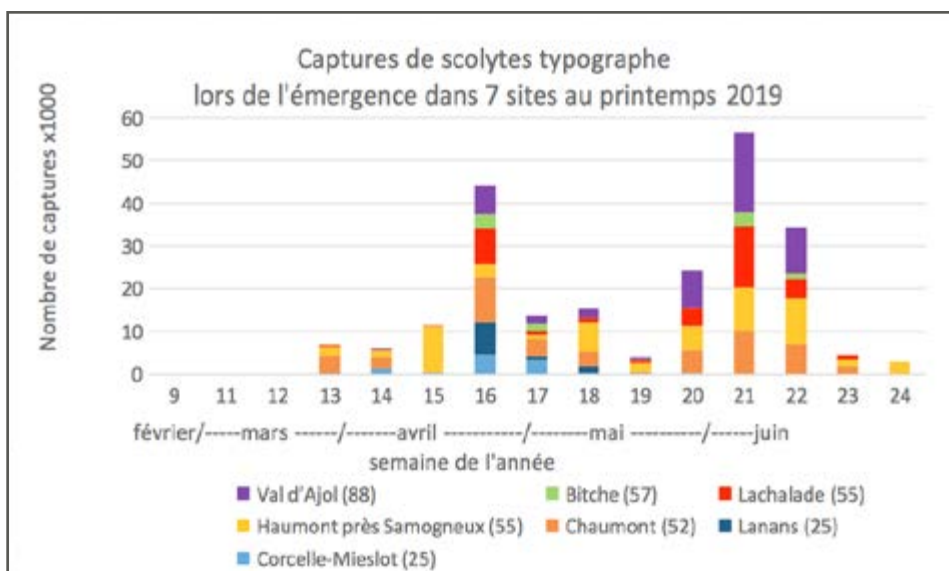


Figure 2. Captures de typographes dans des pièges à phéromone dans 7 sites de l'est de la France lors de l'émergence au printemps 2019.



Figure 3. Implantation des massifs échantillon typographe (en bleu) dans le massif vosgien.

Enfin, environ 80 « **massifs échantillon** » d'une centaine d'hectares chacun sont suivis au moins une fois par an dans les 5 principales zones géographiques où l'épicéa est très présent : les Vosges, le Jura, les Alpes du Nord, l'ensemble Massif central et Morvan et les Ardennes (voir la carte des massifs échantillons pour les Vosges, Fig. 3).

Le principe est, sur une surface fixe et clairement définie, de quantifier le volume annuel d'épicéa mort à cause du typographe. Cet indicateur permet – en relatif et a posteriori – de montrer les évolutions par massif des volumes d'épicéas scolytés. C'est grâce à cet outil qu'il a été montré une remontée des dégâts dans l'est à partir de 2014.

La qualité de la mise en œuvre de ces méthodes passe par une formation précise et continue des CO et un accompagnement fin des permanents du DSF qui les encadrent. L'ensemble des données recueillies est intégré dans le système d'information du DSF et toutes les données sont validées par les permanents des pôles avant d'être compilées puis analysées.

Les méthodes complémentaires des partenaires

La qualification des bois scolytés effectuée lors de la **désignation des épicéas à exploiter** (« martelage ») par le personnel de l'ONF est également un bon indicateur du niveau de dégât observé par unité de gestion au sein des forêts que gère l'établissement. Il s'agit du seul indicateur qui comptabilise tous les arbres scolytés, sans utiliser de méthodes d'échantillonnage statistique. Il a donc une grande valeur et cette prise de donnée élémentaire lors des désignations d'arbres à exploiter doit être poursuivie et avec autant de soin que possible.

Au sein de l'échantillon d'environ 7000 placettes relevées annuellement **par l'inventaire forestier de l'IGN**, l'évolution du taux de mortalité observé complète le tableau. Ce dernier a la vertu d'être statistiquement très solide et de couvrir forêts publiques et forêts privées.

Enfin, l'amélioration des **outils de télédétection** permettra désormais d'utiliser en quasi-routine les données recueillies à des pas de temps courts et de les analyser. Par exemple, les données de Sentinel 2 existent au pas de temps de 5 jours et ont montré leur pertinence depuis le printemps 2019 dans le Grand-Est et en Bourgogne-Franche-Comté. Jusqu'alors l'analyse des images nécessite cependant à la fois des outils informatiques performants mais aussi des compétences d'analyses que peu de personnes possèdent. Les images sont gratuites et le recours à des prestataires privés est d'un coût désormais raisonnable en regard des livrables quantitatifs fournis.

En conclusion

L'ensemble de ces outils permet de répondre aux questionnements des gestionnaires forestiers même si la dynamique spatio-temporelle de l'évolution des dégâts et des coupes liées rend l'exercice difficile. L'échelle de réponse va du gestionnaire local, dont la mission s'opère au niveau de la parcelle, au décideur national voire européen qui va utiliser les données pour établir une politique à cette échelle, avec ses aspects législatifs / réglementaires mais aussi économiques et environnementaux.

SURVEILLER, DÉTECTER ET ALERTE... L'ACTION DES CORRESPONDANTS-OBSERVATEURS DU DSF À L'ONF

Hubert Schmuck et Eric Pagnier sont correspondants-observateurs du DSF dans les territoires particulièrement affectés par les dégâts de scolytes, respectivement en Grand-Est et Bourgogne-Franche-Comté. En été 2020, ils ont témoigné de leur rôle auprès des gestionnaires.

RDVt - Quand et comment avez-vous détecté l'épidémie de scolytes que nous vivons en ce moment ?

Hubert Schmuck, CO en DT Grand Est.

Dans mes bilans annuels d'activité de CO je fais tous les ans un point de situation sur les volumes récoltés pour cause d'attaques de scolytes. Dans le bilan de l'année 2017 j'avais noté un doublement des volumes récoltés sur l'agence de Sarrebourg, avec 2 400 m³ déclarés comme tels par le service bois, contre 1 100 en 2016, sachant que sur le territoire géré par l'agence (58 200 ha) l'épicéa représente moins de 10 % du volume sur pied. Bien entendu ces volumes étaient très faibles comparés aux presque 60 000 m³ récoltés pour la seule année 2005 (cf. conséquences de la canicule 2003).

Début 2018 (le 3 janvier) la tempête Eléonor a couché quelque 6 000 m³ de chablis dans nos massifs et tout le monde se souvient des températures élevées que nous avons connues au printemps de cette année-là. Tous les éléments étaient donc réunis pour avoir un cocktail particulièrement explosif car nous savons bien que des chablis disséminés dans les massifs, associés à des températures élevées précoces en saison favorisent ces insectes.

De son côté le pôle santé des forêts de Metz avait commencé à alerter dès début 2016, puis indiquait début 2018 dans le « Bilan

de l'année sylvositaire 2017 » « *Attention toutefois les 3 dernières années chaudes et les chablis dispersés provoqués par la tempête Eléonor en début d'année 2018 sont des facteurs très favorables au typographe [...]. Il conviendra d'avoir une attention particulière à cet égard en 2018.* » et nous a signalé les premiers vols observés dans les Ardennes le 26 avril 2018.

Avec tous ces éléments, nous avons donc été particulièrement attentifs à la situation et les premiers signalements de foyers de la part des collègues de terrain sont remontés au courant de l'été (fin juillet). Il s'agissait déjà de la deuxième génération de l'année, qui dans certains massifs serait suivie d'une troisième.

Eric Pagnier, CO en DT Bourgogne-Franche-Comté.

Jusqu'à fin 2017 les suivis scolytes mis en place par le DSF au niveau national et réalisés chez nous sur certains « massifs échantillons », ne révélaient pas de gros soucis (état endémique des populations de scolytes). Mais après la tempête Eléonor (2-3 janvier 2018) les choses ont changé : nous avons eu, sur le seul secteur de Levier (Jura – 2^{ème} plateau) 15 000 m³ de chablis par grandes trouées éparses et la situation a rapidement évolué. À partir du printemps et au courant de l'été 2018 les colonisations de scolytes sur les épicéas sont apparues de façon importante.

Les conditions météorologiques sèches et chaudes ont provoqué les premières attaques de scolytes très tôt dans la saison, et ont permis à trois générations de se développer tout au long de 2018. En 2018 les principaux points d'impacts étaient cantonnés en dessous de 700 m, avec très peu de foyers signalés sur la haute chaîne (> 900 m d'altitude).

La crise a été déclarée par les agences départementales et les services commerciaux correspondants suite à l'information du DSF, qui depuis la tempête Eléonor avait émis des alertes pour les années avenir en cas de sécheresse. L'information aux collègues et la pédagogie envers les élus ont suivi sur cette année 2018

où les volumes de saturation des scieries étaient déjà atteints. La programmation de l'état d'assiette 2019 a été réalisée en anticipant le fait que 2019 serait une année également perturbée par la crise scolyte.

RDVt - Quelles ont été les réactions des différents maillons de l'ONF ?

EP - Les collègues de terrain qui connaissent bien les phénomènes de pullulations de scolytes après les tempêtes (dont celles de décembre 1999) et suite aux canicules de 2003 - 2005 et 2011, ont réagi très vite en nous signalant les attaques dès la fin du printemps/début de l'été 2018.

Dans la chaîne jurassienne, les chablis sont commercialisés par accords cadre annuels avec les scieries locales. Un volume de bois livrables façonnés ou sur pied est négocié par essence et par catégorie pour les chablis et les bois scolytés avec une décote de 40 à 80 % pour les bois secs selon l'essence (sapin ou épicéa) et les classes de diamètre. Par exemple pour des épicéas sur pied de volume moyen est supérieur à 3 m³ les tiges sèches sont vendues 25 €/m³ alors qu'ils valent 48 €/m³ verts. Pour des petits bois (sur pied) d'épicéas (volume moyen < 1 m³) les prix s'effondrent de 40 €/m³ pour les bois verts à 5 €/m³ pour les bois secs !

Donc l'exploitation se fait en continu en accord avec l'acheteur ce qui permet aux bois d'être évacués assez rapidement des forêts. Mais à partir de l'été 2018 le marché commençait à être saturé au niveau des scieries. Les agences ONF départementales et les services commerciaux attachés ont dû œuvrer pour trouver les solutions de commercialisation, ce qui n'était pas simple en ces temps de crise !!!

HS - À partir des informations dispersées reçues de la part des collègues, je suis allé visiter certains massifs potentiellement susceptibles d'être impactés et j'ai pu constater l'ampleur de la crise en train de se développer. Ces tournées avaient également pour objectif de déterminer avec précision

quels étaient les stades de développement des insectes et donc les risques d'un nouvel essaimage avant la fin de l'année. J'ai donc alerté le Directeur d'agence, les RUT et le service bois de l'agence en leur précisant tout cela. Dès la fin du mois d'août plusieurs collègues avaient déjà attaqué les exploitations de bois colonisés par des larves.

De son côté le pôle Santé des Forêts Grand Est avait, à partir des remontées d'informations, édité début septembre une plaquette de 4 pages rappelant les principaux traits de la biologie de l'espèce et des moyens de lutte active à mettre en œuvre, plaquette que j'ai bien entendu très largement diffusée au sein de l'agence.

RDVt - Et ensuite ? en 2019 et 2020 ?

HS - Au vu de l'évolution et de l'ampleur de ces attaques en 2018 les risques étaient évidemment très élevés que la situation perdure voire s'amplifie en 2019, compte-tenu notamment de la sécheresse estivale constatée.

Au printemps 2019 le pôle Santé des Forêts Grand Est a proposé à certains CO volontaires d'installer des pièges barrière équipés d'une capsule de phéromone, afin d'observer les dates d'essaimage, de façon à pouvoir alerter les gestionnaires de terrain aux premiers envols et prendre ainsi les mesures nécessaires pour réaliser une lutte active (détecter les arbres infectés, les exploiter rapidement et les sortir de forêt avant l'achèvement du cycle larvaire). La pose d'un piège pour le monitoring des premiers vols au printemps a été renouvelée en 2020 malgré les contraintes liées au confinement. J'ai ainsi pu alerter des premières colonisations de chablis (chablis plus nombreux qu'en 2018, en particulier avec la tempête Ciara de février 2020 !).

EP - En 2019 les volumes de bois scolytés ont explosé dans les altitudes basses (< 700 m) et des impacts de plus en plus importants ont été observés aux altitudes supérieures à 800 m.

Pour 2019 les « accords cadre chablis » ont été renouvelés comme chaque année, mais avec des grilles de prix revus à la baisse de l'ordre de 10 à 15 %. Les interventions ont été ciblées également auprès des communautés de communes ou le relais se passe très bien, surtout pour la gestion de crise, et où l'information sur la commercialisation et sur la programmation des états d'assiette futurs revêt une importance



Sous l'écorce, une grande densité de pontes, puis de larves...

forte. En 2019 la commercialisation des bois secs a été réalisée à 100 %, mais la saturation des scieries était à son maximum ce qui ne laissait rien présager de bon pour 2020.

En 2020, au niveau du pôle DSF de Bourgogne-Franche-Comté, nous avons installé des pièges pour le scolyte typographe et pour *Ips duplicatus* (un scolyte détecté en Suisse mais qui n'a pas été observé à ce jour en France) afin de détecter le moment du premier envol pour prévenir les collègues de terrain des prévisions de dépérissement (période et amplitude). Nous avons eu de bonnes indications pour le typographe et, heureusement, aucun *Ips duplicatus* n'a été piégé à ce jour.

Concernant la commercialisation en 2020 avec des accords cadre revus à la baisse de 50 % pour le volume (et une baisse supplémentaire sur le prix), les services commerciaux ont trouvé d'autres débouchés pour les épicéas scolytés : des contrats avec des scieries du Centre, du Bassin Aquitain et de Bretagne, ainsi qu'un contrat vers la Chine.

RDVt - Avez-vous déjà vécu d'autres épidémies de ce type ? avec des scolytes ? d'autres maladies ? et dans ces cas comment ça se passe ?

EP - Je suis correspondant-observateur du DSF depuis 2000. Des épisodes de crises scolytes j'en ai vécu à chaque sécheresse : 2001-2003-2005-2011 et nous sommes très organisés maintenant pour gérer ces phénomènes qui restent avant tout dépendants de la situation météorologique.

Les Unités Territoriales nous font remonter des informations très rapidement lorsqu'elles constatent un problème phytosanitaire et nous sommes là en coordination avec l'échelon régional du DSF, en lien avec le niveau national, avec les experts en entomologie et pathologie,



...d'où émergent rapidement les adultes.

ainsi que des laboratoires et des scientifiques comme INRAe, pour diagnostiquer précisément le(s) problème(s) et formuler des conseils de gestion face à tous ces problèmes rencontrés.

HS - Oui. Je suis CO depuis 26 ans et j'ai vécu en particulier les tempêtes de décembre 1999 et leurs conséquences, avec notamment les crises scolytes qui sont intervenues en 2001, puis les très grosses épidémies des années post canicule/sécheresse de 2003, dont l'ampleur (au moins chez nous) a été supérieure à celle de la crise que nous vivons actuellement (150 000 m³ d'épicéas atteints par le typographe commercialisés de 2004 à 2007).

Dans les cas causés par des phénomènes climatiques exceptionnels (tempêtes, canicules...) les développements de crises sont largement prévisibles et on peut s'organiser pour les documenter au mieux. D'autres phénomènes sont apparus, avec des conséquences tout aussi catastrophiques pour les forêts, mais qui n'étaient absolument pas prévisibles. Je pense à la Chalarose du frêne par exemple. Dans ce cas il faut s'adapter pour comprendre ce qui se passe d'abord, puis alerter et enfin essayer de prendre en compte et de gérer.

C'est pour ça qu'en tant que CO DSF nous travaillons d'une part avec les pôles du DSF, qui généralement nous alertent sur l'émergence d'un phénomène nouveau et nous indiquent où, quoi et dans quel sens rechercher, et d'autre part avec les gestionnaires de terrain (techniciens forestiers territoriaux, responsables d'unité territoriale) qui nous aident à voir ce qui se passe et nous préviennent de ce qui leur semble « anormal ». En retour, à nous de leur communiquer les éléments dont nous disposons. C'est tout le sens du mot « correspondant ».

FACILITER ET OBJECTIVER LE DIAGNOSTIC DES DÉGÂTS DE SCOLYTES - INITIATIVES DE L'AGENCE TERRITORIALE VOSGES OUEST

Mireille Sévéléder

ONF-Agence Vosges Ouest, Service Forêt

Denis Othenin

ONF-Agence Vosges Ouest,
Atelier départemental SIG

Lorsque la crise est déclarée, il faut objectiver le constat des dégâts pour avoir à tout moment un diagnostic partagé, éclairer les décisions, expliquer la situation, etc. Les cellules de crise se sont mobilisées, notamment dans les agences, pour mettre en place des méthodes ou des outils destinés à faciliter la tâche de chacun. Exemple de l'agence Vosges-Ouest.

Dans le contexte de l'agence, l'épicéa compose un grand nombre de petites unités de gestion. Sur l'agence Vosges Ouest, comme ailleurs, l'épicéa a été largement introduit dans les peuplements feuillus de plaine à la faveur de la politique forestière portée par le Fonds Forestier National. Les principales campagnes de plantations se sont échelonnées entre 1965 et 1990.

Les peuplements à épicéa majoritaire occupaient ainsi 4500 ha avant le début de la crise sanitaire en 2018, soit 5% de la surface gérée par l'agence. À quelques exceptions près (notamment en forêt domaniale), la surface moyenne de ces pessières est faible, de l'ordre de 1,50 ha, et leur dispersion géographique est à l'image de la structure foncière des 370 forêts communales.

Apparition et dynamique de la crise « scolytes » : premiers suivis cartographiques

Après quelques foyers de scolytes isolés détectés dès 2017, les attaques se sont massifiées en 2018, et les volumes d'épicéa récoltés dans le cadre de la lutte sanitaire ont augmenté jusqu'à atteindre un cumul de 108 000 m³ fin 2019. La dynamique des ravageurs reste très active en 2020.

Dès 2018, un suivi cartographique des dégâts et la constitution d'une base de données associée ont été envisagés par l'Atelier départemental SIG, en collaboration avec le Service Forêt de l'agence. L'outil conçu pour ce suivi, la visionneuse scolytes, a été mis à disposition des Unités Territoriales à partir de juin, pour une alimentation directe par les techniciens forestiers.

Développement local de la visionneuse scolytes

Au départ, il a fallu rechercher une application pertinente pour construire cette « visionneuse », c'est-à-dire un outil à déployer au niveau du terrain (et gestion), qui permette de manière simple et accessible :

- de visualiser (et interroger) des couches d'information mises à disposition par l'Atelier SIG : fonds géographiques, données aménagement (forêts, stations, UED-Unités Élémentaires de Description, UG-Unités de Gestion, données télédétection, orthophotos, photos satellites le cas échéant...), couches de données métier pertinentes associées, notamment les données issues de Production Bois ;
- de saisir très simplement les informations nécessaires à une thématique dûment identifiée, en l'occurrence les dégâts de scolytes : localisation des zones scolytées, surface impactée, type d'impact, volume estimé, diagnostic sur l'avenir du peuplement effectué à partir de la clé de détermination fournie par le service forêt ;
- d'obtenir une restitution des données saisies et un rendu à toutes les échelles (unité de gestion, forêt, UT, agence...) pour le suivi et la communication interne et externe.

Le choix s'est porté sur l'application ROAM, un outil cartographique de saisie développé à partir du logiciel SIG libre QGIS, qu'il a fallu modifier et adapter pour utilisation sur les PC de terrain ONF (traduction de l'interface en français et ajout de modules d'impression et de saisie).

À l'ouverture, l'application affiche la liste des « projets », c'est-à-dire des thématiques SIG ouvertes à la consultation et aux contributions à distance (moyennant droits d'accès) ; cette « bibliothèque de projets » est stockée sur un serveur WEB, ce qui facilite le déploiement et la mise à jour. Un projet embarque toute la symbologie des couches SIG vecteur (dessin) réalisées avec QGIS, ainsi que les couches raster (pixels) sur lesquelles il repose : scan 25 IGN, orthophotos et analyses télédétection disponibles.

Pour le projet « visionneuse scolyte », nous avons opté pour une saisie simple et rapide en mode point, puisqu'on n'a pas absolument besoin du contour précis de chaque zone scolytée ; la géolocalisation est donc manuelle (position du point sur la carte) et non issue de positions GPS. Pour chaque point, le formulaire de saisie récupère automatiquement, par croisement avec les couches géographiques disponibles, les informations d'appartenance emboîtée à une UED, une UG, une parcelle, une forêt, un poste de terrain, une UT, une agence... L'opérateur se concentre uniquement sur les données liées à la thématique scolyte : surface de la zone de dégât représentée par le point, indications concernant la coupe sanitaire à réaliser (dont le volume prévisionnel et le type de produit)...

Le rendu de l'information collectée est dynamique, fonction des surfaces et des volumes impactés cumulés à l'échelle de l'UG (taille des points), de la forêt, de l'UT, de l'agence (Fig. 1). L'outil propose aussi des fonctions de mesure de surface et d'export de données (sous Excel), à toutes fins utiles. Ainsi, dans le contexte scolytes de l'agence Vosges Ouest, cette « visionneuse » est un outil essentiel pour communiquer sur les volumes et surfaces impactées, pour en suivre l'évolution au fil de l'eau, mais aussi pour optimiser les chantiers mécanisés, vu la multiplicité et la faiblesse relative des surfaces unitaires des zones touchées (exploitations groupées).

De la visionneuse locale à l'application web carto Grand-Est

Fort de son succès, l'application a ensuite été prise en charge sur la plateforme ESRI web carto de l'ONF à l'échelle de la DT Grand Est en gardant les fonctionnalités de base et en y ajoutant la possibilité de suivre l'état d'avancement des chantiers d'exploitation forestiers. Cette dématérialisation totale a permis de s'affranchir des contraintes de déploiement d'un logiciel (un simple navigateur suffit pour y accéder), de bénéficier de la puissance des outils de restitution (tableaux de bord) et enfin de rendre immédiatement disponible l'information saisie à tous les niveaux.

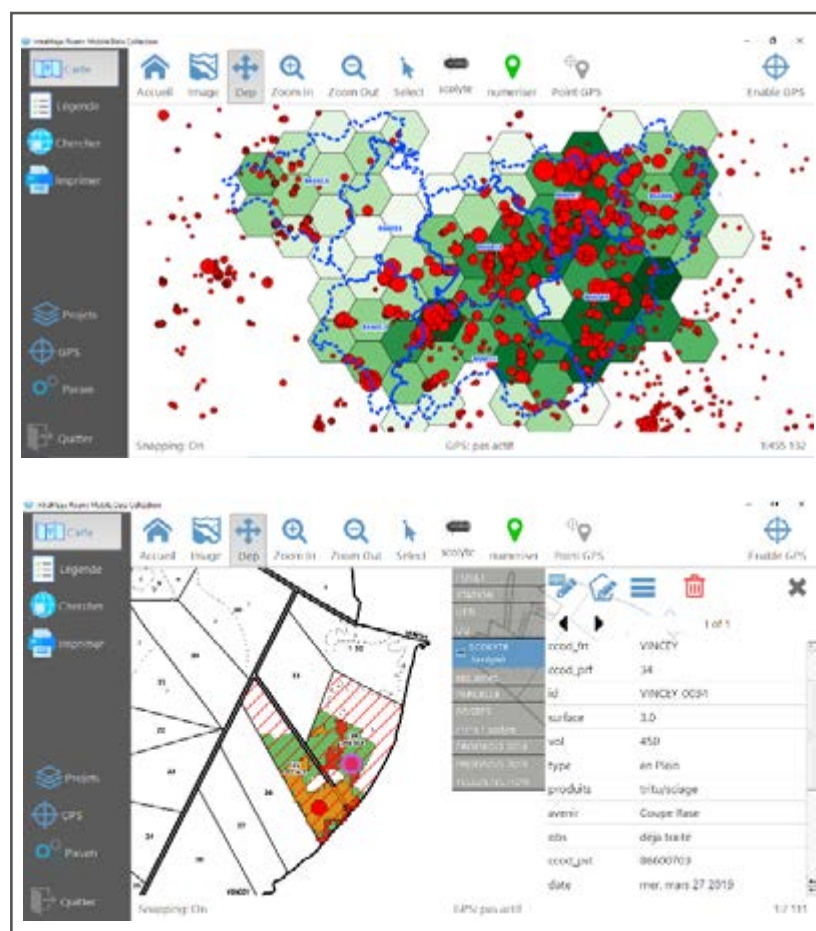


Figure 1. Exemples de rendu de l'information collectée. En haut, niveau agence (représentation par maille en « nid d'abeilles ») ; en bas, échelle de la parcelle.

Gestion opérationnelle de la crise sanitaire : difficultés et enjeux

Courant 2018 également, un besoin de cadrage de l'intensité des coupes à caractère sanitaire a été identifié par les unités territoriales et les services fonctionnels. Les attaques de scolytes étant quasiment continues, la lutte sanitaire imposait des retours répétés et fréquents sur de nombreuses parcelles. Il devenait impératif d'harmoniser les critères d'analyse permettant de trancher entre une récolte de produits accidentels au fur et à mesure de la détection des attaques, et une coupe rase d'un peuplement comportant encore des bois verts.

Sur la base d'un travail initié par une direction territoriale voisine, l'animateur sylvicole de l'agence Vosges Ouest a proposé fin 2018 une clé d'aide à la décision destinée aux techniciens forestiers (Fig. 2). Adaptée au contexte de l'agence, elle permet d'objectiver les critères de définition du type de coupe en fonction des surfaces et des proportions de peuplements touchés.

La mise en œuvre de cette clé a permis de lisser les approches, d'afficher une stratégie de récolte harmonisée vis-à-vis des propriétaires et de réguler l'afflux de bois verts sur le marché. Cependant sa bonne mise en œuvre passe inévitablement par un diagnostic précis et actualisé du ratio entre surfaces touchées et surfaces indemnes.

Suivre la crise dans le temps : l'apport de la télédétection (données Sentinel 2)

Outre l'enjeu de déterminer la nature et l'intensité de la coupe à réaliser dans les peuplements attaqués, la détermination précise des surfaces touchées permet également d'affiner l'estimation des volumes sur pied. Ce besoin a été formulé par une unité territoriale particulièrement éprouvée par des attaques de scolytes répétées sur des unités de gestions nombreuses et dispersées. Or, la qualité de ces estimations est fondamentale pour le suivi matière dans le système d'information et l'alimentation des bilans nécessaires au suivi de l'application des aménagements forestiers.

Pour répondre à ce besoin d'appui dans l'analyse et le suivi global des surfaces touchées, l'Atelier départemental SIG a mené, dans le courant de l'hiver 2019-2020, un projet d'étude d'images satellites à l'échelle de l'agence.

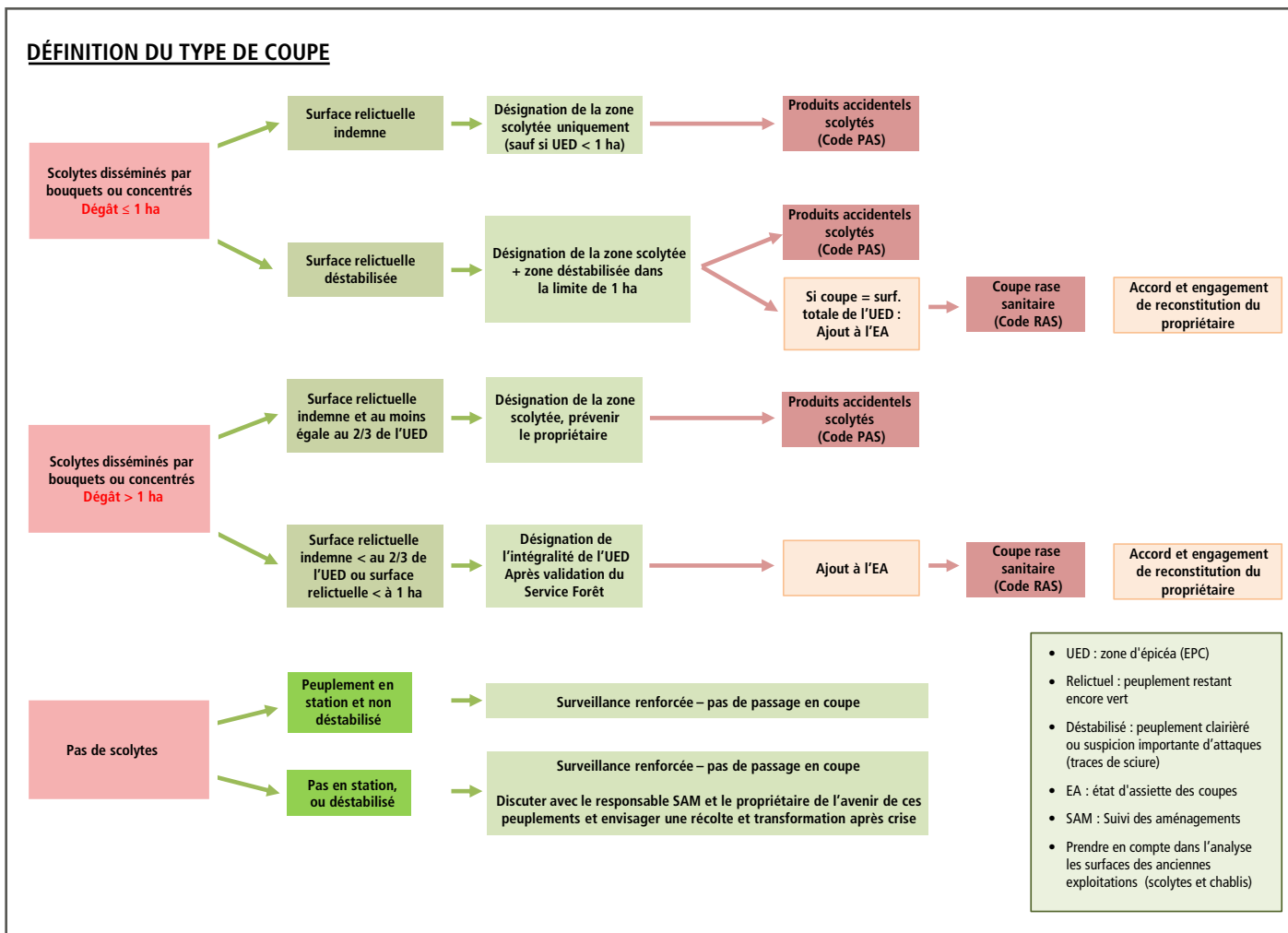


Figure 2. Clé d'aide à la définition du type de coupe « scolytes », en fonction du niveau d'atteinte des peuplements, pour l'agence Vosges-Ouest (2018).

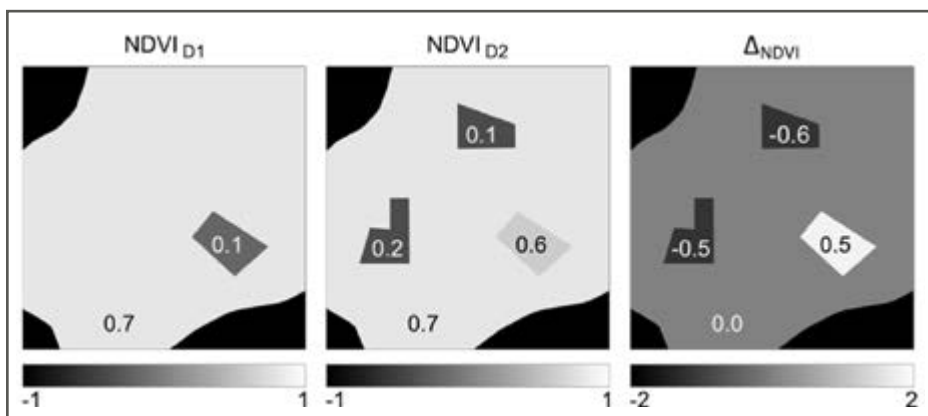


Figure 3. Principe d'interprétation des différences de NDVI pour un peuplement forestier (d'après Ose K. Deshayes M. 2015 « Détection et cartographie des coupes rases par télédétection satellitaire – guide méthodologique », IRSTEA, 72p.).

À la date initiale (D1 ; image de référence), la forêt se caractérise par un NDVI élevé de 0.7, à l'exception d'une parcelle de « sol nu » (ancienne coupe rase) avec un NDVI faible (0.1).

À la date finale (D2), la parcelle en sol nu s'est revégétalisée, son NDVI augmente. Deux parcelles sont passées en coupe rase, elles ont des NDVI de 0.1 et 0.2.

La différence des deux couches NDVI ($NDVI = NDVI_{D2} - NDVI_{D1}$) permet d'identifier trois types d'évolution :

- les zones ayant peu ou pas changé ont des valeurs voisines de 0,
- les zones passées de sol nu à végétation ont des valeurs positives, significativement différentes de 0, avec un maximum théorique de 2,
- les zones passées de végétation à sol nu (ou de peuplement sain à peuplement moribond ou mort) ont des valeurs négatives, significativement différentes de 0, avec un minimum théorique de -2.

Évaluation périodique globale des surfaces impactées d'après images satellite : méthode adoptée

Vu l'ampleur de la crise, le ministère de l'Agriculture a fait réaliser des études de cartographie par télédétection des dégâts de scolyte, réalisées par le SERTIT en octobre 2018 et par Telespazio en mars 2019 (cf. Bélouard *et al.*, ce numéro). Ces cartographies ont été mises à disposition en couche d'information sur la visionneuse scolyte pour la saisie des zones impactées. Nous avons cherché à affiner les résultats de ces études et obtenir une approche surfacique des dégâts plus opérationnelle, en utilisant les images de la mission satellite Sentinel 2 pour caractériser/cartographier l'évolution entre octobre 2016 (date « saine » de référence) et octobre 2019 et pouvoir répéter l'opération de façon assez simple pour la même époque en 2020, 2021...

Sentinel 2 présente l'intérêt d'images fréquentes à large emprise et résolution spatiale de 10 m, qui sont disponibles gratuitement avec un certain nombre de corrections (effets atmosphériques, effets topographiques...) ainsi que des indices précalculés sur les valeurs de réflectance mesurées par pixel (cf. Féret *et al.*, ce numéro). Nous avons appliqué un protocole développé initialement par Irstea – UMR TETIS pour la détection et la cartographie des coupes rases : la méthode repose sur la détection des changements entre deux images satellitaires optiques, acquises à deux dates différentes, en prenant en compte l'analyse d'un ou plusieurs indices fournis par ces images.

Notre choix s'est porté sur l'indice de végétation normalisé (NDVI), qui est sensible à la quantité et à la vigueur de la végétation (plus précisément sa teneur en chlorophylle) et qui est couramment utilisé pour observer et analyser la couverture végétale sur les images de télédétection. Le NDVI traduit la signature spectrale de la végétation active ; ses valeurs sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les végétaux, les valeurs positives qualifiant l'état de la végétation, avec un chiffre d'autant plus élevé que l'activité photosynthétique est plus forte. En forêt, le NDVI « sature » rapidement dès que le couvert est fermé : il est donc surtout sensible aux variations importantes de l'état du couvert : coupe rase, mortalité massive par exemple.

Dans la zone d'étude, ciblée dans notre cas sur l'ensemble des UED à épicéa majoritaire, on peut ainsi comparer en tout point les valeurs NDVI pour les deux dates choisies, calculer la différence (Δ NDVI), et produire une image des Δ NDVI qui caractérise l'évolution entre ces deux dates ; ensuite on peut, à partir des valeurs de moyenne et d'écart type de Δ NDVI, faire des regroupements en « classes » plus lisibles (voir schéma de principe, Fig. 3).

On obtient finalement une gradation de la décroissance de NDVI au cours de la période : les valeurs positives caractérisent un peuplement « sain » ou en croissance, les valeurs négatives témoignent d'un peuplement stressé ou en décroissance, ou révèlent à l'extrême un peuplement sans activité végétative (mort sur pied) ou un sol nu (peuplement exploité). Les calculs se faisant à l'échelle du pixel, et sachant que chaque pixel vaut 100 m², il est facile d'en déduire une surface cumulée par classe définie et par zone d'intérêt, UED, UG, parcelle forestière.

Le résultat de cette analyse a été mis à disposition des unités territoriales de l'agence pour confrontation avec la réalité de terrain, d'une part sous la forme d'un atlas en pdf des parcelles forestières contenant de l'épicéa (exemple Fig. 4), et d'autre part comme couche d'information accessible au format raster sur PC via la visionneuse scolyte (ou en consultation sur mobile de saisie).

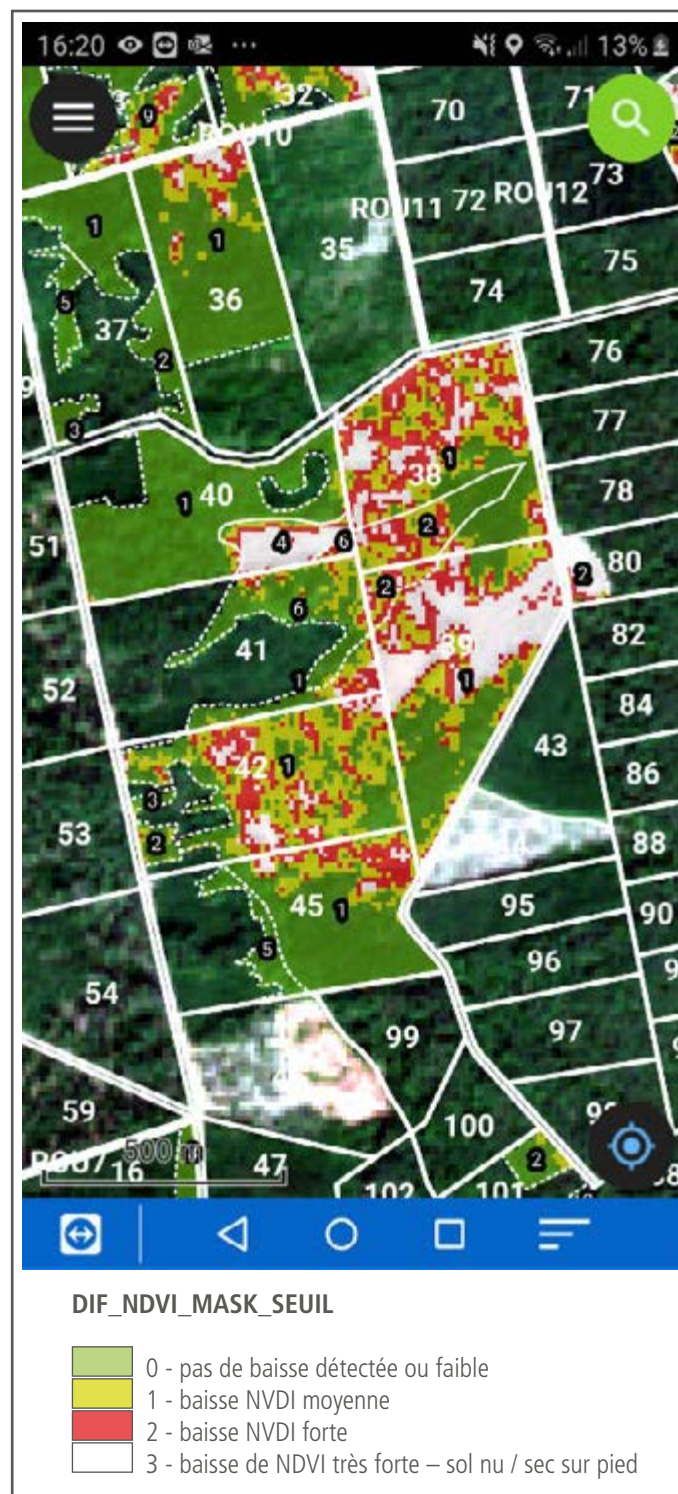


Figure 4. Extrait de l'atlas des parcelles à épicéa de l'agence Vosges Ouest mis à disposition sur la visionneuse scolytes, avec analyse de l'évolution par télédétection.

Un suivi satellitaire pertinent pour le cas de l'Agence Vosges-Ouest

Il en ressort pour l'agence Vosges Ouest une très bonne corrélation entre les résultats de la télédétection et la réalité de terrain car, d'une part, les peuplements d'épicéa sont issus de plantation et assez homogènes et, d'autre part, le zonage des données d'aménagement pour les UED en épicéas est relativement fiable. Cela permet une évaluation correcte des surfaces impactées à reconstituer et de leur évolution dans le temps.

La même étude a été effectuée sur l'agence Vosges Montagne où, sur des peuplements mélangés, l'interprétation des données de télédétection est plus sujette à caution. Elle reste cependant utile en la cantonnant actuellement à un rôle d'alerte et de surveillance face aux épisodes répétés de crise sanitaire : les données analysées étant géolocalisées, il est facile de repérer des foyers nouveaux ou qui n'auraient pas été repérés, et d'attirer l'attention des personnels de terrain.

Passer du suivi des dégâts au suivi du renouvellement : intégration des données collectées dans le portail national « reconstitution »

Les informations saisies dans la visionneuse scolytes, puis dans l'application web-carto DT Grand Est de suivi des produits accidentels, ont été transférées dans le portail SIG national (web carto nationale de recensement des dégâts / reconstitution des forêts sinistrées).

À cette fin, nous avons utilisé les résultats de télédétection et calcul des surfaces impactées par la crise scolytes, qui s'avèrent relativement exhaustifs, pour établir une base de données des UED touchées en partant du postulat que toute surface touchée est une surface à reconstituer (indépendamment du mode de reconstitution retenu). Nous avons fourni cette base de données, pré-remplie avec les informations déjà saisies, aux personnels de terrain pour vérifier/qualifier les UED nouvellement détectées et renseigner les champs d'information supplémentaires destinés à la reconstitution. Un diagnostic a donc été posé pour chaque zone de dégâts détectés. Cette base de données a servi à l'alimentation initiale du portail national reconstitution et a permis l'injection en masse de près de 1300 relevés pour une surface cumulée de 2000 ha pour le département des Vosges. Le suivi ultérieur des surfaces impactées par la crise sanitaire et des chantiers de reconstitution sera effectué « au fil de l'eau » directement dans le portail national.

En conclusion

Les outils successifs mis à disposition ont fourni aux personnels de terrain des informations objectives, permettant une priorisation des actions et une harmonisation des décisions à l'échelle de l'agence. L'identification par télédétection des peuplements atteints a permis un suivi relativement exhaustif de ces surfaces, dans un contexte bien identifié d'unités de gestion dispersées et de faible surface.

En attendant la mise à jour complète du portail reconstitution avec la définition des itinéraires techniques retenus, l'exploitation des images Sentinel 2 a encore permis à l'agence d'établir à l'automne 2020 une prospective globale de reconstitution. Ces analyses ont été utilisées pour définir ou compléter les besoins de l'agence en contrats de plants pour les 2 années à venir, dans le cadre du plan de relance économique.



Îlot d'épicéas scolytés en forêt domaniale de Darney.

© Fiona Farell, ONF

NOUVEAUX OUTILS GÉOMATIQUES AU SERVICE DE LA GESTION DE LA CRISE AU NIVEAU NATIONAL

Nicolas Marchand

ONF-DSI, Spécialiste géomatique/Expert SIG

Aperçu de l'évolution des outils géomatiques à l'ONF, à travers la collecte des données de référence partagées pour les études de télédétection diligentées par le ministère de l'Agriculture.

Dans le cadre de la gestion de la crise consécutive aux attaques de scolytes de l'année 2018, plusieurs actions visant à réaliser une cartographie des dégâts par télédétection ont été diligentées sous l'égide du ministère chargé des Forêts. Or le calibrage des méthodes utilisant la télédétection nécessite des données de référence correspondant à des secteurs dont l'état au sol (à une date donnée) est connu. Ces données de référence, concernant à la fois des peuplements scolytés à divers stades et des peuplements sains, ont vocation à être versées au sein de l'espace collaboratif de l'IGN pour être partagées entre différents partenaires et être exploitées par les organismes de recherche (dont Irstea, intégré depuis à INRAE).

L'ONF s'est engagé, avec le DSF et le CNPF, dans le recueil de ces données de référence sur la base du volontariat des équipes de terrain. Sur le plan opérationnel, il s'est agi de permettre aux techniciens forestiers territoriaux de collecter des points d'observation qu'ils jugeaient pertinents pour

constituer la base de référence destinée à caractériser l'état sanitaire des peuplements résineux. Pour chaque point d'observation, plusieurs informations sont relevées comme la position géographique, l'observateur, la date, le rayon de la zone décrite, la composition du peuplement, l'essence touchée, le stade de dégâts pour l'essence touchée. Compte-tenu de l'urgence de mise en œuvre, il n'a été possible de s'appuyer que sur le matériel déjà déployé et maîtrisé par les personnels de terrain au moment du démarrage du projet (printemps 2019). La solution technique a donc été basée sur les terminaux de saisie durcis Motorola avec l'application mobile Géorelevé.

Un modèle de projet Géorelevé a été développé, en l'occurrence par un responsable SIG en DT très impliqué, et diffusé pour la collecte. Ce modèle facilite la saisie des différents paramètres de l'observation en présentant à l'utilisateur un formulaire incorporant des fonctionnalités d'aide à la saisie comme par exemple des listes déroulantes de valeurs

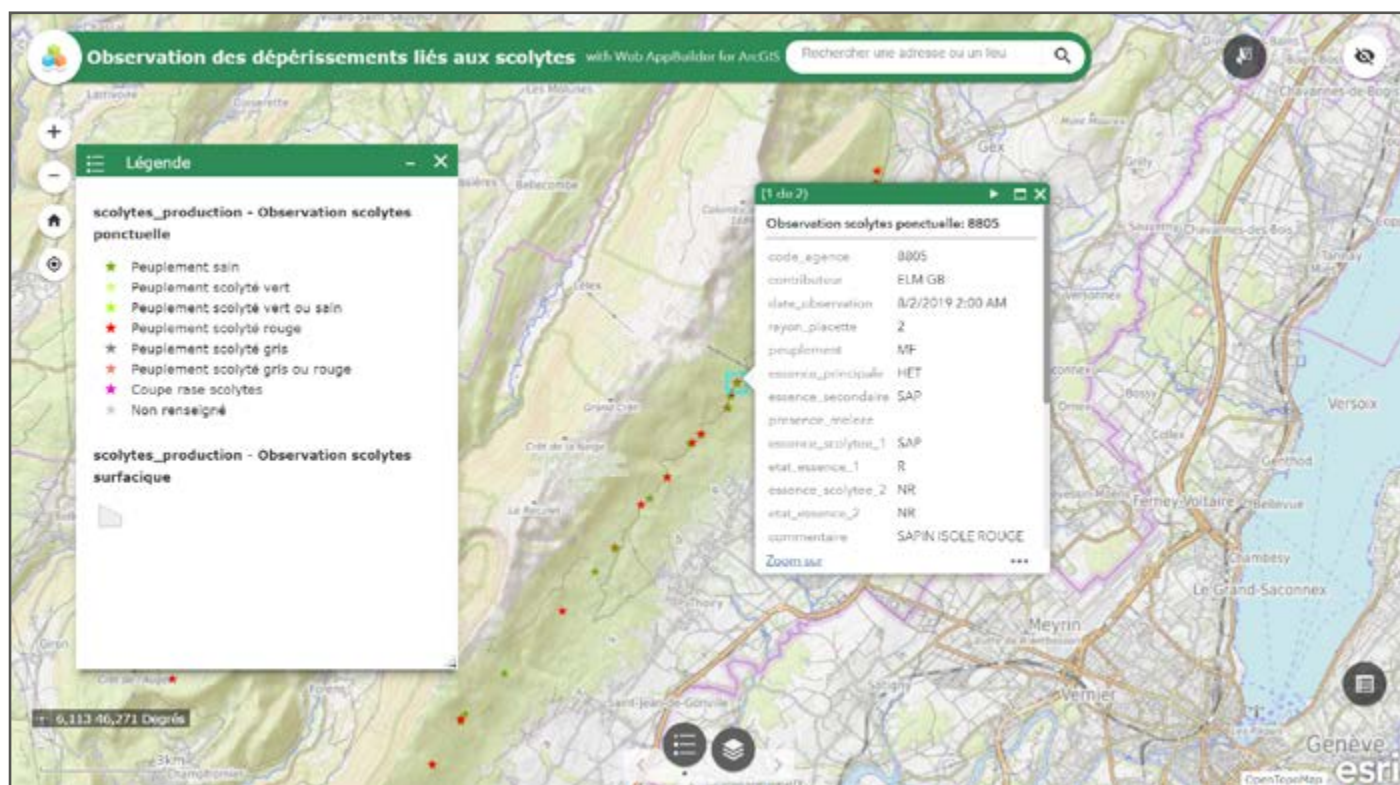


Figure 1. Interface (web carto) de consultation des données de référence recueillies par les TFT ONF.

prédéfinies. De retour au bureau, l'utilisateur exporte les observations qu'il a collectées au format shapefile (fichiers d'information géographique) puis les dépose dans le répertoire partagé ad hoc de son Agence. Un automate (outil de traitement de données sous licence FME), dûment réglé pour cette opération, lit le contenu des répertoires ad hoc de l'ensemble des Agences du territoire métropolitain toutes les deux heures et va injecter les données présentes dans une base nationale après les avoir contrôlées. Il envoie aussi hebdomadairement aux référents désignés dans les territoires un e-mail synthétisant le nombre d'observations importées de chaque Agence.

Pour la consultation des données en interne, le pôle national SIG a développé une application web cartographique (Fig. 1). Celle-ci affiche en temps réel le contenu de la base, ce qui permet aux utilisateurs de visualiser le résultat de leur travail dans les heures qui suivent et sans intervention humaine pour le contrôle et l'agrégation des données. La réalisation de cette application en un temps record (une quinzaine de jours entre commande et mise en production) a été possible grâce à la mise en œuvre toute récente du portail SIG ONF, qui arrivait à point nommé. Ce portail interne permet en effet de construire une application web à partir de modules standard nommés widgets. Chaque widget est paramétrable et permet d'ajouter un ensemble de fonctionnalités spécifiques à la carte.

En bout de chaîne enfin (Fig. 2), le versement périodique des données dans l'espace collaboratif de l'IGN exige une mise en forme préalable pour répondre aux spécifications techniques de cet espace. Le pôle national SIG a donc mis au point un traitement pour permettre aux responsables de ce versement de réaliser un export de la base à tout moment. Ce traitement est mis à leur disposition via un outil web de partage des traitements FME, qui le rend utilisable par les non-experts.

Signalons pour terminer que, **au-delà du cas de la collecte des données de référence partagées, le portail SIG ONF s'est avéré fort utile pour la gestion de la crise en interne** sous différents aspects, en territoires comme au niveau national : applications web carto locales de recensement/évaluation des dégâts... qui ont fortement inspiré l'application nationale de saisie des besoins en reconstitution.



Figure 2. Schéma de l'outil géomatique mis en œuvre à l'ONF pour la collecte de données de référence et le versement dans l'espace collaboratif de l'IGN.

PANORAMA DES MÉTHODES ISSUES DE LA RECHERCHE ET PERSPECTIVES OPÉRATIONNELLES

Jean-Baptiste Féret⁽¹⁾, Kenji Ose⁽¹⁾
Anne Jolly⁽²⁾

(1) UMR-TETIS, INRAE Montpellier

(2) ONF-DT Grand Est, pôle RDI Nancy

Pour faire face à la 'crise des scolytes', toutes les instances concernées ont un besoin pressant d'outils de suivi -et détection- à la mesure des enjeux. L'idée de la télédétection s'impose, mais encore faut-il trouver l'adéquation pertinente entre phénomène observé, sources disponibles et caractéristiques des données, méthodes, échelle et objectifs du suivi.

Panorama des choix possibles.

La crise causée par les attaques de scolytes qui sévissent dans les massifs d'épicéa européens depuis 2018 est fortement favorisée par les vagues de chaleur et de sécheresse de ces dernières années, et elle occasionne d'énormes dégâts. Au-delà des pertes économiques importantes pour le secteur forêt-bois, la multiplication des crises sanitaires touchant les milieux forestiers a aussi des conséquences écologiques, environnementales et climatiques.

Pour répondre aux enjeux de cette crise et lutter efficacement contre le développement incontrôlé de la mortalité, Le besoin d'outils de suivi - et de détection - des foyers d'infection et de mortalité est pressant. Ces outils doivent permettre de quantifier les dégâts avec précision, de contribuer à une prise de décision rapide, si possible associée à un système d'alertes précoces, et de mieux comprendre la dynamique spatiale et temporelle de ces crises. La télédétection fournit des informations permettant potentiellement de répondre à ces besoins en termes de quantification des surfaces affectées et de suivi de la dynamique spatio-temporelle du développement des foyers de scolytes, à échelle locale, régionale et nationale (Senf *et al.*, 2017).

L'identification par télédétection des foyers de scolytes dans les massifs forestiers fait l'objet de travaux de recherche depuis une vingtaine d'années (Franklin *et al.*, 2003 ; Niemann et Visintini, 2005), dynamisés par la disponibilité accrue des données d'imagerie satellite. L'ampleur des crises de scolytes a intensifié ces travaux de recherche, avec un objectif de solutions opérationnelles. Des données acquises à haute résolution spatiale et/ou forte répétitivité temporelle, jusqu'ici réservées à des usages commerciaux, sont maintenant mises à disposition dans le cadre de programmes nationaux et internationaux, avec parfois des produits thématiques associés, comme l'occupation du sol. Cependant la disponibilité accrue des données s'accompagne de nouvelles problématiques liées à la gestion de gros volumes de données et à leur analyse par des méthodes appropriées.

Cet article commence par expliquer comment les données de télédétection peuvent permettre d'identifier les attaques de scolytes sur les massifs de conifères et en particulier sur les épicéas, en s'appuyant sur la détection de symptômes et réponses physiologiques exprimés par les arbres en réponse à ces attaques. Ensuite, il passe en revue les différents types de données et les approches méthodologiques associées, avec leurs contraintes et intérêts respectifs, dans une perspective d'application opérationnelle, en s'appuyant sur des exemples d'utilisation pour l'évaluation des dégâts de scolytes.

Les symptômes observables par télédétection

La télédétection permettant d'observer les couverts forestiers « depuis le haut », le signal mesuré par les capteurs est impacté par les symptômes qui touchent le houppier ou la canopée dans son ensemble : altération du fonctionnement photosynthétique et hydrique au niveau des aiguilles, rougissement (traduisant à la fois une perte d'activité photosynthétique mais aussi un dessèchement), chute d'aiguilles, altération de l'architecture du houppier (ex. : rameaux « pendants », perte de branches), qui se traduisent par une diminution de l'indice foliaire, et augmentent également la contribution des éléments non photosynthétiques (ex. : écorce des rameaux) au signal mesuré.

La sensibilité des capteurs à ces effets diffère selon le domaine du spectre électromagnétique exploité (Jolly *et al.* 2020). Ainsi, dans le visible, le signal mesuré est influencé surtout par les pigments foliaires. Dans le proche infrarouge, c'est la structure des feuilles et de la canopée, et dans le moyen infrarouge la teneur en eau (Fig. 1) qui ont le plus d'impact. Dans le domaine du radar, la teneur en eau (ou la présence d'eau liquide en surface) ainsi que la rugosité du couvert ou la structure du peuplement (ex. : hauteur, densité de couvert) sont les facteurs les plus liés au signal réfléchi.

Ajoutons que les symptômes observables par télédétection sont communs à de nombreux phénomènes sylvo-sanitaires potentiels. Ainsi l'attribution de ces symptômes à un phénomène particulier ne peut se faire qu'avec des connaissances ou données préalables (ex. : localisation des types de peuplements possiblement concernés, présence concomitante d'autres phénomènes comme des exploitations).

Des possibilités de détection dépendant du stade de développement du phénomène

La possibilité de détection des dégâts liés aux scolytes dépend des types et de l'intensité des symptômes observables, et donc du stade de développement de l'attaque défini pour caractériser les dégâts de scolytes sur les conifères (voir aussi Bélouard *et al.*, ce numéro).

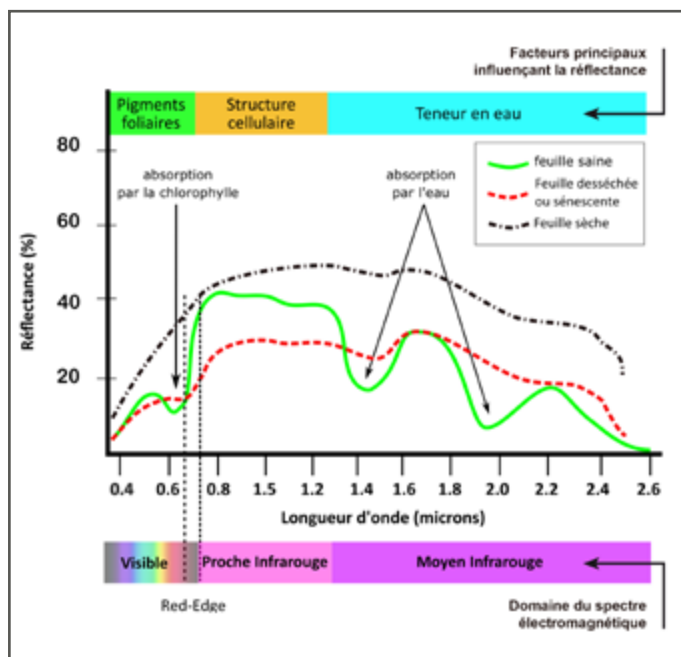


Figure 1. Influence de l'état sanitaire sur le spectre de réflectance d'une feuille (principes).

(Source : annexe télédétection du guide de gestion des crises sanitaires en forêt – 2ème édition, adapté du guide européen "Remote Sensing Applications for Forest Health Status Assessment" – second edition – 2000 et de Girard et Girard, 2010).

La réflectance est la proportion d'énergie incidente qui est réfléchi par l'objet. Le domaine du visible est principalement influencé par la teneur et la proportion des pigments, le proche infrarouge par la structure des cellules (et son altération), le moyen infrarouge par la teneur en eau.

Le stade vert, le plus précoce, est difficilement observable à l'œil nu sur les houppiers : les variations de contenu en pigments photosynthétiques sont détectables à l'échelle foliaire par des mesures spectroradiométriques de laboratoire (Abdullah *et al.*, 2018) mais l'observation à l'échelle de la canopée est complexe (Wulder *et al.*, 2009). Cependant, les attaques de scolytes, combinées à l'action des champignons introduits par les insectes, provoquent une modification des flux d'eau et de sève. Ces altérations induisent un stress hydrique, pouvant se traduire rapidement par une diminution de la teneur en eau des tissus foliaires à laquelle certaines données de télédétection sont sensibles.

Le stade rouge correspond à une modification de la teneur en pigments photosynthétiques des aiguilles des conifères, notamment la dégradation de la chlorophylle qui provoque un changement de couleur des aiguilles du vert vers le rouge/brun ; il est a priori relativement simple à identifier par des données d'imagerie en raison du changement de couleur de la canopée (Latifi *et al.*, 2014; Wulder *et al.*, 2006).

Le stade gris est le stade terminal ; il s'accompagne d'une chute des aiguilles, laissant les éléments non-photosynthétiques (écorce du tronc, des branches, des rameaux fins) directement observables depuis le sol comme depuis le ciel.

Les stades rouge et gris correspondent à un stade avancé de l'attaque, et leur identification par télédétection correspond donc à une détection tardive ou *a posteriori* du phénomène. Le développement de méthodes

capables de détecter les attaques de scolytes dès le stade vert apparaît donc crucial pour permettre aux gestionnaires de disposer d'information utile pour lutter contre la propagation du phénomène, et pour envisager la mise en place de systèmes d'alertes précoces, au-delà d'une quantification *a posteriori* des surfaces scolytées.

Des contraintes spatiales et temporelles à prendre en compte

La possibilité de détection des dégâts dépend aussi de leur répartition spatiale à l'intérieur du peuplement (plages de dégâts homogènes ou mélange de niveaux d'atteinte différents), de la nature des peuplements (purs ou mélangés) et de la résolution spatiale des images utilisées (taille du pixel).

Du point de vue spatial, l'obtention d'informations pertinentes à partir de données de télédétection est ainsi directement conditionnée par l'adéquation entre l'étendue des surfaces couvertes par les individus symptomatiques à un même stade d'évolution et la résolution spatiale des données d'imagerie utilisées. Un compromis est donc nécessaire pour définir la surface minimale des foyers à détecter et les emprises géographiques sur lesquelles effectuer la détection : la détection individuelle des arbres touchés par les attaques de scolytes est ainsi techniquement possible avec des données à fine résolution spatiale (notamment les images aériennes), mais difficilement envisageable pour un suivi opérationnel à l'échelle de régions françaises, pour des raisons logistiques et financières.

Du point de vue temporel, un suivi opérationnel doit prendre en compte le cycle de développement et de propagation des scolytes. Ce cycle se déroule sur plusieurs mois durant le printemps et l'été, ce qui demande que les acquisitions satellites soient régulières. La détection précoce des individus au stade vert est particulièrement importante pour augmenter les chances de circonscrire efficacement les foyers de scolytes et réduire les risques de propagation. Cela implique donc de pouvoir disposer de données acquises à une fréquence suffisante sur la période d'évolution du phénomène (du printemps à l'automne), de pouvoir les traiter rapidement et diffuser rapidement les résultats aux utilisateurs, et bien sûr de s'assurer que la précision de ces résultats soit en adéquation avec l'utilisation envisagée.

Les choix du type de données de télédétection et de la méthodologie associée sont donc à faire en fonction du stade d'attaque à détecter, ainsi que des dimensions spatio-temporelles de ces attaques. S'il semble logique de privilégier la détection précoce de foyers de scolytes au stade vert à l'échelle de l'individu, les contraintes logistiques, matérielles et financières nécessitent de trouver un compromis selon l'étendue des régions à surveiller, le besoin d'effectuer un diagnostic *a posteriori* des surfaces touchées, ou bien de détecter les foyers précocement afin de travailler à l'élimination de ces foyers pour réduire les risques de contagion. Les sections suivantes dressent le panorama des sources de données et des approches envisagées pour répondre aux enjeux de la crise d'attaque de scolytes, à partir d'exemples concrets.

La très haute résolution spatiale pour un état des lieux ponctuel sur des massifs ou petites régions

Les informations à très haute résolution spatiale (THRS, taille du pixel <2m) peuvent être acquises à l'aide de différents vecteurs, du drone au satellite en passant par l'avion. Leur intérêt principal est de permettre une analyse à l'échelle de l'individu dans les massifs forestiers, suggérant la possibilité de détecter les individus potentiellement attaqués par les scolytes. Les données acquises par drone et avion permettent d'obtenir des images centimétriques à décimétriques, généralement dans le domaine du visible et parfois du proche infrarouge. Les capteurs satellites tels que Pléiades, SPOT ou encore WorldView permettent l'acquisition de données sur des bandes spectrales distribuées principalement dans le domaine visible et proche infrarouge, avec une résolution spatiale comprise entre 30 cm et 6 m selon le capteur et la configuration. L'utilisation de ce type de données est cependant limitée en raison de l'emprise restreinte des surfaces qui peuvent être couvertes à une date donnée (en particulier avec drone ou avion), et de la difficulté de mettre en place une revisite régulière spécifique pour suivre l'évolution des attaques au cours d'une saison (les satellites THRS n'effectuent pas de couverture globale à haute fréquence temporelle).

Malgré ces contraintes, l'utilisation de données THRS pour la détection des attaques de scolytes a montré son intérêt pour le suivi opérationnel sur des territoires de surface modérée. C'est le cas de l'outil développé par la faculté de Gembloux Agro-Bio-Tech (Université de Liège), qui propose une carte interactive des attaques de scolytes sur une surface de 10 000 km² du territoire Wallon. La méthodologie suivie pour produire ces cartes (Fig. 2 et 3) s'appuie sur l'identification de foyers d'arbres dépérissants ou morts (stades rouge et gris) caractérisés par un niveau particulièrement faible d'un indice de végétation, le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), calculé sur des images SPOT à 1.5 m de résolution spatiale. Cet indice spectral calculé à partir de l'information acquise dans les canaux rouge et proche infrarouge du satellite est sensible aux changements de couleur des massifs forestiers induits par la dégradation de l'activité chlorophyllienne. À l'intérieur des massifs et peuplements d'épicéas (issus principalement de plantations pures), les pixels qui se distinguent par un NDVI anormalement bas sont identifiés, puis cette information est croisée à une couche de localisation individuelle des arbres, issue de l'exploitation de données aéroportées LiDAR préexistantes. Ce croisement permet alors de dénombrer les arbres dépérissants ou morts et de produire des statistiques à l'échelle du territoire. Si les résultats se sont avérés concluants, avec une détection de 95 % des arbres scolytés et/ou dépérissants, cette méthode de combinaison des données THRS et LiDAR n'est pas envisageable en routine et de manière répétée sur de vastes régions comme le Grand-Est de la France.

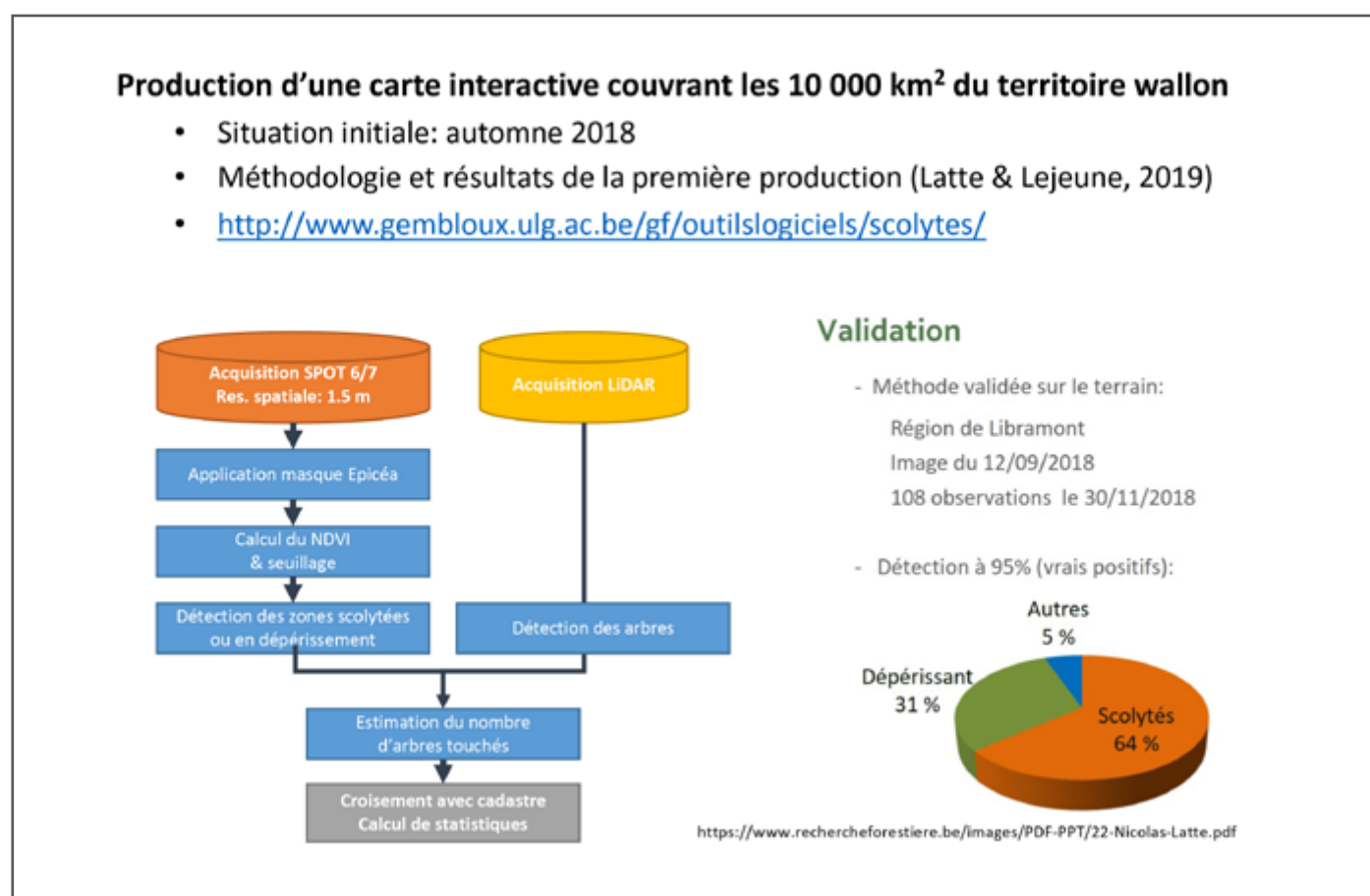


Figure 2. Méthodologie utilisée en Wallonie pour le suivi de l'évolution des attaques de scolytes, développée par l'Université de Liège Gembloux Agro-Bio-Tech.

Les satellites à très haute résolution spatiale ne produisent généralement pas de couverture globale systématique. Une mise à jour des informations n'est alors envisageable qu'avec la programmation d'une nouvelle couverture satellitaire THRS (comme cela a été réalisé en Wallonie, avec des états des lieux successifs en novembre 2018, puis – sans la localisation individuelle des arbres qui aurait nécessité une nouvelle couverture LiDAR - septembre 2019, mars, mai et juillet 2020). De plus, les programmes de satellites THRS reposent sur des opérateurs commerciaux, qui ne donnent donc pas libre accès à leurs données. L'accès à ces données (archives ou demandes de programmation spécifiques) se place généralement dans le cadre d'accords commerciaux, ou bien dans le cadre de partenariat avec le secteur public visant à mettre à disposition les données de télédétection soutenant l'action publique.

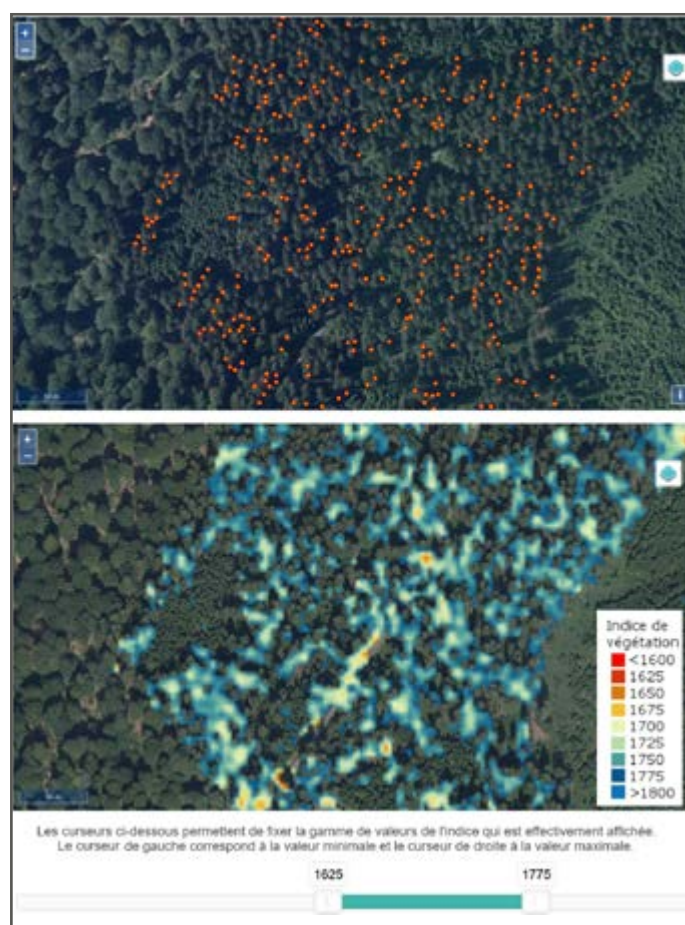


Figure 3. Exemples de résultats de détection des dégâts de scolytes réalisées en Wallonie par l'Université de Liège Gembloux Agro-Bio-Tech
En haut : épicéas identifiés comme scolytés en 2018 (utilisation combinée de données LIDAR aériennes et d'une image Spot 6-7) – fond de carte = orthophotographie aérienne 2018.

En bas : carte de l'indice de végétation issu d'une image Planet (taille de pixel = 3m) de l'été 2019. L'utilisateur peut faire varier le seuillage proposé par défaut pour ajuster l'affichage d'après quelques zones caractéristiques observées sur son secteur et faire apparaître ainsi les zones de résineux possiblement touchées (ici les zones affichées sont situées entre deux seuils de l'indice = 1625 et 1775) - fond de carte = orthophotographie aérienne 2019.

Source : <https://www.gembloux.ulg.ac.be/gestion-des-ressources-forestieres/outilslogiciels/scolytes/> consulté le 13/04/2020.

Des données satellitaires optiques à haute résolution spatiale pour un suivi régulier à plus grande échelle

Les agences spatiales nationales et internationales ont mis en place des programmes d'observation de la Terre par satellite fournissant la couverture globale des terres émergées avec une forte répétitivité temporelle, à une résolution spatiale décimétrique, par des capteurs optiques multispectraux. Ces capteurs comprennent des bandes spectrales d'intérêt pour un suivi fin des surfaces terrestres, notamment de la végétation. Les missions emblématiques sont les missions Landsat, sous la responsabilité de la NASA et de l'USGS, et les missions Sentinel-2 du programme Copernicus, sous la responsabilité de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et de la Commission Européenne. Outre les spécifications de ces données, leur accès « libre, plein et entier » les rend particulièrement intéressantes en soutien à l'action publique. Bien que relativement similaires, les missions Landsat et Sentinel-2 diffèrent par leur résolution spatiale, les bandes spectrales de leurs capteurs et leur période de revisite (Tab. 1 page 27).

Des exemples opérationnels d'évaluation des dégâts à partir d'images Sentinel-2

Le Ministère de l'Agriculture a diligenté des opérations d'évaluation des dégâts (cartes d'état des lieux) réalisées en à partir d'images Sentinel-2 (voir Bélouard *et al.*, ce numéro). Des exemples comparables – quoique reposant sur des méthodes un peu différentes – ont également été développés dans d'autres pays européens très touchés par cette crise sylvo-sanitaire.

Ainsi, face à l'importance de l'impact des attaques de scolytes sur les peuplements d'épicéas (avec des volumes touchés estimés à environ 15 millions de m³ en 2019) le service forestier de Rhénanie du Nord Westphalie (Allemagne) a initié en 2019 la réalisation de cartes de dégâts à partir des images Sentinel-2, pour dresser un état des lieux sur l'ensemble de la région qui puisse être renouvelé régulièrement. L'équipe géomatique a ainsi mis au point une démarche d'analyse de la « perte de vitalité » des peuplements résineux, basée sur la différence de NDVI entre une image d'été de l'année considérée et une image d'été de l'année de référence 2017. Un seuillage de cette différence de NDVI – défini à partir de zones connues sur le terrain – permet alors d'identifier les peuplements touchés, ainsi que les coupes rases sanitaires. Pour chaque période, les dégâts sont classés en trois niveaux : faible (pas ou peu de symptômes détectés), moyen (dégâts visibles, sur des peuplements encore debout), fort (coupes rase sanitaire ou éclaircie forte) (Fig. 4). Les données (carte cumulée de 2018 à 2020) sont publiées sur une interface cartographique interactive (<https://www.waldinfo.nrw.de/waldinfo.html>).

Des perspectives pour la détection de dégâts au stade « scolyté vert »

Les travaux scientifiques publiés au cours des dix dernières années suggèrent que la détection de foyers de scolytes au stade vert peut s'appuyer sur des indices spectraux sensibles à la teneur en eau de la végétation, pour les satellites Landsat comme Sentinel-2 (Meddens *et al.*, 2013). Plus récemment, Abdullah *et al.* (2019) ont comparé les

performances des deux missions pour la détection d'attaques de scolytes sur épicéas au stade vert. En s'appuyant sur une image unique prise à une date proche pour chaque satellite, et en calculant à partir de ces images des indices spectraux sensibles à la teneur en eau et en pigments de la végétation, les auteurs ont appliqué une méthode de classification supervisée (c'est-à-dire utilisant des zones de références d'état connu sur le terrain) à des peuplements purs d'épicéas présentant des plages de dégâts relativement homogènes. Cette étude conclut que les données des satellites Sentinel-2 permettent de détecter les attaques de scolytes sur les épicéas au stade vert avec une plus grande précision que les données du satellite Landsat-8, et que les indices spectraux sensibles à la teneur en pigments et en eau de la végétation sont sensibles aux attaques de scolytes. Lors de la validation, 67 % des pixels détectés « scolytés verts » avec Sentinel-2 correspondaient effectivement à cet état, contre 36 % seulement avec Landsat-8 ; les autres correspondaient à des stades plus avancés, mais aussi à des peuplements sains (sur-détection).

Plus généralement, le potentiel des séries temporelles pour le suivi opérationnel des foyers de scolytes en gestion forestière est identifié (Senf *et al.*, 2017), mais peu d'études l'ont encore pleinement exploité. Enfin, bien que particulièrement intéressantes pour la détection des foyers de scolytes, les images issues de capteurs optiques et leurs séries temporelles connaissent aussi des limites : la disponibilité des données dépend de l'enneigement et leur qualité, comme celle des résultats issus de leur traitement, dépend plus généralement des conditions atmosphériques et de l'éclairement (élévation solaire liée à la saison, relief), ce qui est une contrainte forte et limite la fréquence d'acquisition effective.

Exploitation de données satellitaires radar

Bien que relativement peu exploitées à l'heure actuelle pour détecter les problèmes sanitaires des forêts, les informations issues de capteurs radar, et notamment l'exploitation de séries temporelles denses, présentent un potentiel pour identifier les dommages causés par les scolytes (Hollaus et Vreugdenhil, 2019). Un des intérêts spécifiques des données radar est d'être relativement insensibles à la nébulosité et aux conditions météorologiques et, de plus, indépendantes des conditions d'éclairement solaire, à la différence des données optiques.

Parmi les différents types d'information radar disponibles, les données acquises dans les longueurs d'ondes plus courtes (bandes C et X) apparaissent mieux adaptées que les longueurs d'ondes plus longues (bande L). En effet la longueur d'onde influence la profondeur de pénétration du signal dans le milieu : ainsi, les ondes C et X permettent d'avoir une information sur le feuillage alors que les ondes L traversent la canopée pour fournir des informations sur les plus gros éléments et sur le sol.

Comme pour les données optiques multispectrales, le potentiel des données radar pour la détection des foyers de scolytes est en partie lié aux variations de la teneur en eau de la canopée. Dans le cas du radar, ce ne sont pas les propriétés d'absorption de l'eau qui entrent en jeu, mais les propriétés du coefficient de rétrodiffusion du radar. Les satellites Sentinel-1 du programme Copernicus qui permettent de disposer de séries temporelles radar en bande C représentent donc un fort potentiel pour

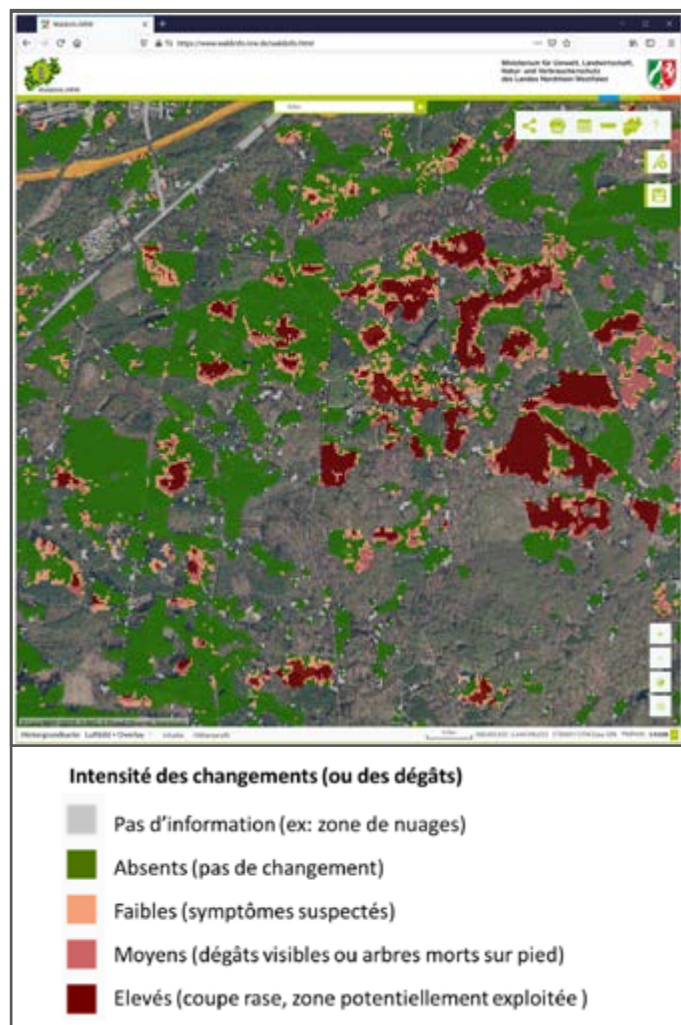


Figure 4. Carte des dégâts attribués aux scolytes dans les peuplements de résineux issue de la méthode développée par le service forestier de Rhénanie-Westphalie du Nord.

Cumul des dégâts observés entre juin 2017 et septembre 2020 par comparaison d'images annuelles, carte interactive publiée sur le portail cartographique « Waldinfo.NRW ».

source : <https://www.waldinfo.nrw.de/waldinfo.html> consulté le 13/04/2020.

suivre les caractéristiques phénologique et physiologiques des massifs forestiers. Cependant, si la disponibilité de ces données s'est fortement améliorée depuis quelques années, la préparation et le traitement des données radar restent complexes. De plus, l'influence de la topographie sur les données peut s'avérer complexe à prendre en compte.

La complémentarité des données radar et des données optiques a aussi montré son intérêt pour la détection de foyers de scolytes au stade vert par rapport à l'utilisation séparée des deux sources de données, en combinant par exemple des données multispectrales THRS et radar bande X (Ortiz *et al.*, 2013). La complémentarité des séries temporelles issues des capteurs Sentinel-1 et Sentinel-2 présente donc un potentiel important encore peu exploité à ce jour, notamment sur les zones de forte nébulosité.

Indispensable : informations et expertises de terrain et données auxiliaires

En dépit des apparences, le développement et la qualification de méthodes de détection automatisée des dégâts forestiers dus aux attaques de scolytes, à partir des données de télédétection, sont très dépendants du travail d'observation depuis le sol. Ils nécessitent une étroite collaboration entre des gestionnaires, observateurs et experts en santé des forêts d'une part, et des experts en télédétection d'autre part. Les informations issues du terrain sont essentielles aux étapes critiques du développement d'une méthode. Ainsi, l'identification des indicateurs de télédétection pertinents pour observer un problème spécifique, l'apprentissage automatique de « règles de décision » et la validation des résultats obtenus impliquent :

- la mise en place de bases de données d'observation terrain géo-référencées et documentées exploitables par des méthodes automatisées
- la contribution d'experts capables d'identifier les symptômes sur le terrain, de juger de la plausibilité des résultats obtenus, aussi bien sur des zones réduites qu'à échelle régionale si de telles informations sont produites.

Sans cela il est impossible de tirer pleinement parti du potentiel des informations issues de la télédétection, et la télédétection ne se substitue en aucun cas à l'expertise des forestiers et aux observations de terrain.

D'autre part, les données d'observation de la Terre que nous avons présentées ne sont pas les seules données sur lesquelles un système de suivi peut et doit s'appuyer. Il a été montré que les attaques de scolytes visent préférentiellement les individus affaiblis suite à des phénomènes météorologiques intenses tels que les tempêtes, la chaleur et les sécheresses. Préalablement à la détection d'attaques de scolytes, l'utilisation de données auxiliaires comme les données météorologiques peut aider à anticiper les risques et identifier les massifs et parcelles nécessitant un suivi particulièrement attentif. Ces données peuvent aussi aider à affiner le diagnostic et réduire les risques de fausse détection, en tenant compte du fait que les symptômes observables par télédétection ne sont pas spécifiques aux attaques de scolytes : d'autres parasites ou pathogènes et les facteurs environnementaux, climatiques et météorologiques peuvent aussi induire le même type de symptômes. Enfin, l'intégration de l'ensemble des informations disponibles dans des outils de modélisation peut aussi s'avérer intéressante pour effectuer des prévisions de risques (de Groot et Ogris, 2019).

L'usage opérationnel en routine et à grande échelle nécessite des compétences et infrastructures adéquates

Le programme Copernicus est à ce jour l'un des programmes spatiaux d'observation de la Terre les plus ambitieux, avec un objectif d'amélioration de l'utilisation de ces données, aussi bien pour l'action publique que pour des services commerciaux. L'accès libre aux données et à un certain nombre de produits issus du traitement de ces données est assuré par différentes plateformes en ligne. Le portail officiel d'accès aux données Copernicus mis en place par l'ESA, permet d'accéder aux données sous différents niveaux de prétraitement (données corrigées des effets de l'atmosphère pour Sentinel-2), ainsi qu'à un certain nombre de services. La plateforme PEPS mise en place par le CNES redistribue les produits Sentinel fournis par l'ESA, et propose aussi des services associés. Enfin, le « pôle de données et de services surfaces continentales » Theia (mis en place sous l'égide du CNES et un consortium d'opérateurs publics) distribue les données d'imagerie acquises sur le territoire français ainsi qu'un certain nombre de données prétraitées ou de produits thématiques (<https://www.theia-land.fr/produits-thematiques/>).

Mais l'exploitation des séries temporelles satellite optiques pour une utilisation opérationnelle reste confrontée à un certain nombre de défis techniques qui limitent leur utilisation par un public non-expert :

- Une large part des méthodes et applications évaluées ne l'a été que dans des contextes de travaux de recherche ou de recherche-développement.
- La variabilité des contextes forestiers (et des phénomènes sanitaires, au-delà des attaques de scolytes) ne permet pas d'envisager de méthodes « clefs en main » valables dans toutes les situations : les méthodes sont donc généralement au minimum à ajuster, recalibrer.
- Les volumes de données à télécharger, stocker et traiter peuvent rapidement s'avérer prohibitifs. Les services informatiques hébergés (cloud), qui peuvent permettre de résoudre ces problèmes, se mettent en place progressivement mais ne sont pas encore opérationnels.
- Les solutions logicielles permettant le traitement et l'analyse de séries temporelles d'images de télédétection ne sont pas grand public. Les applications existantes sont généralement développées par des communautés expertes et nécessitent une bonne maîtrise de la programmation et de l'informatique en général, ainsi que des principes physiques et techniques de la télédétection.

Enfin, l'élément essentiel pour l'utilisation pertinente des données de télédétection reste la bonne collaboration entre les acteurs thématiques et techniques, afin de définir les informations pertinentes depuis le terrain, et de s'assurer de la concordance entre observations terrain et informations issues de la télédétection.

| Type de données satellitaire | Satellite | Emprise d'une image | Domaine spectral | Résolution spatiale (taille de pixel) | Coûts pour l'utilisateur et sites d'accès aux données | Remarques |
|---------------------------------------|------------|---------------------|---|---|--|--|
| Haute Résolution Spatiale (HRS) | Landsat-8 | 185x185 km | Panchromatique ⁽¹⁾ Visible Proche infrarouge Moyen infrarouge | 15m en panchromatique 30m en multispectral | gratuit https://earthexplorer.usgs.gov/ https://theia.cnes.fr/atdistrib/rocket/#/search?collection=LANDSAT | Produits pré-traités disponibles : détection nuages, correction atmosphérique, réflectance et indices de végétation |
| | Sentinel-2 | 290x290 km | Visible Red-edge ⁽²⁾ Proche infrarouge Moyen infrarouge | 10m dans le visible et proche infrarouge 20m dans le red-edge et moyen infrarouge | gratuit https://theia.cnes.fr/atdistrib/rocket/#/search?collection=SENTINEL2 https://peps.cnes.fr/rocket/#/home https://scihub.copernicus.eu/ | Produits pré-traités disponibles : détection nuages, correction atmosphérique, réflectance, synthèses mensuelles |
| Très Haute Résolution Spatiale (THRS) | SPOT 6/7 | 60x60 km | Panchromatique ⁽¹⁾ Visible Proche infrarouge | 1,50m en panchromatique 6m en multispectral | Dispositif DINAMIS pour "Utilisateurs Institutionnels Autorisés" ⁽⁴⁾⁽⁵⁾ dans la limite du "quota" et du budget DINAMIS : - images d'archives gratuites - programmation gratuite https://dinamis.data-terra.org/ | Si "quota" dépassé : financement de tentatives d'acquisition supplémentaires. Ex : "tranche" de 20k€ pour 20 tentatives d'acquisition sur une zone (3600 km ²) |
| | Pléiades | 20x20 km | Panchromatique ⁽¹⁾ Visible Proche infrarouge | après rééchantillonnage ⁽³⁾ : 0,5m en panchromatique 2m dans le visible et proche infrarouge | https://spatial.ign.fr/ (images d'archives utilisées pour la couverture nationale annuelle de l'IGN) https://www.intelligence-airbusds.com/geostore/ (recherche dans le catalogue Airbus) | Si "quota" dépassé : - image d'archive = 1.40 € /km ² - programmation mono : 1.80€ / km - programmation stéréo : 3.60 € / km ² Commande minimum 100km ² |

Notes

(1) le panchromatique correspond à un enregistrement dans une seule bande spectrale large couvrant tout le domaine visible
(2) le red-edge correspond à un enregistrement dans une seule bande spectrale étroite, à la limite entre le rouge et le proche infrarouge
(3) les images d'origine acquises par le satellite sont à 0,7 m dans le domaine panchromatique et 2,80m dans le visible et le proche infrarouge
(4) l'ONF est considéré comme "utilisateur institutionnel autorisé" si l'utilisation des images est faite dans le cadre des missions de service public (les activités de "bureau d'étude" sont donc exclues)
(5) dans les autres cas, l'utilisateur devra demander un devis commercial à Airbus DS

Tableau 1. Description succincte des images de satellites citées dans le dossier et modalités d'accès aux données (adapté de l'annexe télédétection du guide de gestion des crises sanitaires en forêt - 2ème édition - Jolly et al. 2020)

Références

- Abdullah H., Darvishzadeh R., Skidmore A.K., Groen T.A., Heurich M., 2018. European spruce bark beetle (*Ips typographus*, L.) green attack affects foliar reflectance and biochemical properties. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation* 64, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.09.009>
- Abdullah H., Skidmore A.K., Darvishzadeh R., Heurich M., 2019. Sentinel-2 accurately maps green-attack stage of European spruce bark beetle (*Ips typographus*, L.) compared with Landsat-8. *Remote Sens. Ecol. Conserv.* 5, 87–106. <https://doi.org/10.1002/rse2.93>
- de Groot M., Ogris N., 2019. Short-term forecasting of bark beetle outbreaks on two economically important conifer tree species. *For. Ecol. Manag.* 450, 117495. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117495>
- Franklin S.E., Wulder M.A., Skakun R.S., Carroll A.L., 2003. Mountain Pine Beetle Red-Attack Forest Damage Classification Using Stratified Landsat TM Data in British Columbia, Canada. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 69, 283–288. <https://doi.org/10.14358/PERS.69.3.283>
- Hollauss M., Vreugdenhil M., 2019. Radar Satellite Imagery for Detecting Bark Beetle Outbreaks in Forests. *Curr. For. Rep.* 5, 240–250. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00098-z>
- Jolly A., Bélouard T., Guyon D., Osford S. 2020 - « La télédétection : outils et perspectives », annexe du « Guide de gestion des crises sanitaires en forêt », 2ème édition, pp159-174, RMT AFORCE
- Latifi H., Schumann B., Kautz M., Dech S., 2014. Spatial characterization of bark beetle infestations by a multivariate synergy of SPOT and Landsat imagery. *Environ. Monit. Assess.* 186, 441–456. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3389-7>
- Meddens A.J.H., Hicke J.A., Vierling L.A., Hudak A.T., 2013. Evaluating methods to detect bark beetle-caused tree mortality using single-date and multi-date Landsat imagery. *Remote Sens. Environ.* 132, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.002>
- Niemann K., Visintini F., 2005. Assessment of potential for remote sensing detection of bark beetle-infested areas during green attack: a literature review. *Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Victoria, BC, Canada.*
- Ortiz S., Breidenbach J., Kändler G., 2013. Early Detection of Bark Beetle Green Attack Using TerraSAR-X and RapidEye Data. *Remote Sens.* 5, 1912–1931. <https://doi.org/10.3390/rs5041912>
- Senf C., Seidl R., Hostert P., 2017. Remote sensing of forest insect disturbances: Current state and future directions. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation* 60, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.04.004>
- Wulder M.A., White J.C., Bentz B., Alvarez M.F., Coops N.C., 2006. Estimating the probability of mountain pine beetle red-attack damage. *Remote Sens. Environ.* 101, 150–166. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.12.010>
- Wulder M.A., White J.C., Carroll A.L., Coops N.C., 2009. Challenges for the operational detection of mountain pine beetle green attack with remote sensing. *For. Chron.* 85, 32–38. <https://doi.org/10.5558/tfc85032-1>

SUIVI DES DÉGÂTS DE SCOLYTES PAR TÉLÉDÉTECTION DANS LE NORD-EST DE LA FRANCE À L'INITIATIVE DU MINISTÈRE CHARGÉ DES FORÊTS

Thierry Bélouard⁽¹⁾, Milène Gentils⁽²⁾⁽³⁾, Anne Jolly⁽⁴⁾

(1) MAA - Département santé des forêts, UMR1202 BIOGECO, Centre INRAE Bordeaux-Nouvelle Aquitaine, 33610 Cestas

(2) MAA - DGPE/SDPE/SDFCB/BGED - mission adaptation des forêts au changement climatique (jusqu'à avril 2020)

(3) ONF, DT Centre-Ouest-Aquitaine (depuis mai 2020)

(4) ONF-DT Grand Est, pôle RDI Nancy

Devant l'expansion alarmante des dégâts de scolytes sur épicéa, le ministère de l'Agriculture a commandé dans l'urgence trois études successives d'identification et évaluation des dégâts par télédétection satellitaire. Des travaux riches d'information dans leurs approches et résultats, et qui poussent aussi au développement d'une méthode reproductible pour un suivi plus continu et opérationnel.

Introduction : besoin d'un outil de suivi objectif

Les dégâts dus aux scolytes dans les peuplements résineux du Nord-Est de la France ont véritablement commencé à devenir importants au cours de l'année 2018. Ces dégâts sont provoqués majoritairement par le typographe (*Ips typographus*) dans les pessières des régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté et, plus accessoirement, par le chalcographe (*Pityogenes chalcographus*). Sans être totalement indemnes, les sapinières sont toutefois nettement moins touchées. Cette situation de crise sylvo-sanitaire suscite de nombreuses inquiétudes et interrogations au sein de la filière forêt-bois (gestionnaires et exploitants forestiers, industriels) et, par voie de conséquence, au sein du ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Afin de pouvoir gérer cette crise, le ministère doit en avoir la vision la plus claire possible. Pour cela, il a besoin d'outils de suivi de la situation sanitaire de ces forêts de façon périodique et, si possible, assez fréquente car on sait d'expérience qu'une crise due aux scolytes s'étale sur plusieurs années. Plusieurs outils permanents existent. Cependant, les outils dont dispose l'État en temps normal ne lui permettent pas un suivi exhaustif et spatialisé de la crise due aux scolytes. Le département santé des forêts (DSF), avec son réseau de correspondants-observateurs, exerce une veille efficace et alerte sur les crises émergentes, mais s'appuie surtout sur des dispositifs qualitatifs. Pour sa part, l'inventaire forestier de l'IGN observe et quantifie les mortalités de tiges et de branches mais sans en indiquer la cause ; les dégâts dus aux ravageurs comme les scolytes ne sont pas observés de façon spécifique. Par ailleurs, les résultats sont produits avec un délai

de plusieurs mois après la fin de la campagne annuelle de relevés et leur caractère statistique ne permet pas la fourniture de données à une échelle spatiale fine. De son côté, l'ONF inventorie en continu les volumes des récoltes qualifiées d'exceptionnelles (correspondant en l'occurrence à des coupes sanitaires) en forêt publique, ce qui permet de suivre l'intensité de la crise quasiment en temps réel. Toutefois, l'extrapolation du niveau des dégâts de la forêt publique à la forêt privée constitue une hypothèse très forte qui n'a pas été vérifiée même si elle repose sur le principe *a priori* recevable que les scolytes ne connaissent pas les limites de propriété.

Ce type de situation s'est déjà présenté ailleurs en France par le passé. La tempête Klaus du 24 janvier 2009 avait provoqué de nombreux chablis dans les Landes de Gascogne, estimés par l'IFN à 43 millions de m³ (Colin 2010). Très fragilisé, ce massif de pin maritime avait ensuite été infesté par des scolytes, en particulier par le sténographe (*Ips sexdentatus*), au cours des années 2010 et 2011 provoquant de nouveaux dégâts qui s'ajoutaient à ceux du vent. Devant l'ampleur des dégâts et la difficulté de les quantifier, s'appuyant sur les possibilités offertes par la télédétection (Delplace 2008), le DSF avait fait appel aux services d'une société spécialisée dans le traitement d'images satellitaires pour cartographier les dégâts. Une cartographie à partir d'images des années 2009 et 2010 du satellite Spot avait alors été réalisée (SERTIT 2011). La surface des îlots forestiers avec des dégâts dus aux scolytes avait finalement été estimée à 29 510 hectares selon le GIP ATGeRI.

Aujourd'hui, la télédétection est devenue plus accessible, notamment parce que de plus en plus d'images satellitaires sont mises à disposition gratuitement. C'est le cas en particulier des images optiques Sentinel-2, qui sont d'une grande richesse : résolution spatiale de 10 m, 10 bandes spectrales dans le domaine du visible et de l'infrarouge, revisite systématique tous les 5 jours. Par ailleurs, les opérateurs spécialisés comme le Centre national d'études spatiales (Cnes), préparent ces images pour fournir des produits faciles à utiliser. Enfin, il existe désormais des logiciels libres (SIG, langages de programmation, bibliothèques de traitement d'images) pour exploiter ces images. Malgré cela, la télédétection demeure une affaire de spécialistes du fait de sa forte technicité.

Considérant l'ampleur sans précédent des attaques de scolytes dans les pessières françaises depuis l'année 2018, les chaleurs et la sécheresse exceptionnelles depuis cette même année, et sur la base des recommandations des experts des dépérissements forestiers (Collectif 2020), le ministère chargé des forêts a décidé de réaliser un suivi cartographique des dégâts dus aux scolytes à l'aide de la télédétection. Cette décision a également été motivée par une réflexion large conduite avec les organismes représentant les gestionnaires et propriétaires forestiers. Les objectifs

initialement poursuivis étaient : (1) l'identification des peuplements infestés à évacuer rapidement, l'organisation des exploitations forestières avec leur priorisation, et le ciblage des secteurs de surveillance renforcée ; (2) la production d'informations factuelles sur l'évolution du phénomène en termes de surfaces des peuplements atteints, ainsi que de surfaces des peuplements exploités et des peuplements encore sur pied.

Une importante collecte de données de référence par les gestionnaires forestiers

Afin d'analyser et d'interpréter correctement l'information contenue dans les images, que ce soit par un opérateur (photo-interprétation) ou de façon automatique, des observations de référence sont nécessaires : comme données d'apprentissage, d'abord, afin de bien caractériser le lien entre les symptômes réels et l'information contenue dans les images, et comme données de validation ensuite, afin d'évaluer la précision des cartes obtenues.

Comme la nécessité de disposer d'observations de référence était un constat partagé par les différents organismes forestiers, une collaboration s'est mise en place entre l'ONF, le CNPF, le DSF et l'IGN afin de constituer une base de données de références géolocalisées sur la base d'un protocole commun.

Collecte de données de référence selon un protocole commun

La collecte de données de référence est basée sur plusieurs principes. Tout d'abord, les observations doivent correspondre à des zones sensiblement homogènes en termes d'état sanitaire, puisqu'on recherche un signal aussi « pur » que possible au niveau des images. Comme les gestionnaires souhaitaient tester la possibilité de détection précoce, les zones devaient être également homogènes en termes de stade de développement des symptômes. Ainsi, ont été distingués les stades « scolyté vert » (stade précoce), « scolyté rouge » et « scolyté gris ». Enfin, comme la détection des dégâts se fait en mesurant un écart à une situation de référence, des observations ont également été réalisées dans des peuplements sains. Malheureusement, l'état sanitaire des peuplements n'est pas le seul paramètre influençant la radiométrie des images. Les types de peuplement (résineux pur, mélange de feuillus et de résineux), les essences (épicéa, sapin, pins, mélèze...), la topographie (plaine vs zone de relief, exposition), la région, la période de l'année (ensoleillement) sont autant d'autres facteurs ayant une influence sur la radiométrie des images. Il convenait donc de multiplier les situations pour la collecte de données.

Par ailleurs, afin de pouvoir confronter ces observations de référence avec les images, il fallait les géolocaliser à l'aide d'un GPS par exemple, avec une précision au moins égale à la résolution des images (10 m). Ensuite, pour pouvoir réaliser des traitements pertinents, les surfaces observées devaient correspondre à un nombre suffisant de pixels sur les images. C'est pourquoi il était demandé de relever des zones d'au moins 5 ares voire, mieux, d'au moins 10 ares.

L'échantillonnage de ces peuplements ne se voulait pas exhaustif, mais devait représenter le maximum de situations et être relativement bien réparti dans les différentes régions. Un objectif d'au moins 30 observations par classe et par grand type de situation (combinaison de l'état sanitaire et de la grande région au moins) était recherché (Fig. 1). Bien sûr, comme l'état sanitaire des peuplements et le stade de développement des scolytes peuvent évoluer rapidement, les observations devaient être datées précisément.

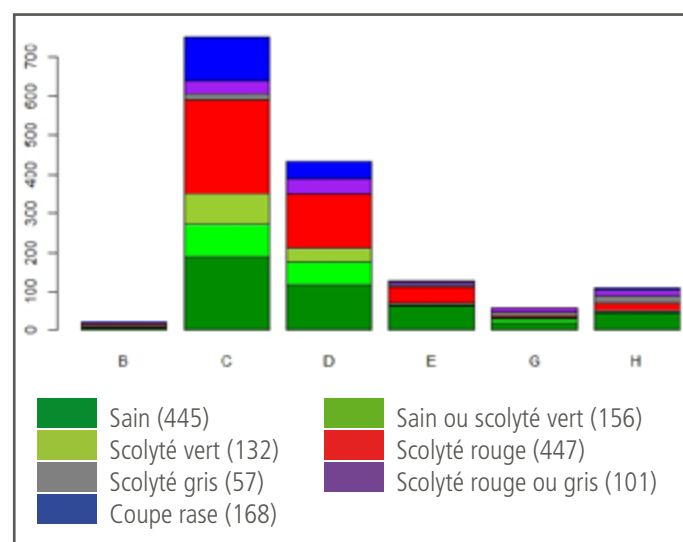


Figure 1. Répartition des observations de référence sur le terrain et par photo-interprétation d'images aériennes effectuées par l'ONF, le CNPF et le DSF selon l'état sanitaire et la grande région écologique (GRECO).

Liste des GRECO : B – Centre Nord semi-océanique, C – Grand Est semi-continental, D – Vosges, E – Jura, G – Massif Central, H – Alpes.

Le Grand Est semi-continental et les Vosges ont été bien échantillonnées et les autres massifs montagneux (Jura, Massif Central et Alpes) sont représentés même si c'est à un niveau moindre.

Les relevés de zones de référence ont été réalisés dans un premier temps par des opérateurs de terrain du DSF, du CNPF et de l'ONF, soit à l'occasion d'opérations de gestion (comme la vérification par le CRPF des demandes de coupes d'urgence), soit surtout en tant que mission spécifique confiée aux techniciens forestiers. Dans le Grand Est, l'ONF a mandaté un technicien « renfort scolytes » dédié à cette opération pendant deux mois, et le CRPF a également réalisé des missions de terrain spécifiques pour ces observations.

En complément, comme les dégâts de scolytes se voient bien sur les photographies aériennes à fine résolution, les millésimes 2018 de la BD ORTHO® de certains départements de la région Grand Est (Vosges, Meuse, en version « Express¹ » mis à disposition spécifiquement par l'IGN pour cette opération, résolution 25 cm) ont été analysés par l'ONF pour délimiter des zones de référence. De même, la BD ORTHO® Express de départements survolés par l'IGN en 2020 (Bourgogne-Franche-Comté) devrait pouvoir être utilisée pour compléter la validation de la carte des dégâts réalisée en 2020. Cette approche a tout de même comme limite

¹ La version « Express » de la BD ORTHO® est un produit « intermédiaire » réalisé par l'IGN à partir des prises de vue aériennes, qui n'a pas encore bénéficié de la totalité des traitements nécessaires au produit BD ORTHO® final, en particulier les retouches colorimétriques ou certaines améliorations de qualité géométrique locale. Son intérêt est d'être potentiellement disponible plus rapidement que la version définitive de la BD ORTHO®.

de ne pas permettre la distinction entre les peuplements sains et le stade « scolyté vert ». Le protocole et les classes de notation ont donc été adaptés pour ce relevé sur photos aériennes. De plus, compte-tenu du délai et des moyens disponibles, aucune vérification de terrain n'a pu être réalisée. Cependant, sur le département des Vosges, un contrôle de conformité avec les informations saisies dans le cadre du suivi de gestion des peuplements scolytés a été effectué (notamment pour confirmer l'essence et la présence des dégâts).

Au total, plus de 1500 zones de référence ont été observées correspondant à des situations datées entre le 25 avril 2018 et le 28 novembre 2019, dont environ 370 par photo-interprétation (Fig. 1).

Partage des données au sein d'un espace collaboratif

Considérant la diversité des acteurs forestiers impliqués et l'étendue de la zone géographique concernée, il est apparu nécessaire de développer une base d'informations partagées permettant à la fois leur enregistrement et leur diffusion. Du fait de la position stratégique de l'IGN dans le domaine de l'information géolocalisée (Géoportail et développement d'un portail thématique consacré à la forêt), il a été décidé de mettre en place un « guichet » consacré à la crise sylvositaire due aux dégâts des scolytes sur l'espace collaboratif de l'IGN (<https://espacecollaboratif.ign.fr/>). L'objectif initial de ce guichet était triple :

- signalements précis de foyers de scolytes par des utilisateurs avertis afin de fournir des données de référence dans le cadre de la détection à l'aide d'images satellitaires (données d'apprentissage et de qualification). Ces signalements sont réalisés via un accès dédié aux partenaires du projet (ONF, CNPF, INRAE, IGN, MAA et ses services déconcentrés, notamment DRAAF) ;
- signalements en masse par des utilisateurs nombreux afin de disposer d'une image pas nécessairement précise mais enrichie en temps réel, via une version plus « grand public » du guichet ;
- diffuser les cartographies obtenues par traitement d'images satellitaires.

Le guichet permet d'enregistrer les données selon différentes modalités : application IGN « espace collaboratif » sur smartphone, service internet, intégration par lots, notamment pour les partenaires utilisant leurs propres systèmes de relevés de terrain (encadré). Par ailleurs, il permet d'afficher les données en utilisant de nombreux fonds de cartes. Il présente donc une réelle souplesse d'utilisation (Fig. 2). Avec l'expérience, il faut toutefois admettre que la possibilité de remontée en masse d'information par les utilisateurs « non experts » ne s'est pas concrétisée dans les faits. À l'inverse, les deux autres objectifs ont bien été atteints.

Appel à des sociétés spécialisées pour répondre à l'urgence de la crise

Dans l'urgence de la crise, le MAA ne disposait pas de moyen précis pour fournir un suivi spatialisé et régulier des dégâts dus aux scolytes. C'est pourquoi il a décidé de faire appel, dans le cadre des procédures prévues pour les marchés publics, à des sociétés spécialisées dans le domaine de la télédétection pour réaliser un état des lieux en 2018, 2019 et 2020. Plusieurs commandes ont ainsi été passées successivement (Fig. 3). La première, remportée par le SERTIT, société adossée à l'Université de

Modalités techniques de collecte à l'ONF

Pour l'ONF, il a été convenu de réaliser les relevés de terrain avec les terminaux de saisie disponibles pour tous les techniciens de terrain, via l'application Géorelevé. Un masque de saisie compatible avec le protocole de relevé a été élaboré, puis un système de transfert et de compilation de l'ensemble des relevés a été mis en place, permettant l'alimentation d'une base de données nationale au fur et à mesure du dépôt des relevés sur les serveurs territoriaux. Cette opération, issue d'un travail collaboratif entre des spécialistes SIG des DT Grand Est et Auvergne-Franche Comté et l'équipe SIG Nationale a permis d'accélérer la « remontée » des informations, d'assurer la vérification de la conformité des relevés à la structure de la base de données puis sa préparation pour l'intégration « par lot » dans la base du guichet collaboratif IGN (voir aussi Marchand, ce numéro).

Strasbourg, a permis de cartographier les dégâts dus aux scolytes fin 2018. Le SERTIT a utilisé des images de l'automne 2018 (septembre et surtout octobre 2018) pour pouvoir cartographier les dégâts visibles en été et automne. Une deuxième commande, attribuée à la société franco-italienne Telespazio, a rapidement suivi fin 2018-début 2019 pour compléter la cartographie des dégâts de 2018 en travaillant à partir d'images de la fin de l'hiver (février et mars 2019). En effet, les attaques tardives n'ont pu être visibles sous la forme de foyers scolytés rouges qu'avec la reprise de la végétation. Enfin, une troisième cartographie a été commandée plus tardivement, en juillet 2020, pour poursuivre le suivi. Cette troisième cartographie, réalisée par le SERTIT, couvre la période d'avril 2019 à juin 2020 (15 mois), période beaucoup plus longue que les deux premières. Lors de la troisième commande, il a paru opportun de demander aussi la cartographie des coupes (sanitaires) pour un bilan plus complet car, avec l'intensification des attaques, de nombreux foyers ont été exploités.

Les dégâts les plus importants étant localisés dans les pessières du Nord-Est du pays, les commandes se sont attachées prioritairement à la détection des foyers dans les peuplements d'épicéa des régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté. Lors de la troisième commande, devant l'extension de la crise, trois départements rhônalpins ont été ajoutés (Ain, Savoie et Haute-Savoie). Il a été demandé aux prestataires de réaliser une cartographie numérique utilisable avec un SIG (données géographiques vectorielles). En effet, ce type de données permet d'une part d'analyser le secteur de son choix à l'échelle adéquate et, d'autre part, de réaliser des traitements complémentaires (exemple : croisement avec d'autres couches d'information géographique). Pour les utilisateurs non familiers des SIG, des atlas cartographiques régionaux et départementaux étaient également demandés.

Un autre objectif de ces cartographies était l'optimisation de l'exploitation des peuplements sinistrés et l'identification des secteurs nécessitant une surveillance renforcée afin de contenir autant que possible la pullulation des ravageurs. Mais le processus global de réalisation des cartes, avec ses volets administratif et technique, s'est avéré trop long pour cette ambition. Enfin, les prestataires étaient chargés de fournir un rapport méthodologique afin de permettre une diffusion éclairée des résultats et capitaliser cette expérience pour l'avenir.

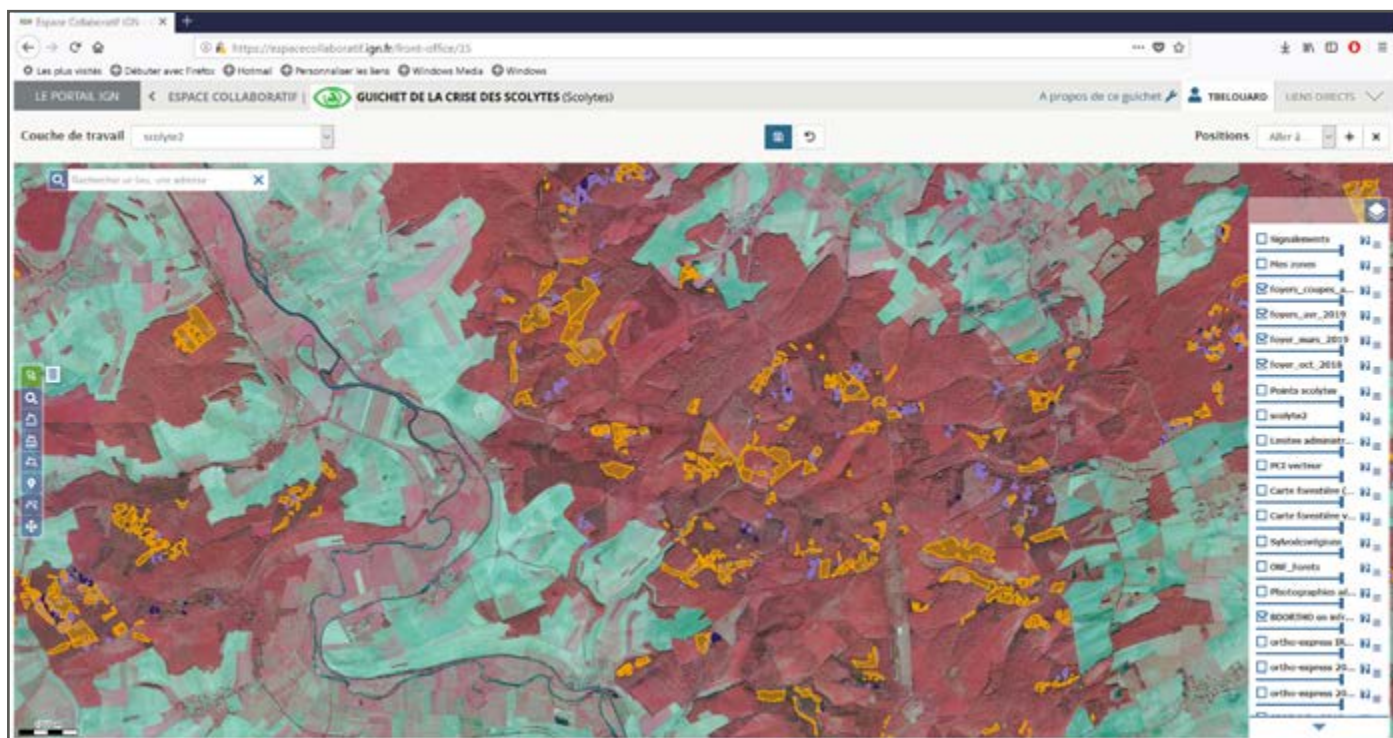


Figure 2. Guichet de la crise due aux scolytes sur l'espace collaboratif IGN : zoom sur la forêt de Verdun (Meuse).

Les dégâts cartographiés successivement par le SERTIT (2018), Telespazio (2019) et de nouveau le SERTIT (2020) sont représentés respectivement en bleu foncé, violet et orange. Le fond de carte correspond à la BD ORTHO® infrarouge fausses couleurs IGN 2018.

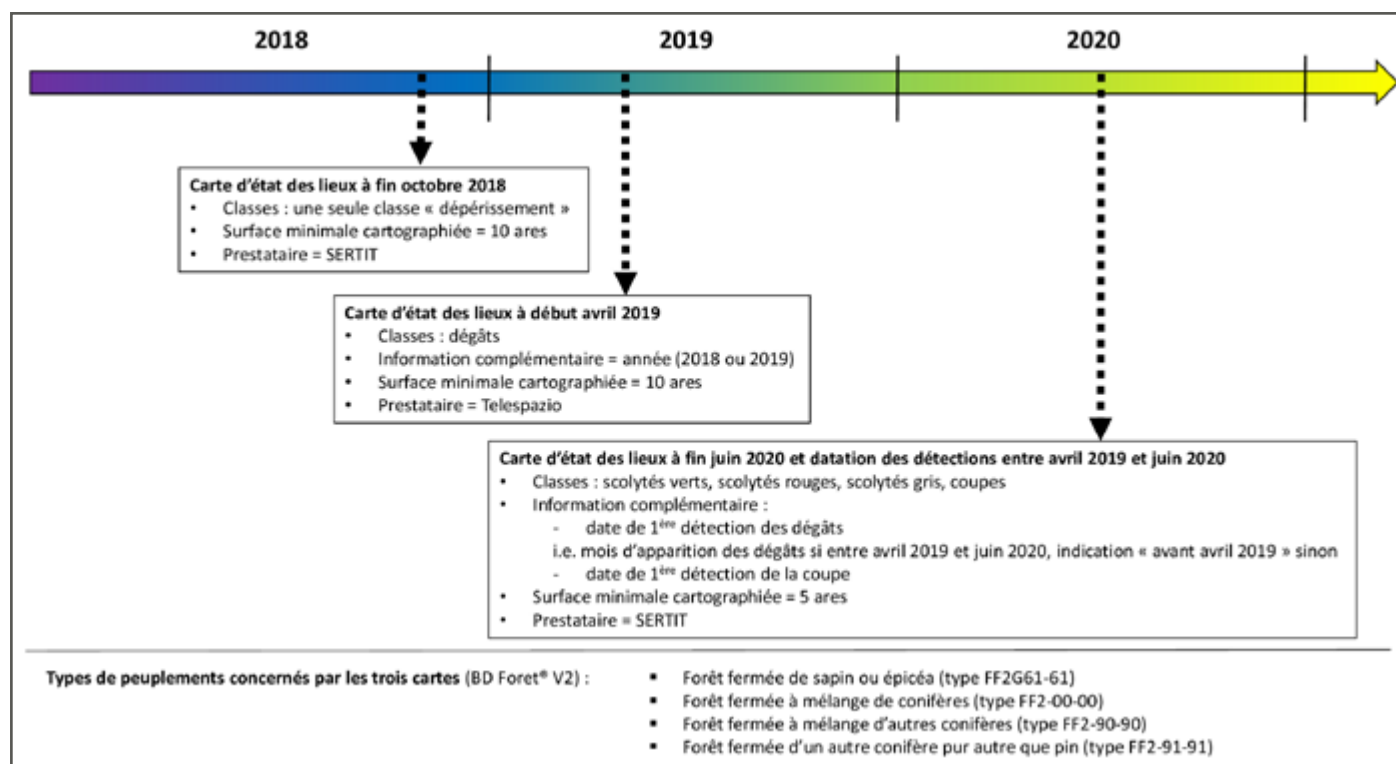


Figure 3. Récapitulatif des trois cartographies réalisées.

Des méthodes diverses

Du fait de l'étendue de la zone d'étude, le choix des images Sentinel-2 s'est rapidement imposé. Malgré cela, le nombre d'images utilisées reste important puisqu'il faut 24 tuiles (carrés de 110 km de côté) pour couvrir les deux régions et les trois départements rhônalpins. Du fait de la résolution spatiale de ces images (pixels de 10 mètres de côté soit un are), des traitements par pixel sont les mieux adaptés, d'autant que de nombreux foyers sont de petite taille (quelques ares). Pour la même raison, le seuil de surface minimale de détection a été fixé à 10 ares soit autant de pixels ce qui est fréquent en traitement d'images. Malgré les grandes résolutions spectrale et temporelle des images, il s'avère très difficile de détecter les foyers au stade scolyté vert c'est-à-dire le stade où les arbres sont colonisés par les insectes mais ont encore leurs aiguilles vertes. Une détection précoce n'est donc pas envisageable comme l'ont montré des récents travaux de recherche (Abdullah 2018). A l'inverse, les stades scolytés rouge et gris se détectent relativement bien sur les images pour peu que leur surface soit suffisante.

Afin d'éviter les confusions avec d'autres phénomènes touchant d'autres types de peuplements, les dégâts sont recherchés au sein des pessières. La cartographie des essences par traitement d'images relevant actuellement de la recherche, le ciblage des peuplements concernés (« masque » de traitement) a été défini sur la base de la cartographie des types de formation végétale de l'IGN (produit BD Forêt®, IGN 2019). La typologie de la BD Forêt® ne distinguant pas l'épicéa qui est regroupé avec le sapin, le « masque » de traitement a été constitué à partir des types dans lesquels la présence importante de l'épicéa est la plus probable : « Forêt fermée de sapin ou épicéa », mais également peuplements résineux en mélange et peuplements purs : types « forêt fermée à mélange de conifères », « forêt fermée à mélange d'autres conifères », « forêt fermée d'un autre conifère pur autre que pin ». Ces quatre types correspondent à des peuplements de résineux de plus de 2 ha.

Pour mettre au point leurs modèles de classification et valider leurs résultats, les prestataires se sont appuyés sur les données de référence produites par les partenaires du projet (ONF, CNPF et DSF). De plus, Telespazio a complété ces jeux de données par des photographies aériennes très haute résolution (5 cm) acquises lors d'un survol ULM dans les Vosges les 14 et 15 avril 2019 pour évaluer la précision de sa cartographie.

La méthode précise de classification a varié selon le prestataire et la période de temps traité. Lors de la première cartographie, le SERTIT a réalisé une classification supervisée² d'images acquises entre le 27 septembre et le 13 octobre 2018 (traitement mono-date). Les données de référence disponibles ont été complétées par de la photo-interprétation. À cette occasion, le SERTIT a cartographié les foyers de scolytes sans plus de détail. Cette méthode relativement simple a été possible du fait de conditions favorables : période traitée assez courte et images acquises à une saison assez favorable (nébulosité modérée).

Lors de la deuxième cartographie, Telespazio a dû travailler avec des images d'hiver ce qui rend la tâche plus difficile pour diverses raisons. Le risque de confusion entre dégâts dus aux scolytes et feuillus défeuillés pendant l'hiver

est réel. Par ailleurs, la nébulosité est importante ainsi que les ombres sur les images. Pour pallier ces difficultés, Telespazio a dû mettre en œuvre une méthode bi-date avec des images acquises entre le 27 février et 1er avril 2019 d'une part et des images acquises un an plus tôt d'autre part (mars 2018). Telespazio a de plus réalisé une classification dirigée qui est la combinaison de deux méthodes : (1) classification supervisée pour détecter les sols nus notamment, (2) classification par seuillage de différences interannuelles de trois indices de végétation afin de faire la distinction entre feuillus défoliés en hiver, ombre, résineux scolytés et résineux sains (différence entre mars 2018 et mars 2019).

Lors de la troisième cartographie (état des lieux juin 2020), le SERTIT a utilisé une méthode d'analyse des images en deux étapes : (1) classification supervisée à partir des images de début et fin de période (avril 2019 et juin 2020), mettant en évidence les dégâts des scolytes avec leur stade de développement (vert, rouge, gris), les coupes et des peuplements sains, en utilisant plusieurs méthodes, puis en sélectionnant la classification la plus précise et (2) datation de la détection des foyers ou de la coupe par analyse de la série temporelle des images 2016-2020 à l'aide d'un algorithme ad hoc (algorithme BFAST). Dans tous les cas, les traitements automatiques ont été complétés par des contrôles visuels des images et des résultats afin d'assurer la meilleure qualité possible du résultat.

Enfin, des calculs de synthèse des surfaces touchées ont été réalisés à partir de ces cartes de dégâts, après croisements éventuel avec les cartes des types de formation végétale (source : IGN) et des catégories de propriété (source : ONF).

Résultats

Comme les dégâts des scolytes ont été cartographiés à large échelle, à trois reprises, et que la date de détection des dégâts a été déterminée lors de la troisième cartographie, il est possible de représenter simultanément leur distribution spatiale et leur dynamique temporelle. Plusieurs échelles de représentation sont possibles, de l'échelle interrégionale à l'échelle communale en passant par celles des régions et les départements. Des atlas ont été réalisés à ces deux dernières échelles ainsi que pour l'ensemble du Nord-Est et ont été diffusés auprès d'un large public et sur internet (DRAAF Grand Est 2020). La carte de l'ensemble des dégâts depuis le début de la crise, qu'ils aient été exploités ou non, permet de mettre en évidence les régions où les dégâts sont les plus importants dans l'absolu : Ardennes, Nord des départements lorrains (Meuse avec notamment la forêt de Verdun, Meurthe-et-Moselle, Moselle), le département et le Massif des Vosges ainsi que la partie limitrophe du département de la Haute-Saône (les pessières de la région des Mille Étangs en particulier sont particulièrement sinistrées), le département du Doubs et le Morvan. Dans le Jura, seuls les peuplements à faible altitude ont souffert, ceux du deuxième plateau ayant été en grande partie épargnés (Fig. 4). Le même type de carte a également été établi, présentant la proportion de surface forestière impactée, et la proportion de surface résineuse (sapin-épicéa) touchée.

Les surfaces cartographiées avec des dégâts dans la région Grand Est correspondent approximativement au double de celles

² Classification supervisée = utilisant les zones de référence, de caractéristiques connues, comme échantillons d'apprentissage

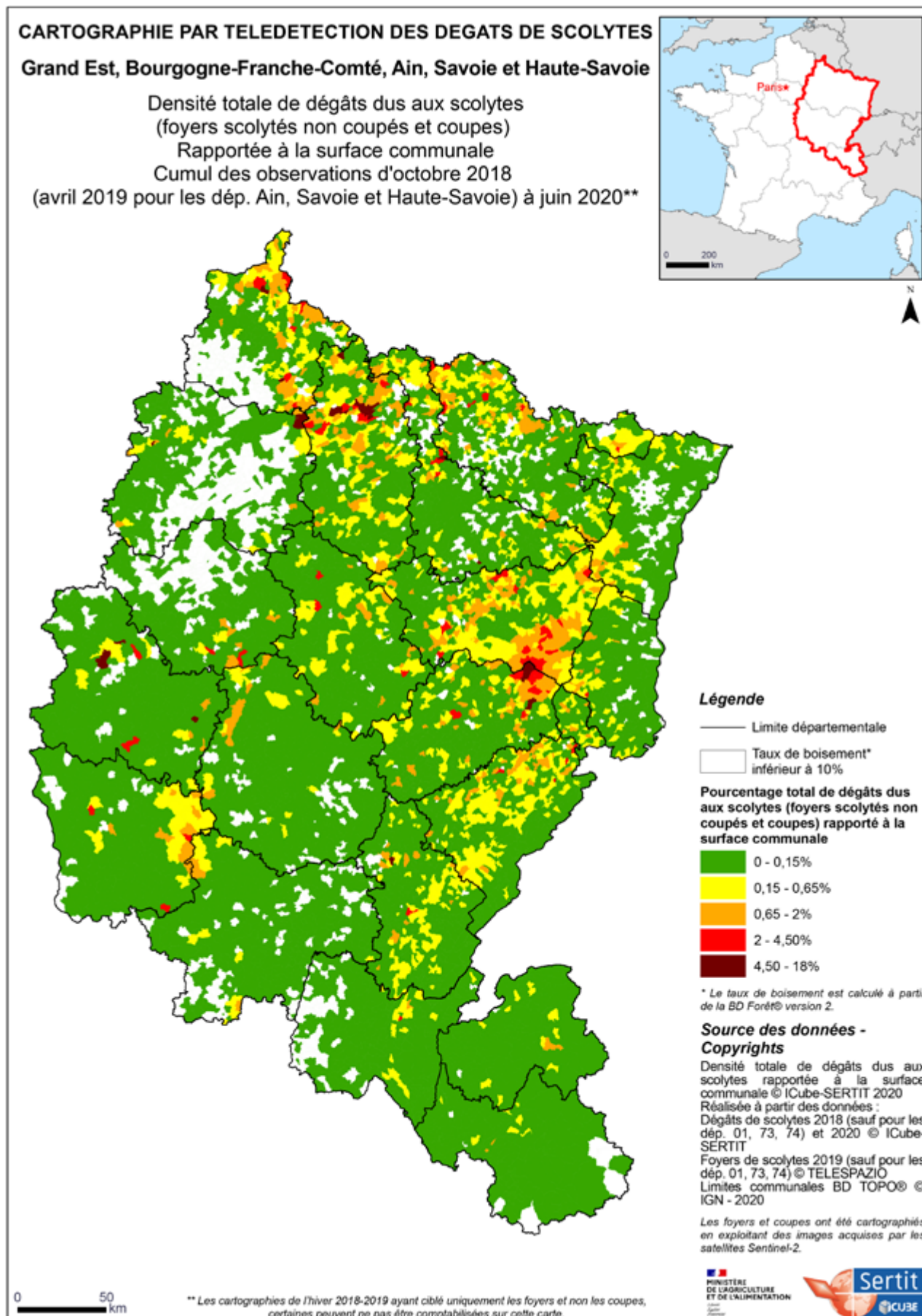


Figure 4. Extrait de l'atlas des dégâts attribués aux scolytes à fin juin 2020.

cartographiées en région Bourgogne-Franche-Comté. Les surfaces des trois départements rhônalpins restent très faibles au regard de celles des deux autres régions (Tab. 1). Globalement, 56 % des peuplements détectés avec des dégâts dans le Nord-Est étaient coupés en juin 2020. Ce taux est plus élevé dans la région Bourgogne-Franche-Comté (60 %) que dans la région Grand Est (53 %). En fait, c'est surtout la forêt privée de la région Bourgogne-Franche-Comté qui se distingue par un taux élevé dans cette région (62 %).

Du point de vue temporel, la précision des observations permet des analyses interannuelles et même entre les saisons. De la même façon, comme les coupes ont également été cartographiées et datées à partir d'avril 2019, il est possible de représenter leur répartition spatiale et la dynamique temporelle et de les comparer à celles des dégâts afin de mettre en évidence les éventuels décalages temporels entre les deux événements (Fig. 5 page suivante).

Une mine d'information à exploiter

La possibilité de croiser les cartes des dégâts et des coupes avec toute autre information géoréférencée offre bien d'autres possibilités de valorisation des données. Outre les circonscriptions administratives, il est également possible de croiser ces cartes avec la catégorie de propriété (cartographie ONF) ou les types de peuplement (exemple : cartographie forestière IGN) pour analyser la répartition des dégâts et des coupes selon ces critères.

Du point de vue épidémiologique, il est utile de connaître les stations et les situations où les dégâts ont été les plus importants. Le croisement de la carte des dégâts avec une base de données altimétriques permet de déterminer l'altitude et l'exposition des foyers (Fig. 6). La carte de la réserve utile maximale des sols et la série spatialisée de variables climatiques comme les températures et la pluviométrie permettra d'estimer la situation hydrique des sols d'une part et l'importance des populations du typographe d'autre part, le nombre de générations annuelles dépendant fortement des sommes de températures. Ces traitements permettront d'avoir des indications sur le niveau de stress des peuplements dû à la sécheresse et de les relier à l'importance des attaques. D'autres facteurs comme la composition des peuplements, la nature du paysage (fragmentation de la forêt, importance locale des résineux), la dynamique temporelle et spatiale des attaques (distance au foyer antérieur le plus proche) méritent également d'être analysés sous cet angle épidémiologique.

Enfin, ces cartographies constituent un outil intéressant dans le cadre de la reconstitution des forêts par la connaissance de la localisation de beaucoup de peuplements sinistrés. Elles pourront ainsi être mobilisées dans le cadre du plan de relance de l'État.

Conclusion : limites et perspectives

La cartographie des dégâts dus aux scolytes à l'aide de la télédétection présente malheureusement plusieurs limites. Tout d'abord, les peuplements scolytés verts restent difficiles à distinguer des peuplements sains sur les images Sentinel-2 (Abdullah et al. 2018) ; ils sont donc fortement sous-estimés. **L'absence de détection précoce fait que les cartes réalisées ne sont pas utilisables dans le cadre de la lutte**

| Région | Catégorie de propriété | Sur pied | Coupe | Total | % coupe |
|-------------------------|------------------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| Grand Est | Forêt domaniale | 1 100 | 1 407 | 2 507 | 56% |
| | Autre forêt publique | 1 473 | 1 534 | 3 007 | 51% |
| | Forêt privée | 2 295 | 2 565 | 4 860 | 53% |
| | Total régional | 4 869 | 5 506 | 10 375 | 53% |
| Bourgogne Franche-Comté | Forêt domaniale | 77 | 86 | 162 | 53% |
| | Autre forêt publique | 607 | 773 | 1 380 | 56% |
| | Forêt privée | 1 647 | 2 673 | 4 320 | 62% |
| | Total régional | 2 330 | 3 531 | 5 862 | 60% |
| Auvergne-Rhône-Alpes | Forêt domaniale | 1 | 1 | 1 | 52% |
| | Autre forêt publique | 35 | 60 | 95 | 63% |
| | Forêt privée | 83 | 131 | 214 | 61% |
| | Total régional | 119 | 192 | 310 | 62% |
| Total général | | 7 318 | 9 229 | 16 547 | 56% |

Tableau 1. Répartition des surfaces cartographiées avec des dégâts selon le stade d'exploitation, la région et la catégorie de propriété. État fin juin 2020.

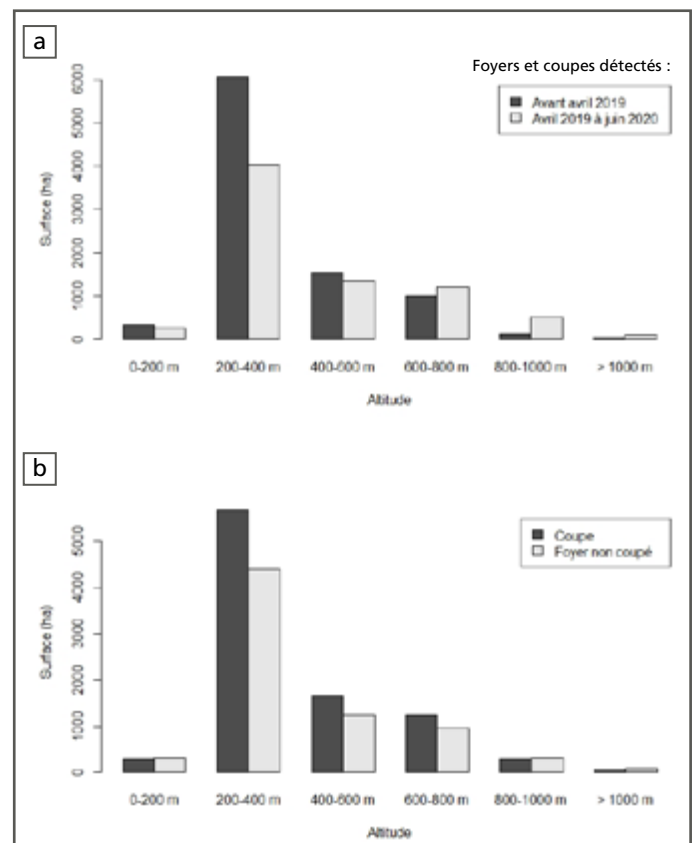


Figure 6. Répartition des dégâts attribués aux scolytes selon l'altitude et selon la période de détection (a), ou le stade d'exploitation (b). Au fil de la crise, les dégâts deviennent proportionnellement plus importants en altitude et deviennent de moins en moins exceptionnels au-dessus de 800 mètres. Fin juin 2020, l'exploitation des peuplements scolytés est plus importante proportionnellement en plaine qu'en altitude.

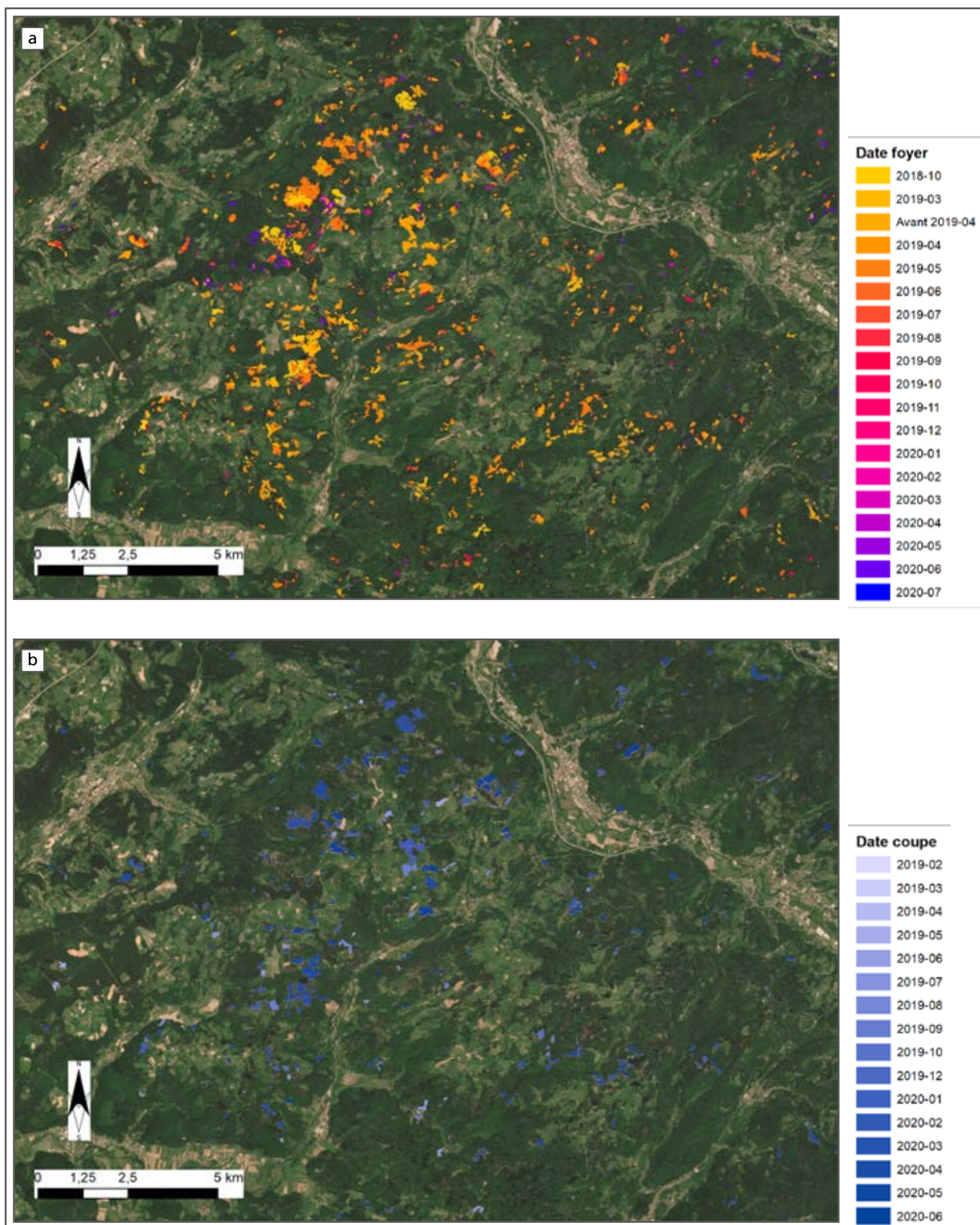


Figure 5. Cartographie des foyers de scolytes (a) et des coupes (b) avec leur date de détection : zoom sur le Parc naturel régional des Ballons des Vosges, secteur du Val d'Ajol.

Le fond de carte correspond aux images Sentinel-2 de juin 2020 (source : www.theia-land.fr).

préventive où il convient d'intervenir tôt. Cette absence de détection précoce est d'autant plus prégnante que les cartographies ne sont pas réalisées en temps réel ; il y a donc un décalage entre l'apparition du phénomène, sa détection à partir des images de télédétection et la mise à disposition du résultat des traitements. Par ailleurs, la surface minimale de détection des dégâts est de quelques pixels (5 à 10) correspondant à autant d'ares, la largeur d'un pixel Sentinel-2 étant de 10 mètres. Les plus petits foyers ne sont donc pas cartographiés. Si le masque utilisé issu de la BD Forêt® couvre une large part des peuplements de sapins et d'épicéas, il n'est pas exhaustif pour autant. Les pessières et les sapinières pures de moins de 2 hectares ne sont pas distinguées dans la BD Forêt® et peuvent donc être noyées au sein de n'importe quel thème : une part inconnue des peuplements touchés est exclue du masque utilisé et donc des cartographies. Il en est de même pour les peuplements où l'épicéa ou le sapin sont en mélange avec d'autres essences résineuses ou feuillues. D'autre part, la détection des dégâts dans les peuplements mélangés pied à pied est plus délicate que dans les peuplements purs. Dans les zones où le relief est marqué comme les zones montagneuses, la qualité des détections est certainement moins bonne du fait des ombres plus importantes sur les images. Enfin, il y a les limites liées à la précision de la classification au sein du masque. Des confusions existent entre les différentes classes (peuplement sain, peuplements scolytés rouges ou gris, coupe) entraînant de fait des sous-estimations et des surestimations. Ces confusions sont faibles puisque les bons classements des peuplements s'élèvent à 93 % (précision globale) ; si on tient compte du fait qu'un peuplement peut-être bien classé au hasard, la précision est alors de 88 % (indice Kappa). Cependant ces indicateurs ne tiennent pas compte de la précision des contours des foyers et des coupes. Or les foyers cartographiés s'avèrent en général plus petits que les foyers véritables.

Une action de recherche pour le développement d'une méthode reproductible

L'expérience a montré qu'une crise sylvo-sanitaire dure plusieurs années. La crise actuelle a débuté en 2018 et devrait au moins perdurer jusqu'en 2021. Par ailleurs, les scolytes des résineux (et tout particulièrement le typographe) font partie des principaux ravageurs des forêts françaises

et sont responsables de dégâts quasiment tous les ans, même si ce n'est pas toujours à des niveaux comparables à ceux observés actuellement. Par ailleurs, les cartes d'état des lieux telles que celles réalisées jusqu'ici ne répondent pas suffisamment aux besoins des gestionnaires qui souhaitent des informations beaucoup plus régulières et fréquentes pour orienter leur surveillance ou leurs actions de gestion. Il apparaît donc important d'avoir un dispositif de suivi permanent des dégâts dus aux scolytes. C'est pourquoi la mise au point d'une méthode fiable, robuste et transférable a été demandée aux chercheurs de façon concomitante aux marchés passés avec des sociétés spécialisées. Le choix s'est porté sur INRAE Montpellier (UMR TETIS) avec qui le MAA collabore depuis de nombreuses années, notamment dans le cadre de la cartographie des coupes rases (Ose et al. 2015). Outre la mise au point de la méthode et d'une chaîne de traitement, l'analyse comportera des préconisations pour le déploiement et l'industrialisation de la cartographie afin d'envisager une utilisation en routine, pour n'importe quelle région et pour les années ultérieures. La convention signée entre INRAE et le MAA prévoit également des actions de transfert, notamment des formations.

La cartographie des dégâts présentée ici permet de construire un bilan de la crise en surface. Un bilan en volume serait également très utile. Plusieurs méthodes sont envisageables pour y parvenir : croisement de cette cartographie avec les résultats de l'inventaire forestier de l'IGN, des données de récolte de l'ONF, de cartes de biomasse forestière existantes (Santoro 2018) ou à venir, comme celles envisagées dans le cadre des travaux de recherche conduits actuellement au Cesbio à Toulouse à partir des images satellitaires radar Sentinel-1 (Morin et al. 2019).

Remerciements

Ces opérations de cartographie de dégâts de scolytes et de recherches associées ont été rendues possibles grâce à de nombreux contributeurs. Sans pouvoir être exhaustifs, les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement celles et ceux qui ont été contribué à la définition de la démarche et à son animation : Juliette Boiffin (CRPF Grand Est), Max Gillette (pôle DSF Grand Est), Jean-Luc Matte (DRAAF Grand Est), Xavier Thauvin (IGN), Nicolas Clouet (ONF), Nicolas Degarne (ONF), Nicolas Marchand (ONF) et Brigitte Pilard-Landeau (ONF). Ils remercient également chaleureusement toutes les personnes des DRAAF, du DSF, des CRPF et de l'ONF qui ont réalisé les indispensables relevés de zones de référence sur le terrain.

Références

Abdullah H., Skidmore A. K., Darvishzadeh R., Heurich M., 2018. Sentinel-2 accurately maps green-attack stage of European spruce bark beetle (*Ips typographus*, L.) compared with Landsat-8. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. <https://doi.org/10.1002/rse2.93>

Colin A., Meredieu C., Labbé T., Bélouard T., 2010. Etude rétrospective et mise à jour de la ressource en pin maritime du massif des Landes de Gascogne après la tempête Klaus du 24 janvier 2009, https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/etat_zero_massif_landais_2010.pdf

Collectif : Brunier L., Delpont F., Gauquelin X (coord.), 2020. Guide de gestion des crises sanitaires en forêt. Paris : RMT AFORCE, Editions CNPF-IDF

Delpace D., 2008. Etude de méthodes de détection de foyers de scolytes (Coleoptera, Curculionidae) dans l'est de la France. Comparaison de techniques d'inventaires au sol, de surveillance aéroportée et de télédétection aérienne et satellitaire. Université libre de Bruxelles, thèse de doctorat

DRAAF Grand Est, 2020. Atlas des dégâts dus aux scolytes et des coupes dans les peuplements résineux du Nord-Est de la France – Situation fin juin 2020 (<https://draaf.grand-est.agriculture.gouv.fr/Atlas-Scolytes>)

[grand-est.agriculture.gouv.fr/Atlas-Scolytes](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/lif_46_poster.pdf)

IGN, 2019. La BD Forêt® V2 – Une cartographie forestière nationale pour les territoires. L'IF n° 46, https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/lif_46_poster.pdf

Morin D., Planells M., Guyon D., Villard L., Mermoz S., Bouvet A., Thevenon H., Dejoux J.-F., Le Toan T., Dedieu G., 2019. Estimation and Mapping of Forest Structure Parameters from Open Access Satellite Images: Development of a Generic Method with a Study Case on Coniferous Plantation. *Remote Sensing*, <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/11/1275>

Ose K., Deshayes M., 2015. Détection et cartographie des coupes rases par télédétection satellitaire. Guide méthodologique. UMR TETIS, Irstea

Santoro M., 2018. GlobBiomass - global datasets of forest biomass. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.894711>

SERTIT, 2011. Analyse du dépérissement de peuplements forestiers lié aux attaques de scolytes entre l'hiver 2009 et l'hiver 2010 à partir d'images satellite à l'échelle du Massif aquitain. Rapport d'étude.

MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE REPRODUCTIBLE POUR LE SUIVI GÉNÉRALISÉ DES DÉGÂTS DE SCOLYTES PAR TÉLÉDÉTECTION SATELLITAIRE

**Raphaël Dutrieux,
Jean-Baptiste Féret,
Kenji Ose**

UMR-TETIS, INRAe Montpellier

À la demande du ministère de l'Agriculture, le laboratoire TETIS (INRAe Montpellier) s'est attelé à la mise au point d'une méthode de suivi continu des dégâts dus aux scolytes. Une méthode fiable, robuste et transférable dont la mise en œuvre à grande échelle commence en 2021.

Avec les conditions climatiques extrêmes des dernières années, les dégâts de scolytes sur les épicéas ont explosé de manière inédite. Touchant initialement le Nord-Est de la France, cette crise progresse et met en péril la santé des forêts, ainsi que la filière bois des régions concernées. Pour appréhender l'évolution de la situation et mettre en place des mesures adaptées, il est nécessaire de développer des outils permettant une détection à large échelle et la plus précoce possible des foyers de scolytes.

Dans ce contexte sanitaire alarmant, le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation a sollicité l'UMR TETIS (INRAE, anciennement IRSTEA) pour des travaux R&D visant à mettre au point une méthode d'identification des foyers de scolytes par télédétection de manière précoce et utilisable en continu. Pour permettre la calibration et la validation de cette méthode, le DSF, l'ONF et le CRPF Grand Est ont combiné leurs ressources pour collecter des données de référence par des relevés sur le terrain ainsi que par photo-interprétation de la BD Ortho Express IRC d'IGN. Cet article présente la méthode de détection des foyers de scolytes que nous avons développée, son fonctionnement, ses résultats, ainsi que ses limites et améliorations possibles.

Le choix des images satellites Sentinel-2

Le choix a été fait d'utiliser les images de Sentinel-2, duo de satellites d'observations de la Terre de l'Agence Spatiale Européenne dont le premier exemplaire a été mis en orbite en 2015 et le second en 2017. Contrairement à l'imagerie à très haute résolution spatiale provenant de satellites commerciaux ou de survols aériens, les données Sentinel-2 sont libres et gratuites, et elles sont fournies avec une correction radiométrique atmosphérique et topographique par le pôle THEIA. De plus, chaque satellite a une fréquence de revisite de 10 jours, on peut donc obtenir avec les deux satellites une actualisation tous les 5 jours (contre 16 jours avec le satellite américain Landsat-8 qui fait partie de la même famille de capteurs) sous réserve de l'ennuage qui peut parfois gêner l'acquisition d'images valides sur des périodes relativement longues. Par ailleurs, ces satellites ont une haute résolution spatiale (10-20m) et sont équipés d'un capteur multi-spectral réalisant l'acquisition d'information sur 13 bandes spectrales dans les domaines visible et infrarouge. Ces données multi-spectrales sont particulièrement intéressantes pour l'étude de la végétation, car elles permettent d'obtenir des informations relatives à plusieurs propriétés de la végétation impactées lors des attaques de scolytes, comme la teneur

en pigments, la teneur en eau et la densité foliaire. Ces caractéristiques font de Sentinel-2 un outil de choix pour la surveillance à large échelle des peuplements forestiers : le potentiel des indices sensibles à la teneur en eau de la végétation pour détecter les attaques de scolytes, ainsi que les performances supérieures de Sentinel-2 en comparaison avec Landsat-8, ont été identifiés dans la littérature scientifique (voir Feret *et al.* dans ce numéro).

La zone d'étude

Les massifs forestiers touchés par la crise actuelle causée par les attaques de scolytes sont principalement distribués sur le quart Nord-Est du territoire français, dans les régions Grand-Est et Bourgogne-Franche-Comté. L'identification préalable des peuplements susceptibles d'être attaqués par les scolytes est réalisée à l'aide de la BDForet® de l'IGN, afin de faciliter la mise en place d'une méthode de suivi régional automatisée. Les types de peuplements retenus pour l'étude sont les suivants : « Forêt fermée de sapin ou épicéa », « Forêt fermée à mélange de conifères », « Forêt fermée à mélange d'autres conifères » et « Forêt fermée d'un autre conifère pur autre que pin » (voir aussi Bélouard *et al.* dans ce numéro). La BDForet® ne comportant que des éléments de plus de 0.5 hectares, il est possible que certaines parcelles susceptibles d'être atteintes mais de surface trop faible soient donc exclues de l'analyse.

Principe de la méthode

Rappelons qu'il existe plusieurs méthodes envisageables pour identifier des foyers de scolytes. Ces méthodes se basent généralement sur l'utilisation d'indices de végétation. Ces indices sont calculés à partir de relations simples (différences, ratios...) entre la réflectance de différentes bandes spectrales, et peuvent être corrélés à certaines caractéristiques de la végétation comme l'activité photosynthétique (c'est le cas de l'indice NDVI, couramment utilisé) ou la teneur en eau. Certaines méthodes se basent sur une acquisition d'image à une date unique et visent à détecter les anomalies par seuillage sur un indice de végétation, en partant du principe que la valeur de cet indice est différente pour les peuplements sains et pour les peuplements atteints. D'autres méthodes s'appuient sur deux acquisitions plus ou moins espacées dans le temps, par exemple en faisant la différence entre l'indice de végétation calculé sur chacune de ces deux dates, puis en définissant un seuil associé à cette différence pour caractériser les zones présentant un changement.

Utilisation de séries temporelles d'un indice de végétation sensible à la teneur en eau, le CR_{SWIR}

La disponibilité croissante d'acquisitions satellite de couverture globale, résolution spatiale décimétrique et haute répétitivité temporelle, comme celles des satellites Sentinel-2 et Landsat-8, permet la mise en place de méthodes basées sur l'exploitation de séries temporelles denses, particulièrement adaptées pour suivre précisément l'évolution de problèmes sanitaires touchant les massifs forestiers à échelle régionale, avec des informations au niveau parcellaire. La mise à jour est ainsi envisageable à chaque passage des satellites, tant que les conditions d'observation le permettent.

La méthode proposée ici se base sur une série temporelle construite avec un indice spectral sensible à la teneur en eau de la végétation, et calculé à partir des bandes du proche et moyen infrarouge. Il s'agit de mettre en évidence les phénomènes d'absorption associés à l'eau de la végétation, mesurables au niveau de la bande 11 de Sentinel-2, centrée dans l'infrarouge moyen (en anglais *ShortWave InfraRed*, ou SWIR) autour de 1600 nm. Cet indice appelé CR_{SWIR} repose sur la technique du *continuum removal* (CR) qui consiste à maximiser le contraste spectral associé à des pics d'absorption, en normalisant la valeur de réflectance par rapport à la valeur d'une 'enveloppe convexe' calculée à partir de bandes spectrales voisines (voir le principe Fig. 1).

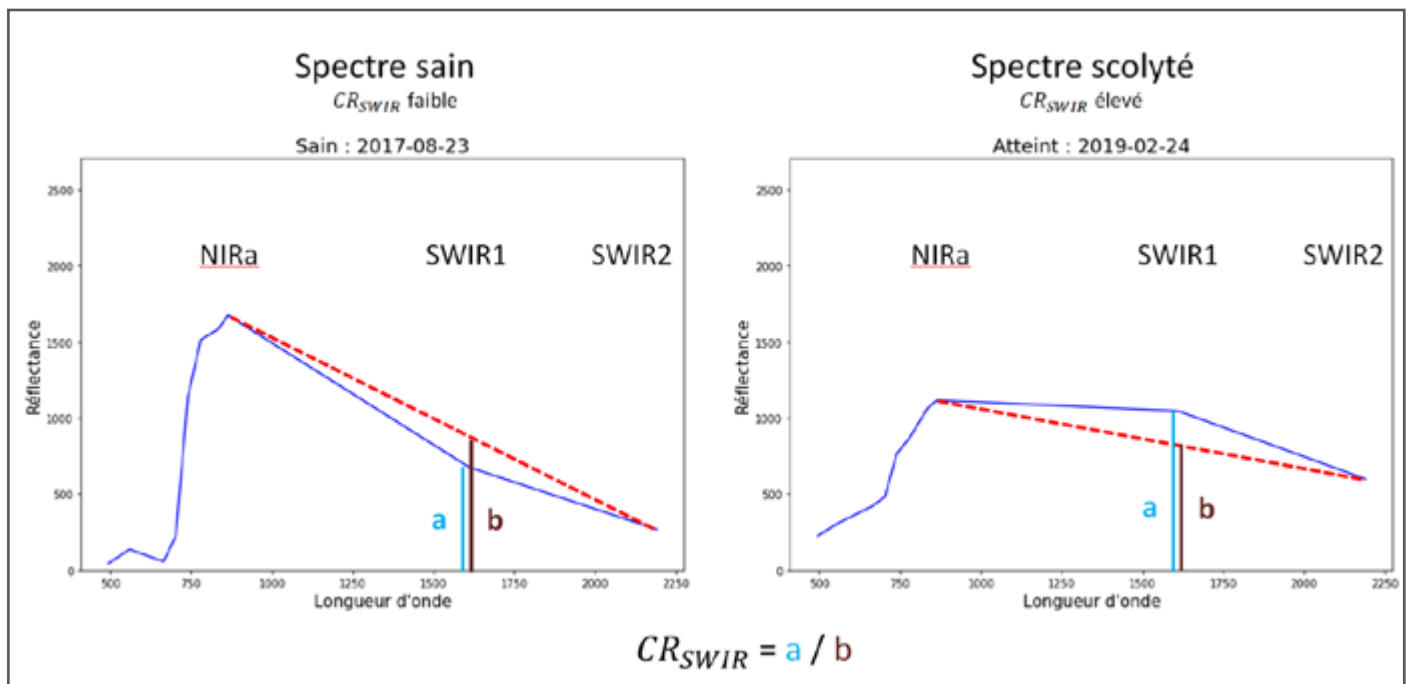


Figure 1. Illustration du calcul de l'indice CR_{SWIR} sur un profil spectral correspondant à un peuplement « sain » et un profil de peuplement « atteint ».

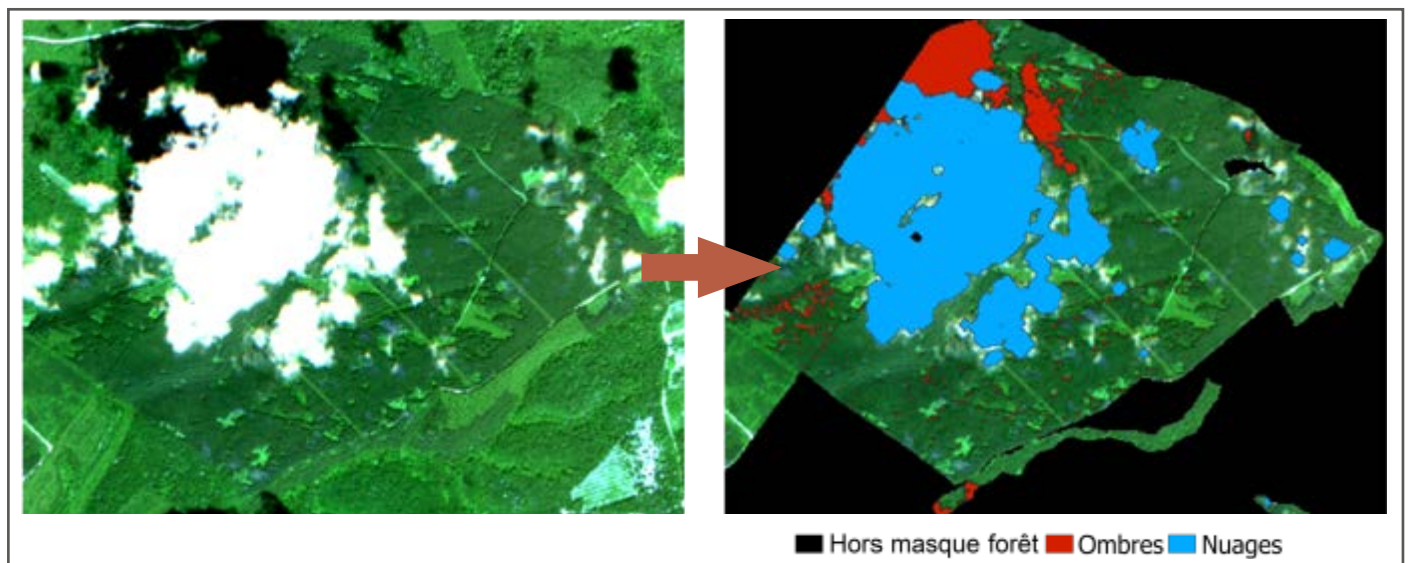


Figure 2. Image satellite Sentinel-2 avant et après application de masques (suppression des zones couvertes par les nuages, leurs ombres, et les zones ne correspondant pas aux peuplements forestiers d'intérêt).

Utilisation de masques

L'utilisation de l'ensemble de la série temporelle nécessite un prétraitement visant à masquer les nuages ainsi que leurs ombres qui rendent la donnée inexploitable (Fig. 2). Les données fournies par le pôle THEIA ont un masque localisant les nuages et les ombres associées, mais un certain nombre d'omissions nécessitent d'affiner ce masque. Les forêts résineuses étant caractérisées par une réflectance très faible sur l'ensemble du domaine spectral, la présence de nuages résiduels est détectée en effectuant un seuillage sur la bande spectrale B2 de Sentinel-2, correspondant au domaine bleu, dont la réflectance est particulièrement élevée pour les pixels ennuagés. Les pixels ayant une réflectance en bande B2 supérieure à un certain seuil sont donc éliminés. Pour les ombres, ce sont les pixels caractérisés par une réflectance nulle dans le domaine visible qui sont éliminés. Ainsi, pour chaque image, les pixels « valides » à utiliser pour le traitement sont ceux correspondant aux types de peuplements forestiers d'intérêt, hors zones couvertes par les nuages et les ombres.

Détection du dépérissement

Une fois les données valides identifiées, l'analyse de la série temporelle se fait sur l'ensemble des dates pour lesquelles le pixel est défini comme valide. L'approche utilisée s'appuie sur l'hypothèse que les attaques de scolytes ont débuté sur les massifs français en 2018, et que les données Sentinel-2 collectées antérieurement permettent de caractériser le comportement saisonnier des peuplements d'épicéa « sain ». Ainsi, la méthode proposée s'appuie sur les données Sentinel-2 collectées en 2016 et 2017 pour définir pour chaque pixel une saisonnalité de l'indice CR_{SWIR} , modélisée à l'aide d'une fonction harmonique. La définition d'une saisonnalité propre à chaque pixel permet de prendre en compte les nombreux facteurs de variabilité des données correspondant aux massifs d'épicéa : topographie, exposition, densité d'arbres, nature du sous-bois, présence éventuelle d'autres espèces... Ces nombreux facteurs de variabilité empêchent de définir une 'saisonnalité générique' des massifs d'épicéa. Une fois la saisonnalité modélisée, le CR_{SWIR} calculé pour les images acquises à partir de 2018 est comparé au CR_{SWIR} attendu par le

modèle périodique, et les valeurs qui s'en écartent trop sont considérées comme des anomalies. L'anomalie pouvant être expliquée par de multiples facteurs autres que les scolytes (correction atmosphérique imparfaite, présence de nuages non détectés, période de sécheresse...), le pixel est considéré comme atteint à partir de trois anomalies successives détectées (Fig. 3). Cette procédure permet de réduire le risque de sur-détection de foyers de maladie (faux-positifs). Malgré tout, le CR_{SWIR} étant sensible à la teneur en eau, une sécheresse importante et prolongée peut provoquer trois anomalies successives. Un retour à la normale est possible si par la suite on dispose de trois dates successives où le CR_{SWIR} est de nouveau proche du CR_{SWIR} prédit. Ainsi, la détection se corrige automatiquement au fil du temps avec l'utilisation des données Sentinel-2 les plus récentes.

Détection du sol nu

La détection de sol nu permet de masquer de manière permanente les zones où le sol nu apparaît. Ces zones peuvent correspondre à des zones hors forêt résineuse, mais également à des coupes rases, sanitaires ou non. Cela permet ainsi de stopper la détection sur les zones déjà coupées. La présence de sol nu sur les images satellites provoque une augmentation de la réflectance, en particulier dans le rouge et certaines bandes de l'infra-rouge. On détecte donc le sol nu par seuillage sur la réflectance dans le SWIR1 (B11 – 1600 nm) et le rouge, en utilisant le même principe des trois détections successives pour distinguer le sol des nuages légers qui peuvent aussi avoir une réflectance élevée. Une fois un pixel détecté comme sol nu, son état est définitif.

Il est nécessaire de détecter le sol nu, pour ne pas confondre une coupe avec une attaque de scolytes (car le CR_{SWIR} augmente généralement en cas de coupe) mais aussi pour éviter un risque de non-détection d'attaque. En effet, une coupe peut être suivie d'une re-végétalisation et le CR_{SWIR} peut alors revenir dans des valeurs normales. Dans le cas d'une coupe intervenant sur un pixel détecté auparavant en anomalie, s'il n'y avait pas d'étape de détection de coupe, ce retour à la normale pourrait entraîner une requalification abusive en « pixel sain » du pixel concerné (Voir Fig. 4 page suivante).

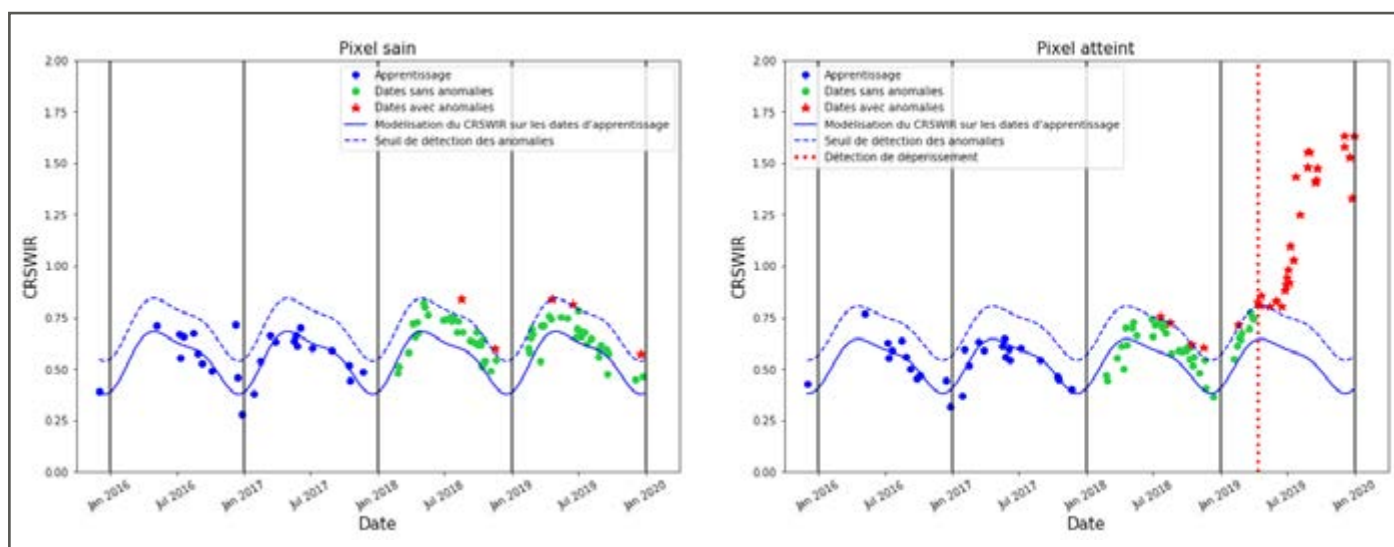


Figure 3. Visualisation d'une série temporelle CR_{SWIR} pour un pixel « sain » et un pixel « atteint », avec détection de l'attaque de scolytes. Chaque point correspond à la valeur de l'indice pour une date Sentinel-2 en distinguant les dates utilisées pour modéliser le CR_{SWIR} et celles où la présence d'anomalies est testée.

Un pixel au sein des peuplements résineux de la BDForest® détecté en sol nu peut généralement être considéré comme une coupe « normale » si le peuplement était identifié comme sain au moment de la coupe, ou comme une coupe sanitaire s'il était identifié comme atteint lors des acquisitions précédant la coupe. Cependant, au stade scolyté gris, le dessèchement complet des aiguilles puis leur chute, laissant apparaître les branches et les troncs ainsi que le sol nu, provoquent une augmentation de la réflectance dans le rouge et le moyen infrarouge (cf. Feret et al., dans ce numéro). Il peut donc y avoir confusion entre des stades scolytés très avancés et des coupes sanitaires. Cette étape de détection de sol nu permet donc potentiellement de caractériser les coupes-rases, mais demande une analyse plus approfondie et ne se substitue pas aux

outils de détection de coupe-rase. À l'issue d'une phase de validation complète, il pourrait cependant à terme y contribuer en enrichissant ces coupes-rases d'un contexte sanitaire.

Cartographie des résultats

Une fois l'ensemble des pixels analysés, il est possible de réaliser une cartographie des dégâts de scolytes. Puisqu'on dispose de la date de la première anomalie détectée pour chaque pixel, il est par exemple possible de suivre l'évolution de l'état des peuplements (« Sain », « Atteint », « Coupé / Sol nu » et « Coupe sanitaire ») au pas de temps souhaité,

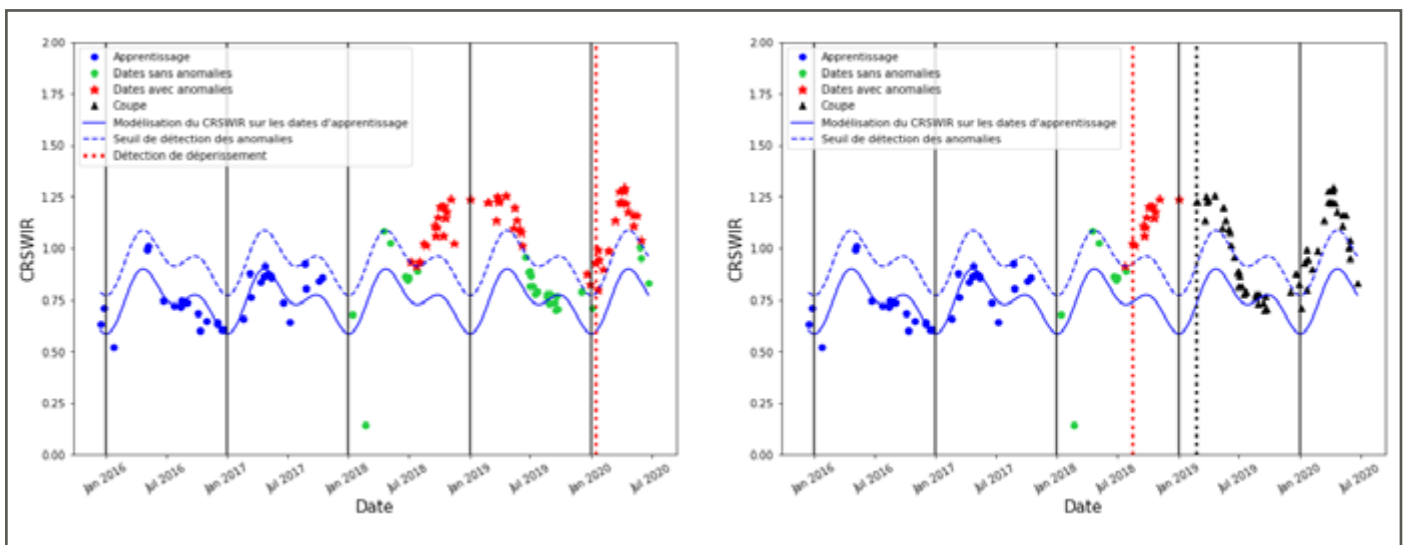


Figure 4. Comparaison de la détection avec et sans détection de coupe sur un pixel atteint, coupé puis re-végétalisé.

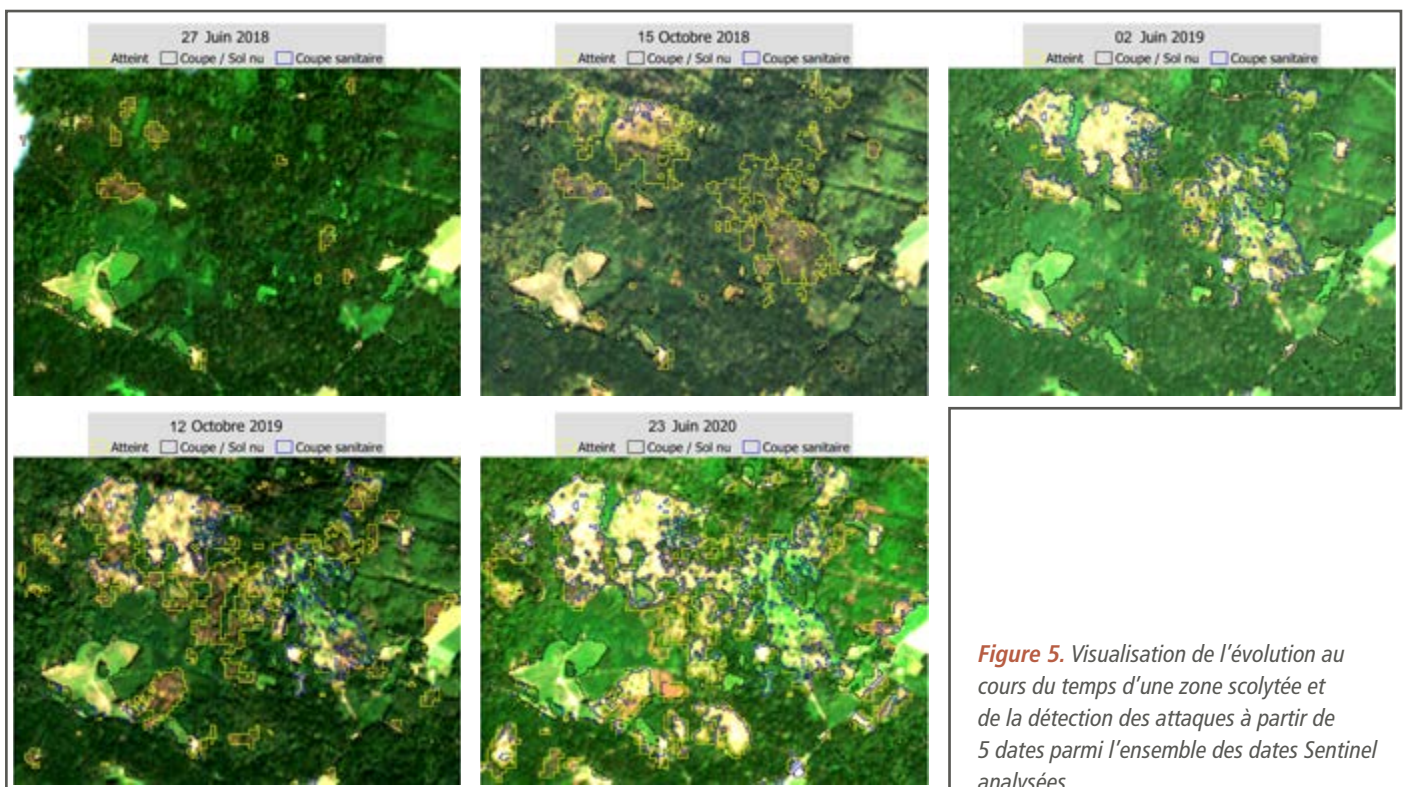


Figure 5. Visualisation de l'évolution au cours du temps d'une zone scolytée et de la détection des attaques à partir de 5 dates parmi l'ensemble des dates Sentinel analysées.

ou pour chaque date Sentinel-2 (voir exemple Fig. 5).

Il est également possible d'agréger les résultats en deux cartographies, une pour la détection de scolytes, et une pour la détection de coupe où chaque polygone contient la période à laquelle la première anomalie est détectée (voir exemple Fig. 6 et 7). Ce type de cartographie peut être produit à « grande échelle », sur l'ensemble de l'emprise d'intérêt et a été par exemple réalisée à titre de test sur l'ensemble des régions Grand Est et Bourgogne Franche-Comté.

Validation de la méthode

Dans le cadre du projet piloté par le Ministère (Bélouard *et al.*, ce numéro), des efforts importants ont été mis en place de la part de l'ONF, du DSF et du CNPF pour permettre la création d'une base de données « scolytes » constituée de polygones géo-référencés et dûment datés correspondant à des peuplements sains, atteints ou coupés (voir exemples Fig. 8).

Méthode de validation

La base de données collectées par les correspondants-observateurs et les services forestiers s'est avérée essentielle pour la mise au point de la méthode, notamment pour définir les seuils pertinents à la définition des anomalies observées, puis pour quantifier la capacité de détection des différents stades de dégâts lors de sa validation. Il a été nécessaire de préparer cette base de données d'observations terrain afin d'exclure certaines observations rendant difficile la mise en correspondance avec les données Sentinel-2. Tout d'abord, seules les zones d'une taille suffisante, au moins 500m² soit 5 pixels, au sein des peuplements d'intérêt identifiés dans la BDForet® de l'IGN ont été conservées. De plus, afin de minimiser les effets associés à des décalages géométriques entre les données Sentinel-2 et les observations terrain, une érosion de 10 m a été appliquée à l'emprise spatiale des observations pour réduire les risques d'intégrer des éléments non pertinents

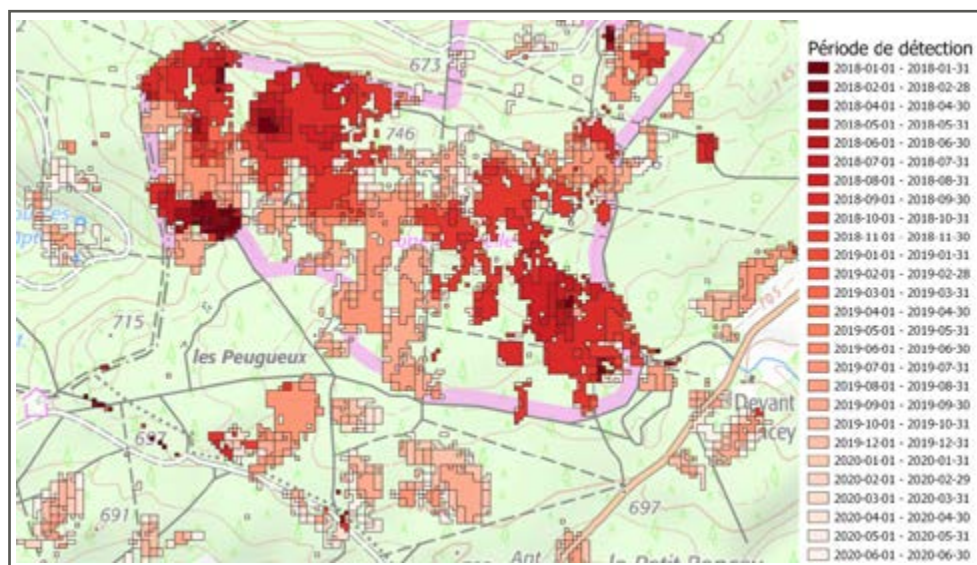


Figure 6. Cartographie de la détection des foyers de scolytes au cours du temps.

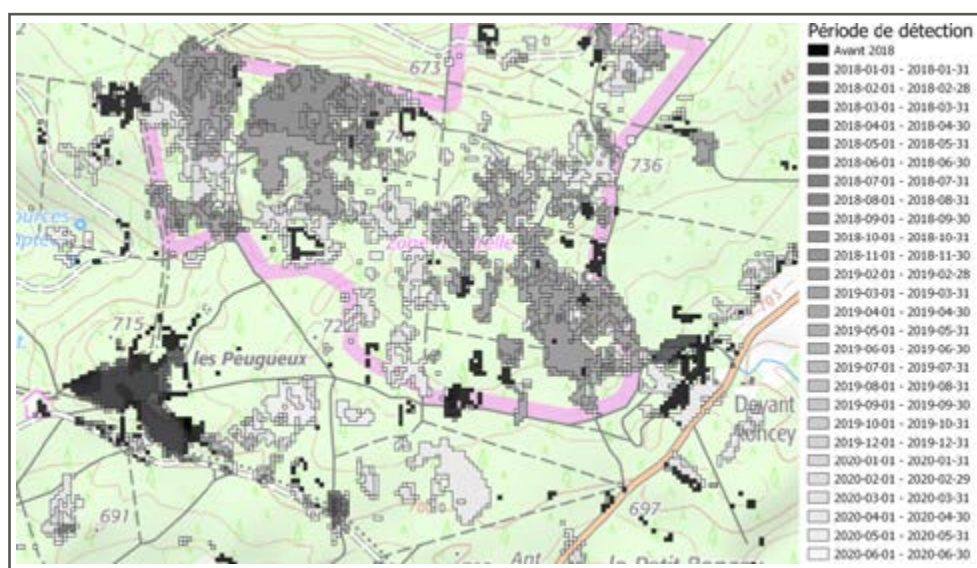


Figure 7. Cartographie de la détection du sol nu au cours du temps.

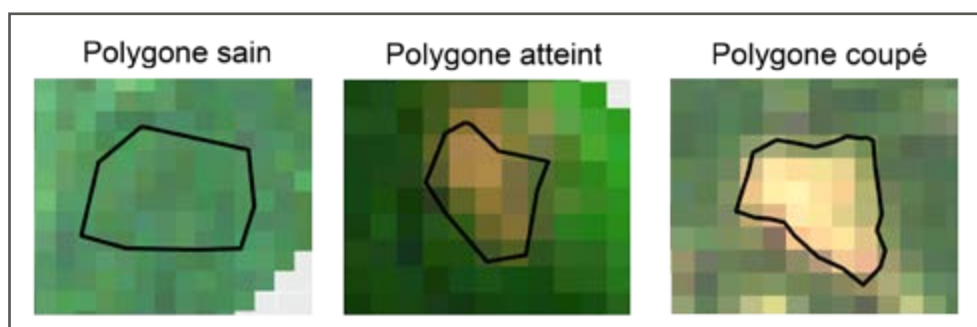


Figure 8. Visualisation de polygones d'observation terrain pour chaque catégorie d'état à partir des bandes RGB d'une image Sentinel-2 (résolution 10m).

(chemins en bordure de parcelle, peuplements sains en bordure du foyer de scolytes...). Enfin, une vérification de tous les polygones en les superposant à l'image Sentinel-2 correspondant à la date la plus proche de l'observation sur le terrain a permis d'éliminer les observations manifestement erronées en termes de localisation ou de correspondance avec l'état du peuplement. Sur les 1461 observations terrain de la base de données, 619 ont finalement été retenues pour valider la méthode (voir Fig. 9).

Résultats

Les performances de la méthode ont alors pu être quantifiées à partir de cette base de données consolidée d'observations terrain. Pour ce faire, l'état observé de chaque polygone a été comparé avec l'état détecté par l'algorithme au moment de la date d'observation sur le terrain. Les polygones pouvant comporter plusieurs pixels avec des états détectés différents, l'état de chaque polygone a été défini en prenant l'état majoritaire des pixels le composant. Les résultats obtenus sont présentés sous forme de matrice de confusion (Fig. 10). Ces résultats montrent une capacité de détection très satisfaisante, avec un accord très fort entre l'état observé sur le terrain et l'état prédit par la méthode de détection. On peut également considérer pour chaque état possiblement observé (Sain, Atteint, Coupe) la répartition des catégories prédites en pourcentage du nombre de polygones (Fig. 11). Ces résultats montrent aussi un taux de faux-positifs de 2% pour la classe « sain » (2% des polygones de peuplements sains ayant été classés par erreur « atteints ») et un taux de détection de 85% pour les peuplements « atteints ».

Cette évaluation compare l'état observé et l'état prédit uniquement au moment de l'observation sur le terrain. Ainsi les foyers de scolytes détectés avec du retard sont considérés comme non détectés. Les foyers au stade scolyté vert en particulier peuvent être difficiles à détecter de manière précoce, le houppier restant vert, mais peuvent être détectés ultérieurement quand leur état évolue. Pour visualiser cet effet, on peut examiner l'évolution de l'état prédit sur une série temporelle de plusieurs mois avant et après la date de l'observation terrain, en comparaison de l'état observé à cette date (Fig. 12). On peut voir que certains des polygones de peuplements sains classés sains à la date d'observation sont détectés atteints par la suite, mais surtout que certains des polygones observés comme atteints sont détectés avec du retard. La figure 13 présente un graphique identique, mais en séparant les observations de scolytés vert et scolytés rouges. On remarque ainsi que la quasi-totalité des scolytés rouges ont bien été détectés au moment de l'observation, tandis qu'une partie des pixels scolytés verts sont détectés après la date d'observation. Malgré tout, 68% des pixels au stade scolyté vert ont été détectés comme « atteints » au moment de la date d'observation terrain, ce qui reste un résultat satisfaisant et montre que la détection précoce est possible dans certains cas.

Figure 10. Validation de la méthode -Matrice de confusion entre le stade observé et détecté à l'échelle des polygones. Le stade atteint correspond aux stades scolytés vert, rouge, gris et mélange rouge et gris. Les nombres correspondent aux nombres de polygones.

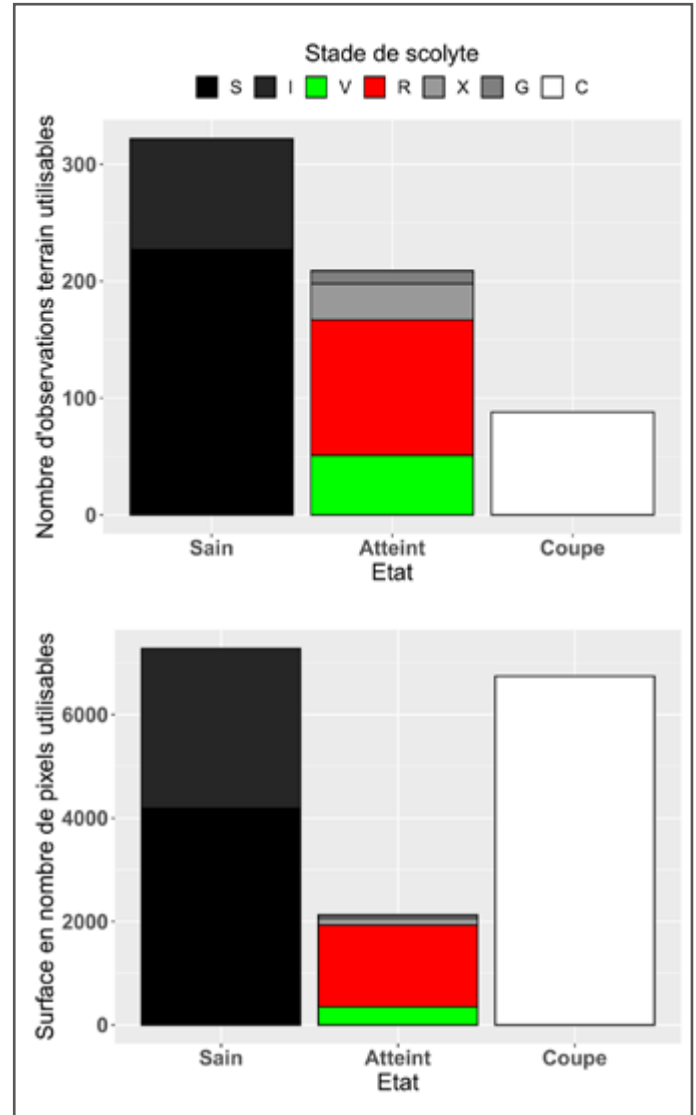
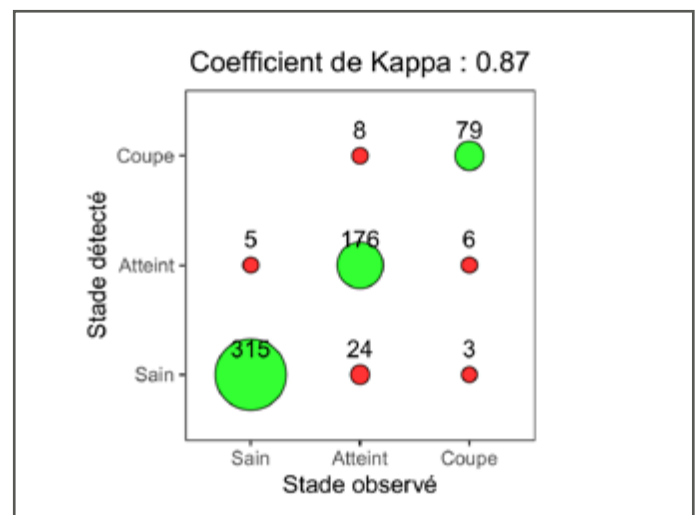


Figure 9. Nombre d'observations de terrain utilisées pour la validation de la méthode en termes de nombre de polygones (en haut) et de surface (en bas).

Qualification du stade observé : S et I = Sain, V = Vert, R = Rouge, X = mélange de rouge et gris, G = Gris, C = Coupe.



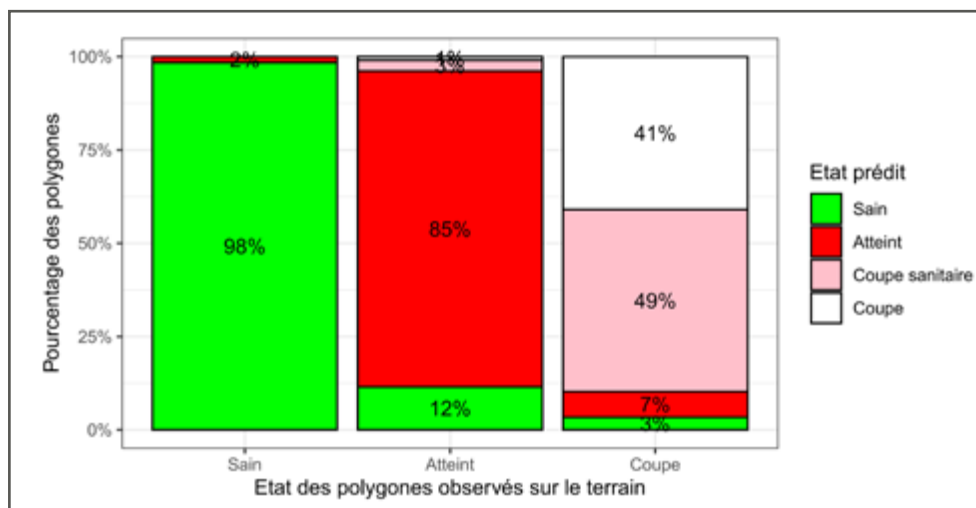


Figure 11. Pourcentage des polygones par catégorie de prédiction selon l'état observé sur le terrain.

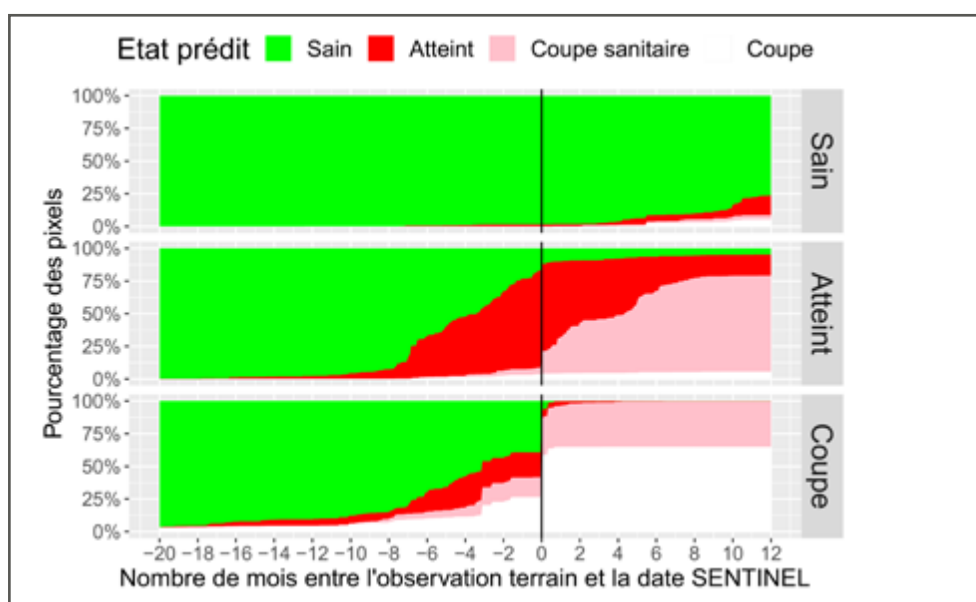


Figure 12. Évolution dans le temps de l'état prédit par l'algorithme par rapport à la date d'observation pour les pixels observés comme sain, atteint ou coupé.

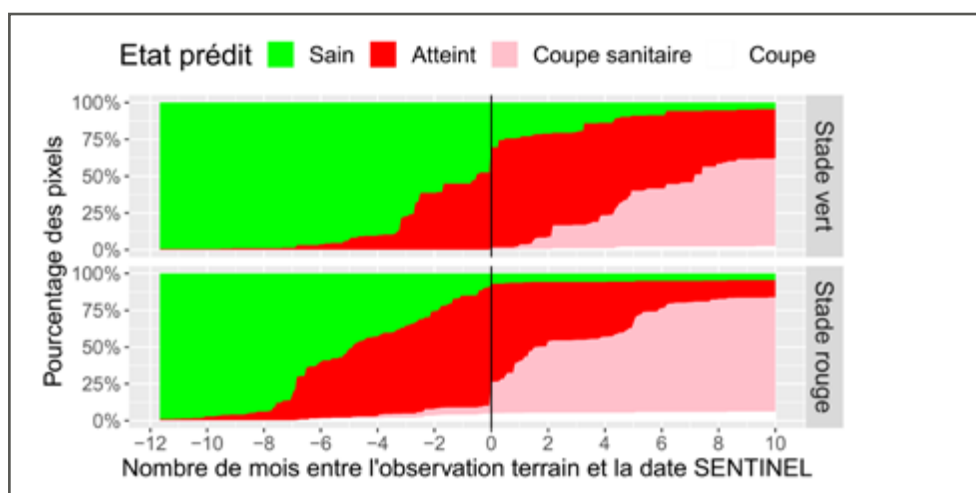


Figure 13. Évolution dans le temps de l'état prédit par l'algorithme par rapport à la date d'observation pour les pixels observés comme scolytés verts ou rouges.

Limites et perspectives

Bien que la méthode donne des résultats très satisfaisants, elle connaît également des limites. Une des difficultés pour la mise en place d'un outil de détection mis à jour à chaque nouvelle couverture Sentinel-2 vient de l'ennuage : la méthode proposée s'appuyant sur trois anomalies successives pour confirmer la détection des attaques de scolytes, le délai de confirmation peut varier fortement selon la période de l'année et la localisation. Par ailleurs, plus on dispose d'acquisitions Sentinel-2 confirmant le dépérissement, plus la fiabilité des résultats augmente. Ainsi, bien qu'il soit possible de fournir une détection précoce des foyers atteints, une détection plus tardive sera plus fiable. On peut ainsi imaginer fournir différents produits : une cartographie des détections à la date Sentinel-2 la plus récente possible pour les besoins des gestionnaires forestiers sur le terrain, ainsi qu'une cartographie plus tardive pour dresser un bilan a posteriori des dégâts de scolytes.

D'autres facteurs peuvent aussi jouer sur la disponibilité d'images Sentinel-2 exploitables. C'est le cas de la topographie (pentes, expositions, éclairage) des peuplements forestiers, et de la position par rapport au recouvrement des fauchées (bandes d'observation des imageurs) des satellites, les secteurs situés dans la zone de recouvrement ayant une fréquence plus forte d'observation. De même, les caractéristiques instrumentales de Sentinel-2, en particulier la résolution spatiale de 20 m des bandes exploitées dans le domaine infrarouge, limite le seuil de détection de foyers en termes de surface. Le suivi des peuplements mixtes augmente aussi la complexité de la détection de foyers de scolytes. Par ailleurs, il se peut que l'algorithme détecte également d'autres types d'anomalies sur les peuplements résineux, comme des altérations du couvert (arbres cassés, volis, chablis) ou le rougissement du sapin, et pas seulement des attaques de scolytes. Pour ce qui est de la détection du sol nu, l'algorithme peut confondre des stades scolytés très avancés avec une coupe sanitaire, lorsque la perte

des aiguilles augmente la part du sol nu, des branches et des troncs dans le signal.

Un certain nombre d'améliorations sont encore envisageables. Les seuils utilisés et autres paramètres en entrée de l'algorithme peuvent probablement encore être optimisés. Il est également possible de développer un indice de confiance à partir du nombre et de la sévérité des anomalies détectées pour enrichir l'information apportée à l'utilisateur. On peut également prendre en compte des périodes de stress hydriques généralisées pour éviter de confondre un dépérissement avec un stress passager. Il pourrait aussi être envisageable d'étudier le lien entre ces stress momentanés et la fragilité consécutive du peuplement.

Transférabilité et mise en œuvre à large échelle

La méthode est intégrée dans un package développé en langage python nommé *fordead*, permettant de réaliser l'ensemble des étapes de la détection du dépérissement à partir des données Sentinel-2. Le premier objectif de ce package est de pouvoir appliquer la méthode sans nécessiter la maîtrise préalable d'un outil de traitement d'image. Par ailleurs, ce système vise également à faciliter la maintenance corrective et évolutive. Une formation a été dispensée auprès de quelques personnes du DSF, de l'ONF, du CRPF déjà expérimentés en télédétection afin de les initier à l'utilisation de cet outil. Le bilan de la formation a permis de mettre en évidence des besoins d'amélioration de la documentation et de l'ergonomie ou de l'intégration des différentes étapes. Les développements en cours ont déjà permis de prendre en compte une partie de ces retours. Surtout, la formation a démontré la nécessité d'appropriation des concepts et des principes de la méthode avant que cet outil puisse être utilisé par des personnes peu expérimentées en télédétection. Dans un premier temps, pour l'ONF, sa diffusion large n'est donc pas envisagée.

Malgré les efforts réalisés dans l'optimisation de la méthode, pour gérer des volumes de données importants, sa mise en œuvre à échelle régionale nécessite un investissement en termes de capacité de calcul et d'espace de stockage. La mise en place d'un service centralisé dédié à cette application, permettant l'accès aux images, leur traitement avec le package développé et la mise à disposition régulière des résultats serait donc appropriée. Mais cela nécessite des moyens humains et financiers actuellement non mobilisables dans le cadre des projets engagés par le Ministère de l'Agriculture. Une réflexion spécifique est donc à mener sur les possibilités de création d'un tel service, en explorant en particulier les possibilités envisageables avec les infrastructures de données et de services qui se développent actuellement en France dans le domaine de l'observation de la terre.

En ce qui concerne l'année 2021, suite aux avancées méthodologiques importantes réalisées grâce à ces travaux de R&D, le Ministère de l'Agriculture a décidé de confier à l'UMR-TETIS la mise en œuvre de la méthode sur les régions Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté et les départements de l'Ain, de la Savoie et de la Haute-Savoie. Deux cartes ont été demandées sur l'ensemble de la zone : l'une correspondant au 1er semestre 2021, la seconde à la période juin-novembre. La réalisation de cartes d'état des lieux mensuelles va également être testée sur un secteur restreint, la tuile Sentinel-2 « 32ULU », une zone de 100 km x 100 km qui couvre la majorité du massif des Vosges. En parallèle, il est prévu qu'INRAE réalise un état des lieux rétrospectif de l'ensemble des dégâts depuis 2018 sur les mêmes régions. Il s'agit d'une première mise en œuvre opérationnelle à grande échelle et multitemporelle.

S'ADAPTER POUR GÉRER LA CRISE : LE CAS DE L'AGENCE DE BESANÇON

**Marc Nouveau⁽¹⁾, Jean-Luc Felder⁽²⁾,
Benjamin Mous⁽³⁾, Jean-Baptiste Schwebel⁽⁴⁾**

(1) ONF, directeur agence de Besançon

(2) ONF, service Bois, pôle Résineux, agence de Besançon

(3) ONF, responsable service Bois, agence de Besançon

(4) ONF, responsable commercial bois et services,
DT Bourgogne-Franche-Comté

Parlant d'épicéa, on pense souvent au massif jurassien, grande zone de production traditionnelle que le scolyte n'a, bien sûr, pas épargnée. L'agence de Besançon s'est résolument mise en ordre de bataille pour gérer cette situation inédite avec la filière locale et les communes. Premier bilan.

Des premières attaques ont été signalées sur le massif jurassien dès l'année 2018 ; elles se sont intensifiées en 2019 et 2020. Nous observons (sans valeur scientifique), une ligne de rupture qui suit plus ou moins l'altitude, indicateur qui évolue avec la récurrence des « accidents » climatiques :

- au-dessus de 1100/1200 m, les attaques de scolytes sont très clairsemées et ne nous conduisent pas à remettre actuellement en question la place de l'épicéa ;
- entre 900 et 1100/1200 m, les attaques de scolytes, très sporadiques en 2018 et 2019, se sont intensifiées en 2020. Elles ont préférentiellement touché les peuplements où la proportion d'épicéa était supérieure à 60/70 % ;
- en dessous de 900 m, nous sommes confrontés à des attaques massives, dans des peuplements souvent jeunes issus de plantation, attaques indépendantes de la surface du peuplement et/ou de son intégration dans une matrice forestière diversifiée.

Une illustration est apportée par les cartes construites à partir des récoltes subies dans les forêts publiques (Fig. 1).



Épicéas scolytés, victimes des premières attaques.

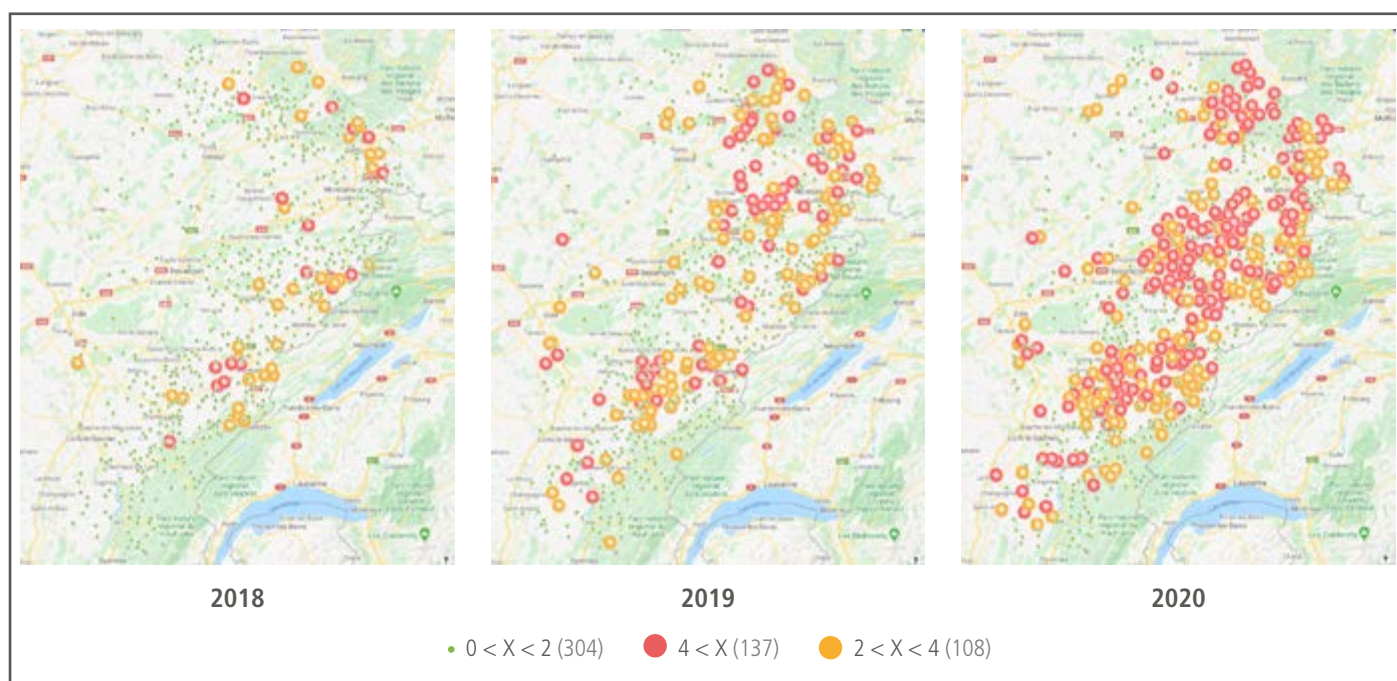


Figure 1. Prélèvements d'épicéas scolytés sur le territoire de l'agence de Besançon en m³/ha ; évolution 2018-2020.

Les dispositions mises en œuvre face aux premières attaques

Les premières attaques massives ont concerné des peuplements en basse altitude (< 700 m), d'origine récente, ceci tant dans les forêts publiques que les forêts privées. Très rapidement, il est apparu nécessaire de limiter la récolte de bois non scolytés, mesure visant à la fois à recentrer nos moyens commerciaux sur l'écoulement des bois scolytés et à contribuer à la régulation des marchés, enjeu d'autant plus crucial que d'importantes récoltes, parfois préventives, étaient conduites dans des forêts privées, et qu'un volume significatif de chablis issus d'un fort coup de vente de l'hiver 2017/2018 restait à commercialiser.

Il a fallu à cet effet, en étroite collaboration avec les représentants des communes forestières, convaincre chaque propriétaire d'ajourner la mise en marché d'une partie des coupes de bois verts. Concrètement cela s'est traduit par la substitution d'une partie significative de la récolte habituelle issue des forêts situées à plus de 800 m, moins impactées, par celle issue de peuplements scolytés à plus basse altitude. Cette

offre a été mobilisée dans le cadre des ventes habituelles organisées à l'échelle du massif jurassien.

L'offre résiduelle de bois verts (non scolytés) a été orientée vers des coupes contribuant au renouvellement des peuplements résineux (coupes de régénération et coupes de futaies irrégulières en contexte de gros bois dominants) ; sur 2020, la mise en marché de bois verts a été réduite de 40 %, (Fig. 2) et il est envisagé de la réduire de plus de 60 % en 2021.

Pour les bois scolytés ont été activés les accords-cadres chablis qui couvrent l'ensemble des résineux blancs (sapin et épicéa), mais avec un volume plafond demandé par nos acheteurs (100 000 m³), qui s'est révélé insuffisant pour la commercialisation des volumes recensés pour ces deux essences (109 000 m³ EA 2019 ; 301 000 m³ EA 2020), et qui ont donc dû être complétés par des consultations. Très rapidement il est apparu nécessaire de rechercher des débouchés en dehors de la région, notamment pour les petits bois, et des premiers contacts ont été pris dès fin 2018/début 2019 avec des scieries en Bretagne puis dans le Sud-Ouest. Les premiers partenariats ont été, après tests, consolidés dès avril 2019.

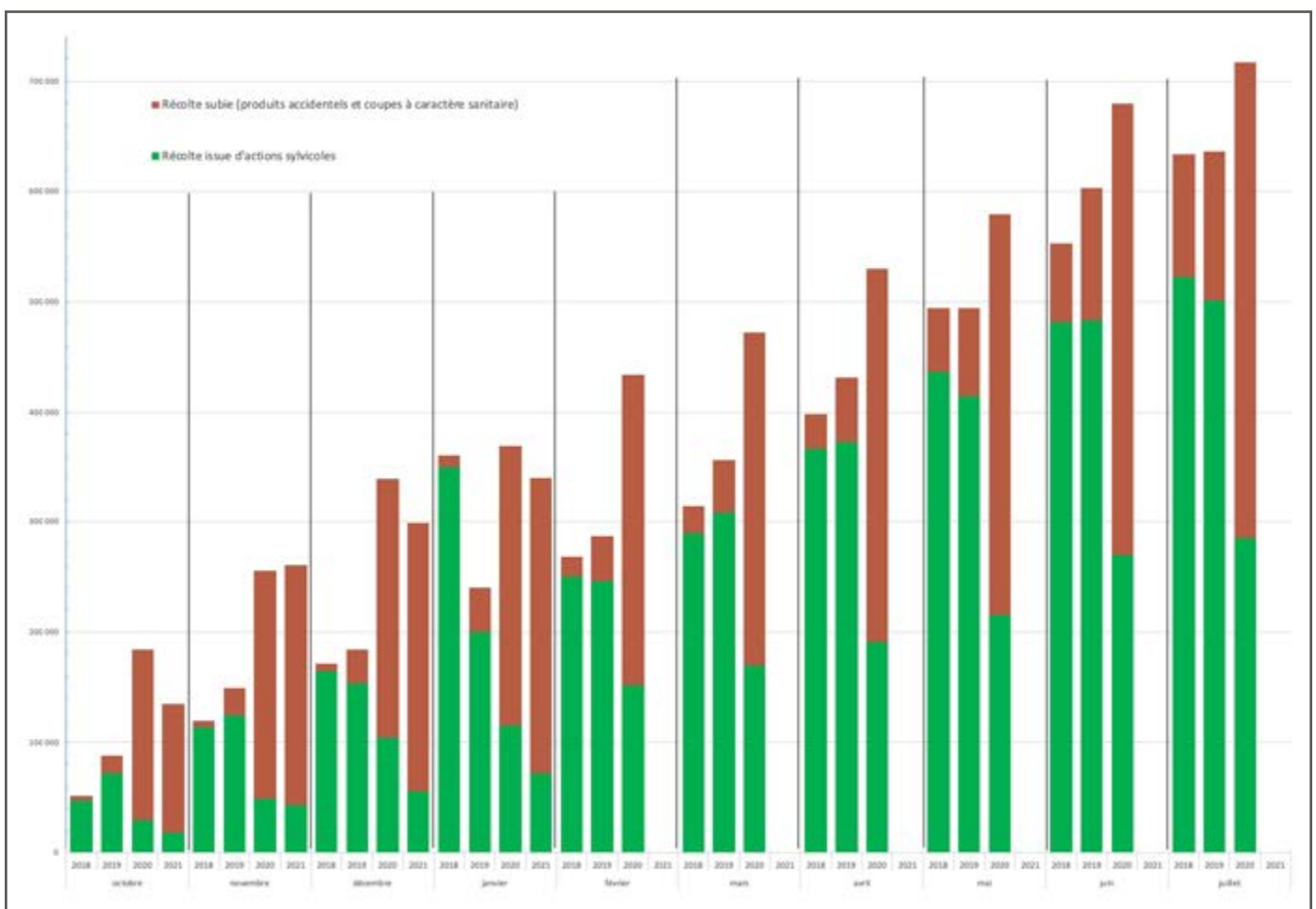


Figure 2. Évolution mois par mois de la récolte de bois sur l'agence ONF de Besançon entre octobre 2018 et janvier 2021.

Remarque : l'année de récolte (exercice n) ne coïncide pas avec l'année civile mais commence en octobre n-1 et s'arrête en juillet ; le résultat des exercices complets 2018-2019-2020 se lisent donc sur le mois de juillet.

La baisse des opérations sylvicoles a permis de limiter l'offre totale de bois dans le but de stabiliser les marchés. L'exercice 2020 s'est soldé par près de 410 000 m³ de récolte subie de produits accidentels pour 270 000 m³ de récolte issue d'opérations sylvicoles, soit respectivement 60% et 40%. Pour l'exercice 2018, cette proportion était de 17,5% contre 82,5% avec 111 000 m³ de produits accidentels pour 523 000 m³ de récolte issue d'opérations sylvicoles.

Que sont exactement les accords-cadres chablis ?

La déstabilisation des peuplements résineux après les tempêtes de 1999 a conduit l'ONF et la filière locale, représentée par le Syndicat des Résineux, à mettre en place un dispositif permettant réactivité et efficacité dans l'écoulement des produits accidentels : un système d'accords-cadres qui se traduit, chaque début d'année, par une négociation entre l'ONF et le Syndicat des Résineux de Franche-Comté, pour régir les modalités de ventes de gré à gré (prix, cahier des charges) applicables à la commercialisation des produits accidentels effectuée dans l'année. Ces accords s'appliquent aux forêts domaniales et aux forêts communales.

Des couples forêt-acheteur ont été établis, sur la base des historiques d'achat en bois verts et des situations géographiques. Cette répartition, qui date d'environ 15 ans, fait l'objet de quelques ajustements annuels qui tiennent compte de situations nouvelles (disparition de scieries, nouveaux besoins exprimés par un client).

Le propriétaire s'engage à vendre à la scierie qui lui est dédiée l'intégralité des chablis résineux reconnus dans sa forêt dans l'année civile, et la scierie s'engage à acheter au propriétaire l'intégralité des chablis résineux reconnus dans l'année civile. La commune ou l'ONF, pour les forêts domaniales, choisit le mode de dévolution des chablis : vente sur pied à la mesure ou bois façonnés à la mesure (prévente).

Lorsqu'un acheteur bénéficie d'un contrat d'approvisionnement en bois verts, les volumes de ses accords-cadres en préventes sont intégrés à son contrat, aux conditions tarifaires négociées avec le Syndicat. Pour l'acheteur, cette intégration permet une meilleure gestion des approvisionnements entre le bois vert et les chablis et simplifie le processus administratif (dispense de contrat de vente, d'acompte et de cautionnement spécifique).

Le système a évolué depuis le début de la crise sanitaire et l'apport massif de bois scolytés. L'engagement du titulaire d'un accord cadre, sur une année, a été limité au double du volume d'une « année normale » (moyenne des volumes chablis de 2009 à 2018). Au-delà de ce volume plafond, l'acheteur peut refuser les chablis proposés ou les accepter, moyennant un prix décoté par tranche de volume supplémentaire.

Éprouvé depuis plusieurs années sur l'agence de Besançon, le dispositif des accords-cadres s'est révélé être un outil très précieux pour mobiliser les bois scolytés. Il a permis de commercialiser localement la majeure partie des gros bois secs, avec beaucoup de fluidité pour la filière. Le propriétaire a une réelle visibilité sur ses débouchés en chablis et la souplesse de la mise en marché au fil du temps contribue à une meilleure valorisation des produits.

Très vite, il a fallu organiser des livraisons hors région

Nous avons très rapidement pris conscience que les débouchés traditionnels ne permettraient pas de valoriser certains produits. Nous disposons des accords-cadres qui permettent de prendre en charge un afflux de gros bois sur le premier et deuxième plateau. Mais la crise scolyte a débuté par le nord-est de l'agence, dans des jeunes peuplements et donc des petits bois ne rentrant ni dans l'esprit ni dans le cahier des charges des accords-cadres.

Nous sommes donc entrés en contact avec des industriels de l'Ouest de la France dès octobre 2018, et les avons accompagnés dans la recherche de solutions logistiques, en commençant dans un premier temps par une mise à disposition des produits sur remorques. Les 6 premiers camions ont ainsi été expédiés en novembre 2018. Et un flux régulier de 1000 stères par mois s'est installé dès janvier 2019.

Ce partenariat s'est consolidé avec le transfert au vendeur ONF de la responsabilité du transport, de son organisation et de son financement dans le cadre de contrats convenus franco de port. Ces premières livraisons franco ont eu lieu en juin 2019 et ont été rendues possibles par la connaissance acquise localement avec les premiers flux.

L'implication des personnels de l'agence a été fondamentale, mais cette action n'aurait pas pu aboutir sans la motivation et le dynamisme des collègues des territoires de livraison de l'Ouest qui, d'une part, ont restreint leurs propres livraisons pour nous laisser de la place et, d'autre part, se montrent toujours disponibles pour jouer le rôle d'intermédiaire avec les clients ou prospecter de nouveaux débouchés. Nous accédons également à



Gros Bois scolytés commercialisés en accord-cadre.



Exploitation de petits bois scolytés.



Mise à disposition de petits bois scolytés sur remorques.

des clients du sud de la France, d'Italie ou d'Allemagne via les services bois de Midi-Méditerranée, Auvergne-Rhône-Alpes ou Grand-Est. Avant la crise, le service bois travaillait à un niveau régional au sein d'un réseau construit en conséquence ; aujourd'hui les enjeux et les solutions commerciales nécessitent une coordination à l'échelle nationale.

Quant au grand export (Chine), il représente environ 5 % de nos flux de valorisation des bois scolytes et il valorise les bois de façon moins intéressante que les flux nationaux dont nous disposons (aides à la mobilisation prises en compte bien entendu). La moins bonne valorisation du grand export est probablement la conséquence de notre emplacement géographique éloigné des installations portuaires.

« L'aide à la mobilisation des bois scolytes » : un levier pour développer les livraisons hors région

Comme indiqué précédemment, dès le début de l'année 2019 a été mis en place un flux depuis le Doubs vers l'Ouest de la France. Un processus qui s'est construit « en faisant », tant dans ses aspects techniques que financier, des partenariats avec des transporteurs qu'il a fallu trouver. Avec le développement de contrats franco, il est devenu nécessaire de substituer à l'ATDO (assistance technique à donneur d'ordre) habituellement pratiquée sur l'agence, l'exploitation/transport groupé ; des moyens budgétaires supplémentaires ont dû être sollicités auprès de la Direction Générale à cet effet. Le budget alloué à l'exploitation groupée est ainsi passé de 200 k€ en 2018 à 2 500 k€ en 2020, ce qui souligne l'investissement de l'établissement auprès des propriétaires communaux.

L'aide de l'État à la mobilisation des bois scolytes a permis de consolider financièrement la démarche déjà engagée sur l'agence et pour partie rodée. Elle a en revanche largement complexifié l'instruction administrative des dossiers. Les procédures mises en place sur l'agence qui jusqu'alors agissaient de manière indépendante ont dû évoluer pour s'intégrer dans les dispositifs et arbitrages mis en place au niveau national. Ainsi, plus de 134 communes pour 60 000 m³ ont pu bénéficier de ce dispositif à ce jour (octobre 2020). Il a nécessité un investissement très important au niveau du service Bois et des UT, et s'est en partie heurté au déficit d'outils de pilotage et de suivi des dossiers.

Un important travail de communication a par ailleurs dû être conduit en interne (CODIR spécifiques et réunions d'UT) et en direction des communes au travers de réunions, dont trois co-animées avec l'Association Départementale des Communes Forestières et dont la presse régionale s'est fait l'écho.

L'exploitation groupée, notamment, est maintenant incontournable pour permettre aux communes de bénéficier des aides à la mobilisation alors que cette pratique était anecdotique dans notre agence. La plupart des communes étaient habituées à prendre directement en charge le financement des exploitations et à percevoir rapidement les recettes issues des contrats conclus avec la filière locale. Il a fallu faire preuve d'une grande pédagogie pour expliquer la démarche et les convaincre d'y recourir malgré l'incertitude des bilans et la complexité des flux financiers pouvant apparaître opaques à quelques communes.

Suivi de la crise : principales difficultés encore rencontrées par l'Agence

Apporter une réponse à cette situation de crise, c'est déjà apporter une réponse à plus de 300 communes impactées directement ou indirectement ; ce sont des arbitrages à faire, en concertation avec ces communes, sur les parcelles à exploiter en priorité, sur l'offre de bois vert maintenue et sa répartition.

Apporter une réponse à l'écoulement des bois scolytes, c'est également s'inscrire dans une politique commerciale pilotée au niveau national et accepter ses arbitrages.

Développer les contrats franco de port, c'est une nouvelle organisation interne et, en contexte communal, le développement de nouvelles pratiques et procédures qui modifient significativement nos repères et ceux de nos partenaires.

Trois enjeux donc, chacun d'entre eux présentant encore des difficultés.

1 - Arbitrer les priorités

Avant crise, la vente de bois des 500 communes forestières de l'agence générait un chiffre d'affaires net voisin de 20 millions d'euros ; il devrait être en retrait de près de 5 millions d'euros en 2020. Cette baisse inégalement répartie est à la fois la conséquence de la perte de valeur sur les produits scolytes, des charges induites par le franco pour leur écoulement, et de la baisse des cours sur les bois verts mis en marché. Si collectivement, au titre de l'intérêt général, les communes acceptent le principe d'une limitation de l'offre de bois vert (60 % du volume habituel en 2020, 40 % envisagé en 2021) pour contribuer à la régulation des marchés, sa mise en œuvre repose sur des engagements individuels qui se heurtent souvent à des contraintes budgétaires. Une étude ONF/DDFIP (direction départementale des finances publiques) demandée par le Préfet du Doubs en 2019 a mis en exergue la dépendance financière aux ressources forestières, notamment pour les communes de moins de 2000 habitants. Ainsi, pour celles de moins de 500 habitants, les ventes de bois permettent de couvrir en moyenne 42,85 % des dépenses d'équipement du budget principal, 19 % pour celles entre 500 et 2000 habitants. L'Office National des Forêts se retrouve parfois en position d'arbitre sans avoir ni légitimité ni outils d'arbitrage. À cette situation s'ajoute le cas des communes qui souhaitent procéder à des coupes préventives, pensant ainsi préserver leurs intérêts de propriétaire.

La communication est indispensable pour faire adhérer chaque commune, à hauteur de ses possibilités, à la stratégie mise en œuvre pour surmonter cette crise. En dépit des efforts déployés, elle reste insuffisante à ce jour, en interne comme en externe. Elle doit se poursuivre en insistant sur les mesures adaptatives recommandées par l'ONF ; il importe que chacun les connaisse et en comprenne le sens, dans l'intérêt collectif. D'autre part cette crise grève lourdement les budgets et la trésorerie des communes, et nous devons entendre ces difficultés. Mais les mesures susceptibles d'aider les communes à les surmonter sortent du champ de compétence de l'ONF, il est important de bien faire la part des choses. Pour autant la communication sur les diverses mesures d'aide aux propriétaires est indispensable, aussi bien pour l'information des communes que pour la sérénité des personnels ONF.

2 - Écouler les bois scolytés

La réponse commerciale à l'engorgement des marchés sur l'Est de la France est portée par une politique nationale de développement des livraisons de produits franco dans le cadre de contrats d'approvisionnement, animée par le niveau national. Sa mise en œuvre souffre cependant d'un déficit d'outils de pilotage que ne peut compenser l'énergie déployée par chaque acteur de la chaîne. Pour l'agence de Besançon, les livraisons vers l'Ouest sont passées de 10 camions par mois pour un client unique en janvier 2019, à plusieurs dizaines de camions par mois concernant en 2020 une dizaine de clients ; la gestion de la logistique est désormais une mission à part entière et à temps plein. Il apparaît donc nécessaire sur l'agence de mieux distinguer ce qui relève de la production pour alimenter les contrats et ce qui relève de la logistique de livraison ; pour atteindre cette organisation fonctionnelle, il nous appartient de consolider notre système d'information depuis la reconnaissance des produits à mobiliser jusqu'à leur mise à disposition bord de route, et de pouvoir le rendre communicant avec le système d'information de la logistique transport.

3 - Changer d'organisation et procédures

Le suivi administratif des dossiers se révèle toujours long et complexe :

- complexité dans l'instruction et le suivi des demandes d'aides à la mobilisation ;
- complexité et lenteur du fait de la diversité des produits sur un même chantier, et des difficultés d'écoulement des bois de trituration ;
- complexité dans la diversité des types de partenariats passés avec les communes (Assistant Technique à Donneur d'Ordre, transport groupé, exploitation et transport groupés...).

Cette situation est source d'incompréhension et d'impatience de la part des communes. Elle doit nous amener à rechercher le façonnage de produits le plus générique possible, et à ne pas multiplier les solutions commerciales proposées aux communes. Elle traduit également l'importance d'avoir un système d'information ouvert permettant aux communes un suivi de l'avancement de la solution commerciale sur laquelle elles se sont engagées.

Le stockage des bois : un outil complémentaire pour gérer la crise actuelle et anticiper les suivantes ?

La gestion de cette crise s'est jusqu'à présent concentrée sur la commercialisation des bois scolytés ; l'avenir de la filière locale, notamment son accès à une ressource qui va se raréfier, la préservation des intérêts économiques des propriétaires nous conduisent à étudier la manière de conduire un stockage local des bois verts. Les coupes d'urgence comportent souvent des bois sains (fractions minoritaires de parcelles souvent de petite taille, îlots de bois sains, ...) qui trouvent insuffisamment preneurs actuellement, ce qui freine le rythme des exploitations. Ainsi, les bois sains récoltés dans les foyers de scolytes, pourraient être stockés temporairement et être sciés plus tard. Cela permettrait également de conduire des coupes sur des peuplements encore sains mais présentant une forte vulnérabilité, les produits pouvant ainsi être stockés avant commercialisation. Cette solution permettrait d'éviter de déstabiliser les marchés de la grume et préserver un minimum de revenu pour les propriétaires privés et publics.

Par ailleurs, dans le contexte du changement climatique, la filière craint de voir venir plus régulièrement des crises sanitaires, touchant des essences variées, et provoquant des récoltes ponctuelles très importantes. Un réseau d'aires de stockages réparties sur le territoire, et facilement activable, serait un outil très intéressant dans la gestion de crise.

Une réflexion est engagée à cet effet en partenariat avec l'ensemble de la filière locale. L'objectif global de ce projet serait de parvenir à une capacité de stockage de 200 000 m³ sur le massif jurassien, seuil de volume permettant d'avoir un impact significatif dans la gestion des crises.



Aire de stockage de bois sous aspersion : un outil pour l'avenir ?

QUATRE QUESTIONS À MICHEL BOURGEOIS, ÉLU FORESTIER DU JURA

Michel Bourgeois, maire de la commune d'Entre-Deux-Monts, préside l'association des Communes Forestières du Jura, un département boisé à 45% et dont 95% des communes sont propriétaires d'une forêt. Depuis fin 2020, il est aussi président de l'Union Régionale des Communes Forestières de Bourgogne-Franche-Comté.



Extrait de la vidéo de Communes Forestières « La force d'un réseau ».
(<http://www.fncofor.fr/videos-28.php>).

RDVt - Avez-vous déjà eu à affronter des crises forestières et, si oui, diriez-vous que celle-ci est particulière ?

Dans le Jura, nous avons déjà subi de gros dégâts forestiers avec la tempête de décembre 1999, qui avait mis à mal des pans de forêts entières. L'organisation des Communes Forestières s'était mobilisée parce qu'il y avait beaucoup de bois à mettre sur le marché, il avait fallu s'adapter. Puis il y a eu la sécheresse de 2003 qui a affecté surtout les sapins pectinés, fragilisés sans doute depuis 1999, avec ensuite des dépérissements et de nombreux chablis jusqu'en 2006.

Mais jamais je n'ai vu de crise sanitaire d'une telle ampleur. Le scolyte n'est évidemment pas un insecte inconnu de notre filière forêt-bois, mais avec des dégâts aussi considérables... jamais.

RDVt - Quelles ont été pour vous (et vos mandants) les principales difficultés à résoudre pour y faire face ?

La grosse difficulté, c'est la saturation du marché et les problèmes financiers qui en résultent pour les communes : l'afflux des bois scolytés sature le marché du bois résineux et fait chuter les prix, qui sont divisés par deux (voire plus).

Nous diligeons en ce moment une étude menée par la Direction des Finances Publiques (DGFIP) sur la dépendance des communes aux revenus forestiers. On s'aperçoit par exemple que dans le département du Jura, sur 477 communes forestières, 62 ont actuellement une trésorerie négative. La situation est même plus tendue dans le département du Doubs et encore plus en Haute Saône.

Il a aussi fallu s'adapter face à cet engorgement du marché. Par exemple, nous avons mis en place avec les équipes de l'ONF un protocole pour ne mettre que 30 % de bois vert sur le marché en 2021, de façon à pouvoir continuer d'écouler les bois scolytés. Cette mesure a été acceptée, dans les départements du Jura et du Doubs particulièrement, par les communes qui comprenaient la nécessité d'une régulation de l'offre de bois. Mais ça commence à bouger : on perçoit beaucoup de signaux qui montrent que les scieries qui travaillent vraiment à flux tendu et on se demande si cette stratégie va tenir toute l'année... Peut-être faudra-t-il mettre plus de bois vert sur le marché, mais à condition que les prix ne s'effondrent pas.

RDVt - Le dispositif national d'aide à la mobilisation des bois scolytés a-t-il été un soulagement ?

Oui, tout-à-fait, et on espère simplement qu'il sera pérennisé jusque fin 2021 et même pour 2022 parce qu'on sait bien que la crise des scolytes ne s'arrête pas aujourd'hui. Elle va reprendre : les températures de cette fin mars / début avril battent des records, donc les scolytes ne sont pas loin de s'envoler et attaquer de nouveau les bois. L'aide à la mobilisation nous a beaucoup aidés parce qu'elle a permis de désengorger le marché local en expédiant des produits de nos départements vers les Landes ou la Bretagne, par exemple, et peut-être aussi un peu à l'export. Et jusqu'ici ce bouleversement des usages est bien accepté.

RDVt - En quoi cette crise a-t-elle éventuellement modifié ou fait évoluer les relations avec l'ONF ?

Oui il y a eu des évolutions, et elles ont été positives. Nous avons trouvé à l'ONF des compétences en commercialisation et des perspectives qui nous convenaient bien. Nos relations sont donc plutôt plus proches maintenant avec les services de l'ONF, et même auprès des communes parce que ça nous a permis de beaucoup communiquer, de montrer que l'organisation des Communes Forestières était vraiment en première ligne sur tous ces sujets. Nous avons souvent eu des visioconférences en commun avec l'ONF, par exemple pour parler de l'aide à la mobilisation mais aussi du plan de relance, etc. Ce qui fait que le tandem fonctionne bien.

FAIRE FACE SUR LE TERRAIN : LE CAS UN PEU PARTICULIER DE L'UT DE LUXEUIL

Pierre-Louis Dietz est responsable de l'unité territoriale de Luxeuil depuis juin 2019.

Arrivé en plein cœur de la crise, il a dû « apprendre en marchant » et ne se voit pas, fin 2020, comme un acteur décisif mais plutôt comme un humble témoin des actions mises en œuvre sur le terrain.



Extrait du Sylvoportail ONF situant l'UT de Luxeuil.

RDVt - Pourquoi parlez-vous d'humilité ?

Pierre-Louis Dietz - C'est d'abord une question de territoire. Nous sommes sur le territoire de l'agence de Vesoul, en plaine pour l'essentiel ; seule l'UT de Luxeuil s'étend jusqu'aux Vosges Saônoises. Et sur les 12 triages de l'UT, un seul est en montagne (La Longine, entre 600 et 800 m d'altitude) et deux sont en piedmont (Saint Bresson, Faucogney et La Mer, 400-600 m). De sorte que la problématique scolytes est très prégnante sur un triage, assez importante sur deux autres, et accessoire ou anecdotique sur tout le reste de l'UT qui relève de la forêt feuillue de plaine.

Si la crise a un peu changé la vie de l'équipe, notamment en termes d'entraide, elle n'est pas au cœur de mon activité de responsable d'UT. La gestion de la crise repose de fait principalement sur deux personnes : Denis Schmitt, responsable du triage de La Longine, et Sylvain Barbason, ex-responsable de Saint Bresson missionné début 2020 comme technico-commercial bois (TCB) pour les résineux ; depuis août 2020 il est le responsable commercial et production (RCP) de l'agence voisine (Nord-Franche-Comté) d'où il continue de gérer la commercialisation des épicéas scolytés des Vosges Saônoises.

La modestie s'impose aussi à titre personnel puisque, après 11 ans d'exercice dans l'UT voisine de Vesoul, je suis arrivé à l'UT de Luxeuil en juin 2019, sans aucune expérience du contexte résineux et en pleine crise scolytes. J'ai donc pris les choses en cours...

RDVt - Comment avez-vous pris conscience de l'ampleur de la crise ?

PLD - Les grosses attaques de scolytes ont commencé en octobre 2018. Début 2019, le directeur d'agence a organisé une réunion de crise avec les trois techniciens les plus concernés (Denis Schmitt, Sylvain Barbason et Sébastien Balmét), le responsable du service bois et le chef d'UT, pour faire une première estimation des volumes impliqués et voir comment s'organiser, définir les priorités.

Pour commencer, la reconnaissance des foyers scolytés et de leur évolution s'est faite sur le terrain de manière classique. Pour certaines parcelles, le relief permettait d'inspecter un versant depuis le versant opposé. Comme les premières tâches importantes sont apparues surtout dans des parcelles où des coupes classiques étaient déjà vendues en bloc et sur pied mais pas encore exploitées, les bois scolytés ont pu être vendus en produits accessoires aux acquéreurs concernés et évacués à l'occasion des exploitations prévues. Mais à la

vente d'automne (2018), celle qui concerne l'essentiel de nos résineux blancs, il a fallu restreindre drastiquement l'offre en prévision des inévitables coupes sanitaires à venir : les lots de sapin, douglas ou mélèze ont été retirés du catalogue et, depuis, toutes les coupes résineuses « normales » sont suspendues.

En 2019, il a fallu faire des martelages spécifiques d'épicéas scolytés à mesure des attaques, et les lots correspondants étaient vendus en bloc et sur pied aux acheteurs locaux habituels. Mais à l'automne 2019, nous étions débordés : impossible de suivre le rythme en termes de martelage comme en termes de commercialisation/évacuation. Le directeur d'agence a pris une décision incitant fortement à stopper les martelages de ces produits et changer notre fusil d'épaule. Une enquête a été lancée auprès de tous les techniciens de l'agence pour faire une estimation la plus fine et exhaustive possible du stock d'épicéas (sachant qu'il existait aussi en plaine quelques peuplements dispersés d'épicéa), en distinguant 3 catégories pour pouvoir prioriser les interventions : épicéas déjà secs, épicéas scolytés (depuis peu) et les épicéas sains. L'enquête faisait aussi une place au sapin, qui tenait le coup dans les Vosges Saônoises mais dépérisait dans d'autres secteurs. Ainsi, dès que Sylvain Barbason a été chargé de la commercialisation des résineux, au moment où arrivait l'aide de l'État à la mobilisation et

au transport des bois scolytés vers l'Ouest de la France, il a pu s'appuyer sur le tableau de résultats de l'enquête pour cibler les zones les plus touchées les plus problématiques.

Pour l'anecdote, il a fallu faire de la pédagogie vis-à-vis des communes de la plaine où des peuplements isolés d'épicéa de faible surface commençaient à être touchés. Elles voulaient absolument les vendre et avaient parfois du mal à entendre que, vu l'ampleur des urgences, il fallait donner priorité aux communes à forte majorité résineuse et que la perte d'une parcelle d'épicéa dans une forêt de chêne était un moindre mal.

RDVt - La crise a-t-elle changé vos usages ?

PLD - Pour le triage de La Longine, impacté de plein fouet, c'est un changement radical dans la manière de travailler en interne, vis-à-vis des exploitants et entreprises de travaux forestiers, et aussi vis-à-vis des communes.

Imaginez : sur l'UT de Luxeuil, les résineux étaient jusque-là majoritairement commercialisés en bloc et sur pied, nous n'avions que depuis peu l'expérience des contrats d'approvisionnement. Le système de vente sur pied a perduré jusque vers mi-2019, puis nous avons basculé sur des ventes à la mesure : cela a permis de greffer aux lots vendus les bois scolytés supplémentaires apparus avant l'exploitation effective, et de nous ajuster ainsi à l'évolution des dégâts en commercialisant des volumes importants

sans devoir marteler l'intégralité des produits. Depuis le printemps 2020, la vente à la mesure continue pour une partie des volumes (marché local) mais surtout on a changé d'échelle avec le dispositif des ventes groupées vers les nouveaux débouchés qui nous sont ouverts grâce aux aides au transport [NDLR : aides de l'État pour la mobilisation des épicéas scolytés].

Pour Denis Schmitt, technicien chevronné et très investi, ce n'est pas qu'une question de charge de travail en termes de suivi de chantiers, dénombrements et cubages ; c'est un changement d'univers difficile à appréhender. Il connaissait bien les acheteurs, savait comment ils travaillaient, comment les suivre, etc. Et voilà que, par la force des choses, s'impose un mode de commercialisation quasi industriel. Il a désormais affaire à un collègue (Sylvain Barbason) qui, au nom de l'ONF maître d'œuvre, doit recruter les abatteuses, piloter les chantiers, faire les plannings, exécuter les ordres de chargements à envoyer vers tel ou tel endroit, etc. Un collègue qui a pris cette nouvelle mission à bras-le-corps et qui, nécessairement, impose non seulement un rythme soutenu et des échéances impératives, mais aussi de nouvelles modalités d'exploitation. Certains chantiers relevant « normalement » du bûcheronnage traditionnel se font à l'abatteuse et au porteur, dès lors que c'est techniquement possible, pour des raisons de rapidité et de bilan financier pour la commune. Ce n'est pas du tout le même fonctionnement, pas le même rendu, et c'est donc perturbant.

D'ailleurs, cette partie de l'UT a actuellement des airs d'usine à bois. Sur le trajet aller-retour depuis Luxeuil, on croise bien souvent 3 ou 4 grumiers, 3 ou 4 camions à conteneurs pour l'export, des porte-char convoyant des abatteuses, des porteurs... D'autant qu'à la forêt publique s'ajoutent de nombreuses parcelles privées boisées en épicéa dans la seconde moitié du 20e siècle. Le paysage plutôt sombre des Vosges Saônoises s'est ouvert brutalement, avec des points de vue sympathiques pour le promeneur et de grands questionnements pour le forestier.

Les exploitations groupées perturbent aussi le dialogue avec les communes. En principe, c'est simple, l'ONF s'occupe de tout : il avance les frais d'exploitation, réalise l'exploitation et vend le bois, fait la somme de ce que ça a coûté et de ce que ça a rapporté et verse le solde à la commune. Globalement, les communes consentent volontiers. Mais à l'usage, les procédures sont complexes et peuvent leur sembler un peu opaques : quand le maire demande où on en est, ce que ça va rapporter et quand sera versé l'argent, le technicien territorial n'a pas forcément de réponse et peine à expliquer un processus dont il n'a pas les clés. C'est le TCB qui fait le suivi des volumes et des aspects financiers, et lui-même ne peut récupérer l'ensemble des informations que lorsque les opérations sont terminées.



Forêt communale de La Longine, fin 2019.

© Pierre-Louis Dietz, ONF

RDVt - Y a-t-il des incidences immédiates sur les budgets communaux ?

PLD - La forêt domaniale est très minoritaire sur le territoire de l'UT (comme de l'agence), et les trois triages de montagne et piedmont sont exclusivement composés de forêts communales. Les forêts résineuses du triage de La Longine, très productives, présentaient le revenu net à l'hectare le plus élevé de l'UT et probablement de l'agence. Ces communes étaient donc plutôt privilégiées avec des recettes forestières importantes. Avec la crise scolytes, les prix de vente des bois ont considérablement chuté, mais les volumes commercialisés sont tels que ça compense pour l'immédiat. D'autre part aucune forêt résineuse n'est épargnée et il n'y a donc pas de commune qui ait été privée de recettes pour cause de bonne santé.

C'est maintenant que certaines communes vont avoir des difficultés budgétaires : il n'y aura bientôt plus d'épicéas, donc plus de recettes alors qu'il y aura des réinvestissements à faire. La vente provisoirement suspendue des résineux sains (sapin et autres) n'y suffira pas. Le plan de relance répondra sans doute à une partie du problème mais les communes espèrent que d'autres aides prendront le relais.

RDVt - Et pour la suite ?

PLD - Nous n'avons pas encore de vision très claire, mais nous sommes conscients des erreurs passées à ne pas refaire : pas de plantation mono spécifique et pas d'épicéa car nous sommes bien en-dessous de son optimum altitudinal. Les surfaces à reconstituer sont telles que les communes, même avec des aides importantes, n'auront probablement pas les moyens de planter partout, ce qui d'ailleurs n'est pas souhaitable. Nous allons donc essayer, autant que possible, de tirer parti de la régénération naturelle qui s'était installée dans les peuplements à gros bois laissant passer un peu de lumière ; régénération de sapin essentiellement, avec un peu d'épicéa. Quand la coupe a été faite correctement (respect des cloisonnements et pistes de débardage, etc.), c'est-à-dire le plus souvent, la régénération a pu être préservée et, malgré l'exploitation massive, on voit que la forêt repart. Avec quelles perspectives de résilience pour les 50 ou 100 années à venir, compte tenu des évolutions climatiques ? On adaptera plus tard. Dans l'immédiat, nous devons réfléchir à la reconstitution des peuplements sinistrés sans postérité ; notamment aux essences susceptibles de « tenir le coup » pour les années à venir. À ce sujet, peu de certitudes et beaucoup de questions, évidemment. Quoiqu'il en soit, bien que cette crise ait profondément ébranlé les forestiers, elle nous force à nous poser de bonnes questions, et c'est aussi ça qui est motivant !



Un changement radical dans la manière de travailler.

S'ADAPTER POUR GÉRER LA CRISE : LE RAPPORT AVEC LES USAGERS ET INSTITUTIONNELS DANS LE TERRITOIRE TRÈS EXPOSÉ DE L'AGENCE DE VERDUN

Damien Galland

ONF, directeur agence de Verdun

L'agence de Verdun est particulièrement touchée par les dégâts du scolyte de l'épicéa et s'est résolument mobilisée dans la gestion « technique » de la crise et de l'après. Cependant son expérience est surtout exemplaire en ce que les relations avec le public et le territoire sont partie intégrante de cette gestion de crise.

Des forêts résineuses de plaine, sanctuaires de la Grande Guerre

L'agence de Verdun compte de nombreuses forêts de zone rouge, reconstitutions des années 1920/1930 suite à la première guerre mondiale. Ce sont des forêts de plaine fortement enrésinées sur 12 000 Ha en épicéas et pins noirs essentiellement ; des forêts équiennes, Histoire oblige, où les arbres ont atteint leur maturité rapidement (90 ans) surtout pour des essences en limite d'aire naturelle du fait de la faible altitude. Le renouvellement a été engagé depuis les années 70 pour devancer le pic de régénération et pour convertir la forêt avec une plus grande part de feuillus, plus en rapport avec les potentialités de la sylvo-éco-région.

Ces forêts sont sises sur des vestiges nombreux et dans des périmètres de protection au titre des sites ou monuments classés. Les vestiges (tranchées, trous d'obus, forts, galeries, etc.) compliquent grandement les modalités d'intervention en exploitation. De ce point de vue, les sols sont particuliers et présentent un double enjeu :

- sols limono-argileux sensibles au tassement, souvent peu praticables en période hivernale ;
- sol sacré tenant encore lieu de sépulture pour 100 000 combattants.

Au demeurant, de nombreux sites d'accueil du public et sentiers sont

implantés dans ces forêts qui reçoivent 200 à 300 000 visiteurs par an sur les secteurs les plus emblématiques. Enfin les sols bouleversés et les mosaïques de milieux sont propices à l'expression d'une biodiversité riche et originale, associant des plantes dites obsidionales, typiques des anciens lieux de guerre et couloirs de passages d'armées, et des espèces à fort enjeu patrimonial.

L'ensemble de ces éléments a justifié l'attribution du label Forêt d'Exception® à la forêt domaniale de Verdun (9 600 Ha) en 2014.

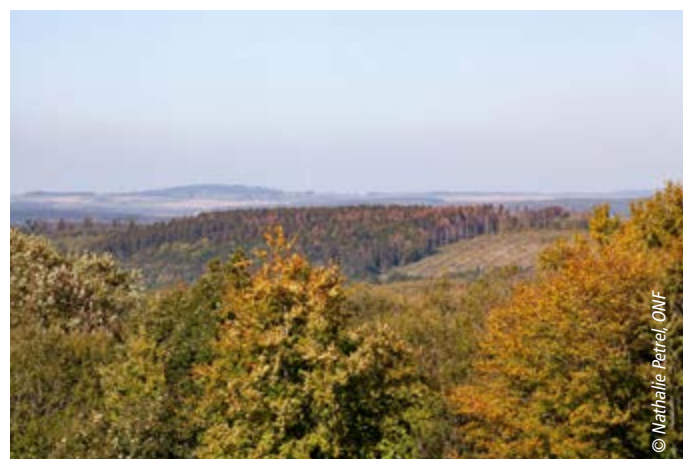
La crise des scolytes - Premières actions de gestion de crise

La crise des scolytes s'est installée en 2018 à la suite d'un été sec et de vagues de chaleur successives depuis le printemps. Les surfaces en épicéas représentent alors encore 3 500 Ha en forêt domaniale, et les inventaires évaluent le volume total des bois à récolter à 650 /700 000 m³. Une cellule de crise agence a été mise en place, regroupant autour du Directeur d'agence les services Forêt et Bois de l'agence ainsi que les responsables des unités territoriales les plus touchées.

Il a fallu rapidement s'organiser, dès septembre 2018, pour réaliser les états



La forêt de Verdun, sanctuaire de la grande guerre.



En 2018, la crise des scolytes s'installe en forêt de Verdun.

des lieux par des inventaires terrestres, tâche difficile dans un contexte de plaine qui ne favorise pas l'observation lointaine (contrairement aux zones de montagne) et avec une évolution très rapide de l'état sanitaire des peuplements qui nécessite de passer régulièrement en revue de très grandes surfaces.

Les informations ont été cartographiées avec l'appui de la cellule SIG, pour pouvoir fournir des éléments de synthèses propres à mesurer l'ampleur de la situation à gérer, croiser les zones impactées avec les zones à enjeux, mais aussi produire rapidement des éléments pédagogiques et visuels pour interpeler ou répondre aux sollicitations externes. Les éléments issus des vols LiDAR 2013 et 2017 ont pu compléter bon nombre d'analyses, notamment pour l'estimation des volumes concernés.

Il a fallu aussi mettre en place une série d'initiatives et de méthodes :

- 1 Différer des missions et tâches devenues moins prioritaires
- 2 Redéfinir des missions spécifiques liées à la crise, se projeter sur les problématiques et sur la façon d'y répondre
- 3 Générer un outil de pilotage à l'échelle de l'unité de gestion (parcelle), permettant de caractériser le niveau d'impact, les surfaces et volumes concernés, les enjeux/contraintes affectés, les filières et délais de mobilisation
- 4 Proposer des cadrages patrimoniaux afin de sécuriser la prise en compte des enjeux lors de nos interventions, déposer des dossiers administratifs en lien avec ces enjeux
- 5 Dimensionner l'effort de mobilisation des bois, engager des démarches commerciales en lien avec la mission Bois de la direction territoriale, avec les clients habituels et l'étendre à d'autres clients plus lointains (marchés engorgés localement), action qui est devenue en 2019 de l'export interrégional par trains ou camions
- 6 Identifier la part de bois façonnés, les enveloppes de moyens nécessaires et la sélection d'entreprises de travaux forestiers pour réaliser les exploitations
- 7 Organiser la communication : définir les publics cibles (Grands élus, partenaires institutionnels et associatifs, usagers, etc.) et les messages et supports appropriés (plaquettes, panneaux, conférences de presse communes, réunions locales, etc.)
- 8 Identifier les secteurs à fort enjeu d'accueil et de sécurité (sentiers, réseau, linéaires/routes), définir des modalités d'intervention, annoncer des fermetures de sites et des dates cibles de réouverture, organiser des réunions locales de concertation, y compris sur le terrain



Caractériser les niveaux d'impact, surfaces et volumes concernés (bois scolytés récoltés, à évacuer).

La relation aux interlocuteurs, au grand public et les apports du label Forêt d'Exception®

La crise, d'abord bien identifiée par les forestiers, n'était que peu visible du grand public. On peut qualifier le phénomène de « tempête silencieuse ». Mais la situation sanitaire est rapidement devenue hors de contrôle car si l'évolution a été progressive, elle a aussi été massive.

Un effet retard légitime a été constaté du côté des élus et du grand public qui ne comprenaient pas toujours nos alertes et qui ne visualisaient pas bien les effets induits par des récoltes de volumes aussi élevés (machines en forêts, résidus de coupes très visibles, ouverture brutale des paysages, forte circulation des camions, fermeture de certains secteurs au public...)

Au regard des enjeux forts et multiples du territoire, un effort de pédagogie a été immédiatement engagé et s'est poursuivi sur toute la durée des actions. Cette communication indispensable s'est avérée fructueuse pour anticiper les réactions. En effet les réactions se sont bien fait jour, mais elles ont pu être gérées de façon dépassionnée et maîtrisée. Un plan de communication a été développé, appuyé sur l'expérience de Forêt d'Exception® :

- en interne pour faciliter la prise de conscience de la situation (notes internes, cadrages, comptes-rendus de cellule de crise et réunions de service avec le directeur d'agence) ;
 - à l'externe, pour expliquer les conséquences visibles et attendues d'une telle crise (plaquettes diffusables, panneaux, conférence de presse...).
- Cette communication a aussi consisté à engager des démarches de concertation directement avec les élus locaux ou en intervenant dans différentes instances (bureau d'agglomération, assemblée départementale...), toujours en s'appuyant sur les partenariats établis avant la crise :
- association des Communes Forestières (réunions locales, courrier d'information) ;
 - partenaires du label Forêt d'Exception® (conseil départemental de la Meuse, Communauté d'agglomération, associations...).

Le climat de confiance préexistant a été très favorable et il n'y a eu aucune remise en cause à priori des capacités de l'ONF à gérer cette crise. Ce climat favorable est assurément lié à la gouvernance du label Forêt d'Exception® qui a instauré, depuis 2014, une instance de dialogue



Organiser la communication – Le suivi cartographique SIG, support visuel des réunions de concertation.

où l'ONF a pu montrer non seulement l'étendue de ses compétences et savoir-faire mais aussi et surtout son ouverture, sa capacité d'écoute et de prise en compte des avis de ses interlocuteurs.

Le dialogue s'est ainsi rapidement recentré sur la crise et ses conséquences, dans des instances déjà actives. Les partenaires étaient d'autant plus réceptifs à nos messages qu'ils étaient eux-mêmes demandeurs d'explications afin de répondre aux sollicitations qui leur sont adressées ou encore pour intégrer des évolutions dans les politiques locales, en lien avec cette crise. L'ONF les a mis en capacité de répondre à leurs concitoyens et de faire évoluer leurs actions tout en restant en prise avec des réalités nouvelles.

De ce fait, la puissance de notre communication a été démultipliée et a permis de faire passer les messages, d'abord vis-à-vis des élus concernés par le label, puis au milieu associatif et enfin au grand public qui n'a pas manqué de les interpeller. La solidarité ONF / partenaires a été affichée dans une communication commune. Les choix techniques de gestion de crise ont été perçus par les observateurs comme partagés, et ont été parfaitement expliqués dans leurs tenants et aboutissants.

De la mobilisation des bois à la reconstitution

Depuis 2019 la crise s'est confirmée. L'été a été de nouveau très sec et chaud. En 2020, les derniers épicéas verts sont attaqués à leur tour. La cellule de crise a engagé une transition, passant progressivement du pilotage de la mobilisation à celui de la reconstitution, qui s'annonce comme un défi majeur pour les 10 à 15 prochaines années et qu'il faut dès à présent mettre sur de bons rails.

Dès la fin 2018, nous avons entrepris d'anticiper les besoins en plants. Il s'agit de passer des contrats de culture afin de disposer de plants en nombre suffisant et en essences adaptées. Un travail global de dimensionnement des moyens a été réalisé en lien avec les directions territoriale et générale pour un plan d'actions pluriannuel, dont la mise en œuvre a démarré dans le cadre du plan de relance économique de la France 2020-2022.

En interne, un dispositif très ambitieux de déploiement technique (formation des personnels) a été initié pour orienter des choix de reconstitution permettant d'adapter les forêts au changement climatique. De nouvelles essences plus résistantes sont proposées en mélange selon différentes modalités de mise en œuvre et selon différents itinéraires techniques. Une phase de diagnostics de parcelles après coupes a été lancée pour guider les choix.

En externe, ces premières évaluations et ces premiers éléments chiffrés ont permis d'engager un lobbying pour tenter de déclencher des financements. Il s'agit de provoquer une prise de conscience des financeurs potentiels sur la nécessité d'agir rapidement afin de reboiser et reconstituer des forêts multifonctionnelles, mieux adaptées au changement climatique, au bénéfice des usagers et du développement du territoire. Certains de ces financements ont déjà pu être mis en œuvre au plan local dans la cadre de conventions pour gérer certains sites de mémoire ou par le développement de mécénats pour compléter des financements propres.

Un avenir construit en lien avec la société civile

La crise sanitaire a entraîné le report des travaux concernant l'aménagement de la forêt domaniale de Verdun et le renouvellement du label. Nous avons eu la volonté d'en faire une opportunité afin de revoir l'aménagement de la forêt de Verdun dans un timing coordonné avec la révision du label. Cela doit permettre :

- de profiter des instances de concertation du label pour expliquer au grand public les enjeux de l'aménagement et les choix de gestion à 20 ans ;
- de recueillir les attentes pour faire de la gestion de cette Forêt d'Exception® un outil de développement du territoire et intégrer ces attentes dans les choix de gestion (maintien d'espaces ouverts, enjeu paysager de certains reboisements...).

Nous entrons dès lors dans une phase particulière où des décisions prises dans un temps court à l'aune du temps forestier (1 à 10 ans) vont impacter les territoires et la composition des forêts pour des décennies. Il s'agit donc d'être au plus près des attentes de la société, d'être à l'écoute de ces attentes, pour finalement partager nos responsabilités, confronter nos choix de gestionnaire en réalisant un véritable travail de concertation.

Dans ces forêts fortement fréquentées et de renommée internationale, il faut particulièrement anticiper l'évolution des paysages, les impacts de choix d'essences, et intégrer la présence de sites de mémoire ou à haute valeur historique. Mais il faut tout autant faire prendre conscience de leur rôle essentiel pour garantir une capacité à répondre à nos besoins essentiels (biodiversité, eau, air, matériau bois) et donc de la nécessité de les préserver et de les adapter au changement climatique.



Conjuguer crise sanitaire, révision de l'aménagement forestier et renouvellement du label Verdun Forêt d'Exception®.

QUATRE QUESTIONS À JEAN-CLAUDE HUMBERT, ÉLU FORESTIER DE MEUSE

Jean-Claude Humbert a été de 1995 à 2020 un élu de la commune de Hannonville-sous-les-Côtes (Meuse), d'abord comme conseiller municipal puis comme maire à partir de 2008. Il a aussi présidé jusqu'en 2020 l'Union Régionale des Communes Forestières de Lorraine et le « Comité Grand-Est », instance qui préfigure la fusion correspondant à la nouvelle région administrative. Il poursuit ses activités à la FNCOFOR en tant qu'administrateur honoraire.

RDVt - Avez-vous déjà eu à affronter des crises forestières et, si oui, diriez-vous que celle-ci est particulière ?

Il faut d'abord préciser le contexte. Hannonville-sous-les-Côtes se situe à 28 Km au sud-est de Verdun, dans le Pays des Côtes de Meuse où les deux tiers des communes sont propriétaires de forêts. Le territoire communal fait 1558 ha, avec 758 de forêt dont 400 appartiennent à la commune elle-même. Les feuillus sont dominants avec principalement du hêtre et nous avons environ 16% de résineux, épicéas replantés au cours des 40 dernières années pour l'essentiel. De sorte que notre commune a été relativement peu impactée.

Cela contraste avec les forêts du nord meusien, notamment la forêt domaniale de Verdun et les forêts communales qui la jouxtent, héritées des boisements résineux massifs (en épicéa surtout) d'après la première guerre mondiale relayés plus tard par les reboisements du Fonds Forestier National. Là c'est la catastrophe : en deux ans,



Extrait de la vidéo de Communes Forestières « La force d'un réseau ». (<http://www.fncofor.fr/videos-28.php>).

des forêts sont passées du vert foncé au roux/brun, les peuplements sont fichus. Même chose dans les Vosges, où les boisements d'épicéa ont été touchés même au-delà de 700 m d'altitude, qui est pourtant le domaine d'élection de cette essence.

Pour ce qui est des crises forestières passées, nous avons dans la région toutes sortes de parasites forestiers à des niveaux plus ou moins sévères, dont par exemple la chalarose du frêne ou la chenille processionnaire du chêne. Mais le dernier vrai sinistre dont j'ai eu à m'occuper dans la commune, c'était celui de la tempête de 1999, qui a sérieusement endommagé les parcelles en haut des collines. Cependant notre secteur a plutôt moins souffert que d'autres zones, comme la forêt de Haye au nord-ouest de Nancy, et nous avons eu la chance qu'une régénération naturelle s'est très bien engagée et qu'il a suffi de l'accompagner par les premiers travaux d'éclaircie. Vingt ans après, on s'aperçoit que ce qui avait été ressenti à l'époque comme une catastrophe s'est avéré plus facile à supporter que ce qu'on redoutait grâce à cette régénération naturelle essentiellement feuillue : hêtre surtout et charme en partie.

RDVt - Quelles ont été pour vous (et vos mandants) les principales difficultés à résoudre pour y faire face ?

Face aux attaques de scolytes, l'urgence était d'abattre et sortir les arbres atteints pour limiter la propagation et sauvegarder au mieux

la valeur du bois. Avec un problème sensible dans notre secteur, c'est qu'il n'y avait plus assez d'entreprises de travaux forestiers (ETF) pour répondre à la demande, compte tenu de la situation des forêts domaniales et communales où les dégâts étaient d'une ampleur considérable, à quelques kilomètres de distance.

En forêt communale d'Hannonville aussi, le scolyte s'est propagé très vite dans les parcelles denses d'épicéa (les épicéas disséminés parmi les feuillus ont été plus épargnés). Au-delà de l'aspect strictement sanitaire, la question des priorités de récolte n'est pas pour nous la plus sensible, car nous n'avons pas un cubage important de résineux. Mais ce qui n'a pas pu être exploité rapidement s'est vite détérioré, posant des problèmes de sécurité dans la mesure où la route qui monte du village vers la route des crêtes, si je puis dire, est bordée par ces îlots scolytés.

Par ailleurs, la nécessité d'exploiter dans les meilleurs délais les peuplements attaqués a conduit à mettre sur le marché de très grosses quantités de bois, avec la conséquence que le marché n'était plus capable d'absorber en une année l'équivalent de deux ou trois années de production. Les associations départementales de Communes Forestières se sont mobilisées et ont proposé à leurs adhérents de suspendre les coupes de bois sain pour permettre l'écoulement rapide des bois scolytés. Il y a donc des communes qui ont renoncé à une entrée

d'argent sur une année (au moins) pour que d'autres puissent commercialiser le moins mal possible les épicéas attaqués par les scolytes.

Malgré tout certaines petites communes rurales, pour lesquelles la forêt était la (ou une des) principale(s) ressource(s) des finances communales, ont beaucoup souffert. L'Union Régionale des Communes Forestières de Lorraine a lancé, avec le soutien des élus locaux et notamment des deux sénateurs de la Meuse, une opération qui a été retenue par la Direction des Finances Publiques (DGFIP) afin de chiffrer les pertes induites par la crise des scolytes pour les finances communales. Ce qui était au départ une question lorraine a été étendu à l'échelle du Grand-Est, et notamment du côté des Vosges alsaciennes où des communes se sont aussi retrouvées en difficulté ; difficulté par exemple à honorer certains emprunts puisqu'elles tablaient sur un revenu relativement stable dans l'exploitation de leur forêt. La crise des scolytes, avec la chute des prix et l'encombrement du marché, a eu des conséquences très directes sur les finances de ces communes. Notre intention, avec cette étude, était de pouvoir le démontrer à l'État.

Car depuis des années le ministère des Finances semblait considérer que les communes forestières, qui avaient la chance d'avoir de grandes surfaces boisées et pouvaient donc avoir un revenu du domaine intéressant, étaient forcément fortunées. Nous avons d'abord rappelé que l'exploitation d'une forêt est le résultat d'un travail séculaire, et que finalement des calamités comme celle des scolytes viennent perturber le cycle ; cela met à mal les idées reçues sur les ressources financières qu'on peut tirer de la forêt. Notre intérêt était de démontrer qu'à la suite de ces difficultés et de ces coupes impérieuses pour raison sanitaire, les communes allaient devoir réinvestir pour protéger le patrimoine forestier, et que malgré les gains que certaines d'entre elles ont pu thésauriser, les replantations allaient avoir un coût qui parfois pouvait excéder les capacités financières des communes concernées. D'autant qu'en Grand Est s'ajoute la problématique de la multiplication des grands cervidés, qui causent de gros dégâts dans les jeunes plantations et rendent donc indispensables des mesures de protection, par enclos ou protections individualisées (particulièrement onéreuses).

RDVt - Le dispositif national d'aide à mobilisation des bois scolytés a-t-il été un soulagement ?

Pour moi c'est une réussite. C'est une opération qui a été mise en œuvre assez rapidement, par une conjonction des moyens à la fois de la forêt privée et de la forêt publique, avec bien entendu les actions déterminantes de l'ONF. Il y a eu une réactivité intéressante dans la mise en place de trains vers la zone normande et vers le Sud-Ouest, qui manquaient de bois. Certains ont émis des réserves, craignant notamment que ces transferts contaminent des régions indemnes jusqu'ici. En fait, ces craintes étaient sans fondement, et les expéditions de bois scolyté fraîchement coupé ont rapidement atteint une bonne cadence, avec des trains partant de Verdun ou de trois autres sites ferroviaires en Grand-Est ou Bourgogne-Franche-Comté.

RDVt - En quoi cette crise a-t-elle éventuellement modifié ou fait évoluer les relations avec l'ONF ?

Il peut toujours y avoir des critiques, mais je reconnais personnellement que dans beaucoup de secteurs du Grand Est (qui représente à peu près le tiers des effectifs de l'Office) l'action des agents de l'ONF a été extrêmement bénéfique. Ça a sans aucun doute renforcé des relations qui s'étaient estompées au fil du temps, ce qui fait que dans certaines communes des élus avaient la dent plutôt dure envers l'ONF pour diverses raisons. Avec ce sinistre, qui a touché à des degrés divers bien des communes du Grand-Est, il y a eu une reconsidération des relations des élus communaux avec les techniciens territoriaux et également avec l'encadrement de l'ONF.

ÉPICÉAS SCOLYTÉS : QUELS VOLUMES DÉSIGNÉS DE 2018 À 2020 DANS LES FORÊTS PUBLIQUES ?

**Brigitte Pilard-Landeau,
Jean-Marie Michon, Habib Diagne**

ONF-DFRN-Gestion durable et multifonctionnelle des forêts

À l'échelle territoriale et nationale, le suivi des volumes désignés par essence, type de coupe et qualification sanitaire est fondamental pour qualifier l'état de crise et en prendre la mesure.

Quelques références sur les volumes désignés en épicéa

L'épicéa est une des essences résineuses majeures du paysage forestier des forêts publiques. À chaque millésime, le volume désigné d'épicéa représente en moyenne 1,2 à 1,4 millions de m³ sur l'ensemble des forêts publiques avec une part de 36% en forêt domaniale. La place de l'épicéa est très contrastée selon les territoires et les volumes désignés dans un millésime standard comme 2017 montrent bien l'importance de trois territoires dans la ressource des épicéas à savoir, le Grand Est, l'Auvergne-Rhône-Alpes et la Bourgogne-Franche-Comté (Fig. 1).

Parmi ces volumes désignés en épicéa, une part comprend des tiges dites « déclassées » pour différentes raisons sanitaires, les causes pouvant être biotiques ou abiotiques. Ces volumes font partie de la vie normale des pessières et leur taux habituel est compris entre 15 et 20% du volume, en moyenne 16% en 2017 (Fig. 2). Ce taux varie légèrement entre territoires, entre montagne, moyenne montagne et plaine. Il est compris entre 7% en Centre-Ouest-Aquitaine et 18% en Auvergne-Rhône-Alpes. La zone Moyenne et Haute Montagne est autour de 17%.

À partir de ces éléments de référence (notamment l'année 2017) concernant les volumes désignés, comment peut-on qualifier l'épisode sanitaire 2018-2020 que subissent les pessières ?

Quelques définitions sur les données prises en compte dans le suivi des épicéas scolytés

Les désignations se caractérisent par l'essence prélevée (notée par tige martelée), par un type de coupe affecté à la zone désignée dans son ensemble (amélioration sanitaire, produits accidentels, régénération, etc.) et par des qualifications particulières attribuées à la tige en cas de besoin pour identifier les volumes « déclassés » (DEC = déclassé, SEC = sec, SCO = scolyté, MAL = malade, etc.). C'est à partir de ces éléments que sont suivis les volumes déperissants sur l'essence épicéa, en isolant les volumes qui correspondent à des coupes sanitaires et des produits accidentels ou à des tiges repérées par leur qualité arbre.

Si ces saisies de terrain ou informations estimées ne sont pas rentrées dans le système d'information ou si elles sont de qualité médiocre, le

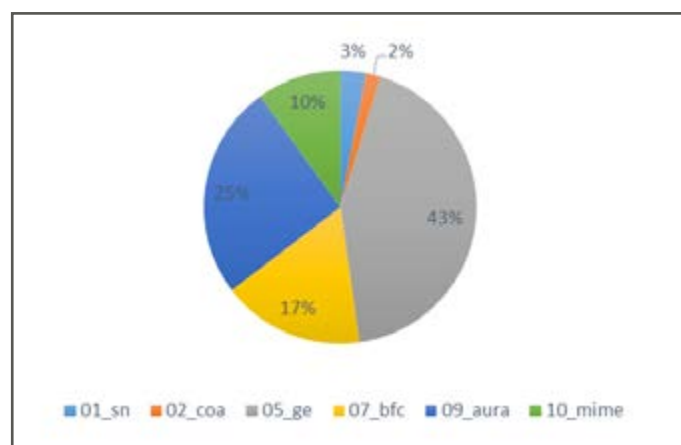


Figure 1. Répartition habituelle des volumes d'épicéa désignés en forêts publiques selon le territoire (exemple : millésime 2017).
Désignation des territoires : sn = Seine-Nord ; coa = Centre-Ouest-Aquitaine ; ge = Grand-Est ; bfc = Bourgogne-Franche-Comté ; aura = Auvergne-Rhône-Alpes ; mime = Midi-Méditerranée.

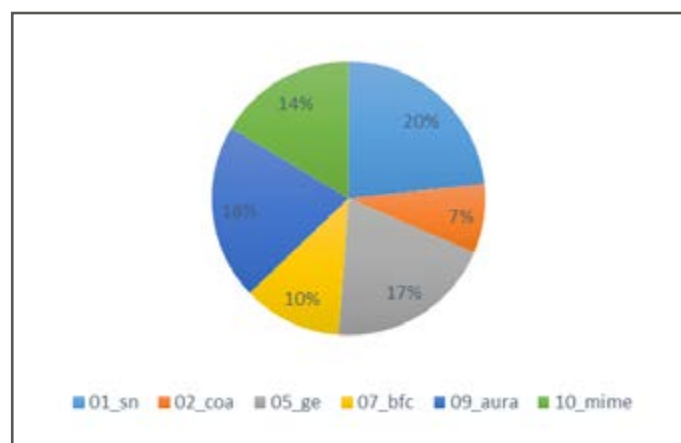


Figure 2. Taux habituel d'épicéa déclassé selon le territoire (exemple : millésime 2017).

suivi sanitaire des forêts par cet indicateur peut être entaché d'erreur. Cela peut être le cas lorsque l'épisode d'attaque sanitaire est de grande ampleur et mobilise les opérateurs pour l'aval de la mobilisation, en limitant l'information sur la donnée amont. D'autre part, certains peuplements malades et de peu de valeur marchande peuvent être considérés comme économiquement non vendables et ne font alors pas l'objet de désignation ou d'estimation dans le système d'information.

Il faut donc considérer que les valeurs affichées dans les résultats reflètent bien la situation mais qu'il peut y avoir une tendance à la sous-estimation des bois scolytés au niveau des volumes désignés.

Les premiers constats chiffrés sur les volumes d'épicéa

Au niveau national - Depuis 2017, année sans problème sanitaire particulier ni sécheresse, le volume des épicéas désignés en forêts publiques n'a cessé d'augmenter passant de 1,45 M m³ à 2,9 M m³ en fin 2020 (Fig. 3). Depuis le début de la crise scolytes en 2018, le cumul des volumes en épicéas scolytés atteint 4,6 M m³ (dont 32% en forêt domaniale) en trois millésimes consécutifs. Le taux de volume déclassé qui était de 16% en 2017 est passé à plus de 70% en fin 2020. Le phénomène de dépérissement des épicéas s'est donc progressivement renforcé, entraînant de fait une désignation d'arbres sains de moins en moins forte pour ne pas saturer le marché.

Au niveau territorial - L'ampleur de la crise scolytes sur les pessières est très différente d'un territoire à l'autre du fait de l'importance des peuplements d'épicéa, néanmoins, les taux d'arbres scolytés ont été très élevés dès lors que les épicéas sont présents à basse altitude. En 2017, la part des tiges déclassées en épicéa est faible dans chacun des territoires. Le taux d'arbres déclassés est toujours en-dessous de 20% en 2017 (Fig. 4). En 2020, la part des tiges déclassées en épicéa est très forte dans tous les territoires mais surtout exceptionnelle pour les territoires Grand Est et Bourgogne Franche Comté avec plus de 90% d'épicéa déclassé. Cette évolution du taux d'épicéa scolyté a été accentuée par le report des coupes de bois sains à des années ultérieures pour ne pas saturer le marché local (Fig. 4).

Par rapport à une année normale (toutes propriétés confondues, domaniales et collectivités), les volumes supplémentaires en épicéa sont de 2.4 M m³ sur les trois années de crise (2018-2020), soit un volume moyen annuel supplémentaire de 0.95 M m³ et une multiplication par 1.7 du volume d'épicéa désigné, sachant que l'on sous-estime ces volumes.

Conclusion

Au travers de l'indicateur de suivi des volumes d'épicéas désignés et de la part qualifiée de dépérissants, la crise qui affecte actuellement les pessières, notamment à basse altitude est d'une ampleur considérable. En proportion relative aux volumes récoltés, l'effet de cette crise liée à la sécheresse 2018-2020 est 1,5 fois plus important que celui de la crise subie par les pessières en 2003.

Comment qualifie-t-on les états de crise par les chiffres ?

Rappelons que les états de crise dans le guide Guide de gestion des crises sanitaires en forêt (guide collectif, édition 2020) se définissent à partir du taux de volumes de produits accidentels par rapport à une année normale :

En PLAINE = Vol. cumulé produits accidentels > 20% récolte normale

En MONTAGNE = Vol. cumulé produits accidentels > 50% récolte normale

En moyenne montagne, il est possible de retenir un seuil intermédiaire de l'ordre de 30% (cas de la crise scolytes sur Épicéa commun dans le ¼ nord-est en 2018-2019)



Figure 3. Évolution des volumes d'épicéa sain et « dépérissant » désignés en forêts publiques entre 2017 et 2020.

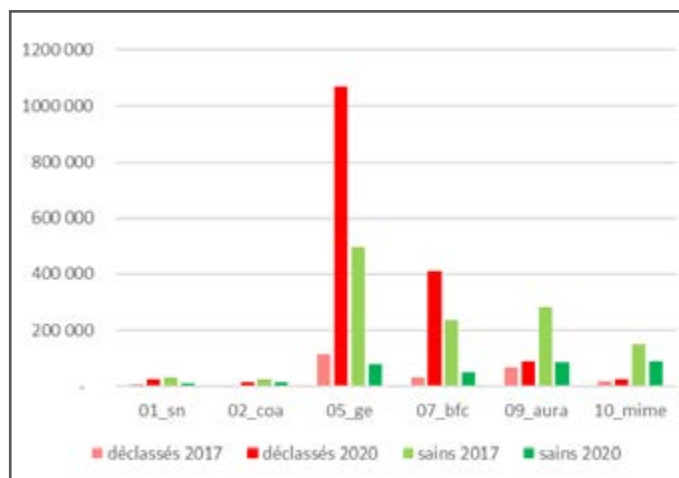


Figure 4. Évolution des volumes d'épicéa sain et « dépérissant » désignés en forêts publiques entre 2017 et 2020 par zone géographique. Désignation des territoires : sn = Seine-Nord ; coa = Centre-Ouest-Aquitaine ; ge = Grand-Est ; bfc = Bourgogne-Franche-Comté ; aura = Auvergne-Rhône-Alpes ; mime = Midi-Méditerranée.

S'ORGANISER À L'ONF POUR MOBILISER ET COMMERCIALISER LES BOIS SCOLYTÉS

Aymeric Albert, Maryse Bigot

ONF-DCBS – Département Commercial Bois

Réaliser les coupes sanitaires en urgence, sortir au plus vite d'énormes volumes d'épicéas attaqués, leur trouver pour cela des débouchés partout en France (grâce à l'aide de l'État), mettre en place une logistique efficiente... La crise a bouleversé les méthodes de travail en matière de mobilisation des bois, avec des effets très directs sur notre organisation.

Face à l'énormité des volumes à exploiter et commercialiser dans l'urgence, les responsables commerciaux bois des régions les plus impactées ont rapidement demandé la mise en place d'une coordination ONF au niveau national, au moins en ce qui concerne la démarche commerciale et la stratégie. Il était indispensable de s'organiser pour soutenir et soulager des services débordés, et surtout travailler le plus efficacement possible dans l'intérêt commun. Il fallait par exemple prévenir d'éventuels effets de concurrence involontaire entre directions territoriales ou agences, l'enjeu étant de sécuriser des débouchés pour les produits des forêts publiques, c'est-à-dire de prendre des parts de marché.

Débuts de la mise en place d'une coordination commerciale et appel à l'État

La coordination s'est mise en place dès la fin août 2018 lors de la réunion du réseau des commerciaux bois. Cela s'est traduit d'un point de vue opérationnel par un rendez-vous hebdomadaire entre les commerciaux bois des territoires et la direction commerciale bois centrale. Les toutes premières actions stratégiques coordonnées ont été de réduire la récolte de bois frais (en lien avec les services forêts, bien sûr) et, pour les volumes dépassant les possibilités des contrats d'approvisionnement locaux, d'attribuer à chacun des clients connus un secteur particulier adapté à ses besoins et usages : par exemple le massif jurassien pour certains négociants capables d'évacuer les produits vers Marseille, les Ardennes pour telle autre société et ainsi de suite, avec comme seul interlocuteur le collègue du secteur concerné. Il a aussi fallu se positionner auprès des fabricants de palettes de l'Ouest et des deux industriels de la trituration que sont Smurfit et Egger, qui ont très vite manifesté leur souhait de s'approvisionner en bois scolytés de l'Est.

En mars 2019, la situation devenant vraiment grave, les opérateurs de la filière, c'est-à-dire les représentants des propriétaires forestiers producteurs (ONF, coopératives...) d'une part, et les industriels (Fédération Nationale du Bois) d'autre part, ont alerté l'État sur la nécessité de proposer un dispositif équilibré pour que les industriels de l'Ouest puissent aussi s'approvisionner en bois scolytés de l'Est. En effet, dans les Landes ou en Bretagne, les industriels devaient faire face à un manque de bois alors qu'à l'Est il y en avait tant qu'on ne savait plus qu'en faire, au risque



Coupes sanitaires d'épicéas scolytés dans les Ardennes (août 2019).

de le voir partir n'importe où, ou de le laisser pourrir... Après plusieurs mois de concertation, l'État a validé le principe d'un dispositif d'aide exceptionnelle en faveur de l'exploitation et de la commercialisation des bois colonisés par les scolytes dans les régions concernées par les arrêtés de lutte obligatoire (Bourgogne-Franche-Comté, Grand-Est + départements de l'Ain, Savoie et Haute-Savoie) vers toutes les autres régions, basé sur un barème par m³ proportionnel à la distance entre les zones de départ et d'arrivée. Les textes ont été publiés au Journal Officiel en décembre 2019 mais la mise en œuvre des aides a pu être rétroactive à compter de la publication des arrêtés de lutte obligatoire, c'est-à-dire août 2019 (voir aussi encadré).

Consolidation de la coordination commerciale nationale

Pour utiliser au mieux la force d'un organisme national et le poids afférent, la stratégie était (et demeure) d'avoir pour chaque client un interlocuteur local, responsable de client, chargé de négocier pour l'ensemble de l'ONF. En pratique, les commerciaux du Sud et de l'Ouest (territoires Midi-Méditerranée, Centre-Ouest-Aquitaine et Seine-Nord) se sont donc mis au service de la commercialisation des bois scolytés de leurs collègues de l'Est très mobilisés qui, eux, devaient concentrer leur énergie sur la gestion de la production plutôt que la prospection auprès de clients situés de l'autre côté de la France.

Mise en œuvre de l'aide de l'État en forêt publique

Le dispositif d'aide exceptionnelle à l'exploitation et à la commercialisation des bois colonisés par des scolytes est différent pour les forêts domaniales et communales.

La forêt communale relève du même dispositif d'aide que la forêt privée. L'État a réservé une enveloppe de 4 millions d'euros pour l'ensemble des propriétaires privés et publics hors domaniale. Chaque propriétaire ou groupement de propriétaires transmet ses demandes d'aide à la DRAAF de la région qui instruit les dossiers, mais via un « porteur transparent ». L'État a instauré ce système pour éviter la dispersion et au contraire gérer de façon groupée les demandes d'aides. Les propriétaires sont ainsi incités à se regrouper et à faire porter par une seule organisation le dossier de demande d'aides, qui doit concerner un minimum de 600 m³. L'ONF s'est naturellement proposé pour être porteur transparent des demandes d'aides des collectivités, ce qui a été validé par la FNCOFOR. Concrètement, l'ONF prépare les dossiers d'aide avec toutes les pièces documentaires exigées (mandat du propriétaire, factures et justificatifs de traçabilité des bois...), s'occupe du dépôt de ce dossier puis, après l'instruction et la validation du dossier par la DRAAF, encaisse la subvention revenant aux communes et la leur reverse dès que les chantiers sont terminés.

Pour les forêts domaniales, l'État propriétaire a signé avec l'ONF une première convention visant la commercialisation de 100 000 m³ de bois de l'Est auprès d'industriels de l'Ouest en 2020, puis un avenant pour 150 000 m³ de plus jusque fin 2021. Les justificatifs des quantités réellement transportées et de traçabilité sont à fournir pour que ces sommes soient définitivement validées.

Une aide strictement limitée aux épicéas scolytés ! Pour ne pas contrevenir aux règles commerciales de l'Union européenne, l'aide de l'État concerne exclusivement l'épicéa, car elle est justifiée auprès de la Commission européenne sur le fondement du risque sanitaire, au sens où le scolyte est reconnu comme un des « organismes nuisibles aux végétaux [...] soumis à mesures de lutte obligatoire » et nécessite des solutions pour pouvoir intervenir très vite. Les autres essences victimes de dépérissement (sapin, hêtre...), qui ne relèvent pas juridiquement de ce type de mesure, sont donc indirectement pénalisées.



Chargement de train en gare de Verdun à destination du Sud-Ouest de la France.

Une mobilisation inédite et exemplaire de tous

Le travail à cette échelle nationale et le besoin de coordination qui l'a accompagné ont conduit à de profondes évolutions dans les habitudes de travail. Désormais pourtant, après plus d'une année et demie d'un tel fonctionnement et plusieurs centaines de milliers de m³ commercialisés, ce travail en réseau paraît naturel, et c'est un vrai plus dans la culture de l'ONF. Il n'y a pas si longtemps, quand les bois étaient vendus en bloc et sur pied pour l'essentiel, la concertation entre agences ou directions territoriales se limitait à la politique de prix et au calendrier des ventes. Avec les contrats d'approvisionnement alimentés par plusieurs agences, le cas échéant de directions territoriales (DT) voisines, il a fallu apprendre à se coordonner davantage, mutualiser certaines pratiques, et concevoir un outil partagé. La « crise scolytes » nous a fait franchir une nouvelle étape, nous forçant à changer radicalement d'échelle : toutes les DT travaillent ensemble à la commercialisation des bois, avec les trois DT du Sud et de l'Ouest qui jouent les « puits », les deux DT « source » que sont Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est, et la DT Auvergne-Rhône-Alpes, qui est à la fois puits et source. C'est du jamais vu, et c'est une expérience sur laquelle l'ONF saura capitaliser pour en tirer des atouts.

Coordination nationale de la logistique à longue distance

Pour honorer les engagements pris auprès des clients lointains, il a fallu organiser concrètement les flux. Trois grands types de flux se sont mis en place.

- 1 Flux routier pour clients disposant d'un réseau de transporteurs capable d'intervenir à l'échelle nationale : l'ONF leur met des stocks à disposition sur place de dépôt en forêt et ils s'occupent donc de la gestion du transport entre la forêt et l'usine.
- 2 Flux routier pour clients qui, inversement, n'ont pas la capacité de gérer le transport entre la forêt et l'usine à l'échelle nationale : l'ONF prend donc en charge cette opération, dans le cadre de contrats dits en « livraison franco », où le prix de vente inclut le transport. Un cadencement mensuel est convenu mais le nombre exact de livraisons est confirmé d'une semaine sur l'autre, et c'est à l'ONF de faire le régulateur à partir des stocks disponibles dans les différentes agences.
- 3 Flux route-rail ou route-eau pour Industriels de la trituration ayant mis en place un flux ferroviaire ou fluvial. Il s'agit des sociétés Egger et Smurfit, avec des trains spécifiques scolytes au départ de GE et BFC pour leurs usines respectives de Rion des Landes (40) et Biganos (33), mais aussi de Fibre Excellence qui a une ligne régulière sur la Saône et sur le Rhône pour son usine de Tarascon (13), et qui a accepté de prendre du bois scolyté sur cette ligne. Dans ce cas, la responsabilité de l'ONF est d'approvisionner les trains et les péniches (en complément d'autres fournisseurs) à partir de différents stocks en forêt, pour un volume prédéfini et dans des contraintes de temps relativement serrées : parfois un laps de 48 h seulement pour x wagons. Aucun contretemps n'est possible, car le train ou la péniche doit partir à l'heure prévue.

Dans tous les cas, il faut articuler production et expéditions, c'est à dire disposer des stocks nécessaires pour pouvoir les expédier selon les besoins clients au bon moment (voir aussi encadré). Là encore s'est révélé le besoin de mettre en place une coordination nationale, avec un pilote logistique unique. Et là encore, c'est le département commercial bois de la DCBS qui a endossé ce rôle.

La logistique consiste pour le coordinateur à récupérer l'état des stocks chez les agences qui produisent, récupérer les commandes client, en fonction de quoi il fabrique un programme de transport hebdomadaire qu'il communique à un affréteur de transport. Pour ce volet affrètement, l'ONF a passé un marché avec l'entreprise MAFF (Mauffrey affrètement ferroviaire et fluvial). L'affréteur réalise effectivement le programme de la semaine, soit avec les camions des agences Mauffrey, soit avec d'autres entreprises de transport, et retourne à l'ONF tous les éléments des transports réalisés.

Résumé ainsi, cela paraît assez simple. Mais quand il s'agit chaque semaine de charger plusieurs dizaines de wagons et d'assurer au moins 70 transports routiers longue distance, la coordination ne peut reposer sur une seule personne. Des appuis logistiques se sont donc organisés en DT, principalement pour les flux trains. Les flux longue distance ont commencé à partir d'août 2019. Nous avons annoncé à l'État un objectif de 200 000 m³ de bois transporté de l'Est vers l'Ouest ou le Sud fin 2020, et ce volume transporté a été atteint dès la fin octobre 2020. C'est un succès et bien plus encore : un socle pour l'avenir.



Chargement de camions dans le Doubs pour expéditions longue distance.

Une chaîne d'approvisionnement tendue... et flexible

Compte tenu de la complexité de la logistique, il est tentant de vouloir constituer par précaution un maximum de stock de bois « prêt à l'envoi » en bord de route, quitte à devoir le laisser attendre un peu. Mais est-ce possible sans dépréciation ? Ou faut-il impérativement limiter le temps de stockage et avoir une réactivité très forte ?

Il n'y a pas de réponse univoque. En plein hiver (décembre-janvier) l'état des bois est assez stable, ils peuvent attendre. Au-delà, c'est beaucoup plus hasardeux. On a vu par exemple des piles de bois bleuir en deux semaines lors d'un retour de chaleur en automne. Ce bleuissement n'altère pas les propriétés physico-mécaniques du bois, mais selon les clients, il est toléré ou non (ceci est précisé au contrat). Pour des clients qui ne l'acceptent pas, on doit travailler quasiment en flux tendu dans les périodes sensibles. Autre exemple de difficulté : il y a eu en avril-mai 2020 une vague de chaleur brutale, les bois ont séché très vite et éclaté : cela milite pour ne pas constituer trop de stock d'avance

C'est pourquoi on s'oriente vraiment sur une chaîne d'approvisionnement flexible. L'objectif est de réduire au maximum le délai entre la récolte et l'expédition, pour éviter les problèmes de dégradation de la qualité mais aussi, on l'a vu avec la crise Covid, pour éviter que le stock nous reste sur les bras quand il y a un retournement de situation sur les marchés et donc des besoins clients. Pour être efficace, la chaîne doit donc être aussi tendue que possible, mais sans risquer pour autant la rupture d'approvisionnement qui serait source d'insatisfaction pour le client. Sur certains de nos flux trop « tendus », il suffit d'une panne de porteur ou d'intempéries (trombes d'eau, chutes de neige...) et la chaîne est rompue, avec des complications en cascade. Le curseur est délicat à manier. D'où l'intérêt de ne pas avoir un seul site de production pour un même client : lorsque plusieurs agences contribuent au contrat, si l'une d'elles rencontre un pépin, il y a des chances que les autres puissent suppléer.

Pour cela, le relai des missions commerciales bois en territoires s'est révélé fondamental en cette période de scolytes, parce que c'est à cette échelle que se fait déjà une partie de la coordination de la production, en interface avec les autres DT : c'est là qu'on oriente la programmation des chantiers pour mettre à disposition en temps voulu les types et volumes de produits attendus et s'assurer que les flux ne s'interrompent pas, vers nos clients locaux, nationaux et à l'export.

ÉVALUATION DES DÉGÂTS ET RECENSEMENT DES SURFACES À RECONSTITUER

Brigitte Pilard-Landeau⁽¹⁾, Hélène Touyeras⁽²⁾, Nicolas Degarne⁽³⁾

(1) ONF-DFRN-Gestion durable et multifonctionnelle des forêts

(2) MAGELLIUM pour ONF-DSI-Département solutions métiers

(3) ONF-DT Grand Est, pôle système d'information

Les solutions géomatiques offertes par le portail SIG ONF ont permis de mutualiser à l'échelle nationale un prototype de recensement cartographique des dégâts (surfaces sinistrées) conçu en Grand-Est. De là est né l'outil web-carto destiné à recenser les besoins en reconstitution et informations techniques associées. Car l'effort de reconstitution est un processus lourd à construire soigneusement.

La phase de récolte des bois scolytés ou dépérissants entre 2018 et 2020 a entraîné dans certaines zones des mitages de peuplements mais aussi, le plus souvent, la perte totale du capital bois de très nombreuses parcelles forestières ou unités de gestion (UG). Cela a conduit dès la fin de 2019, au vu de l'ampleur des zones sinistrées, à se poser la question de l'importance des surfaces à reconstituer et de la remontée d'informations venant des gestionnaires sur les premières orientations techniques.

Cependant, l'épisode sanitaire qui touche plus particulièrement les peuplements d'épicéa commun du Grand-Est, n'épargne pas les autres territoires et concerne aussi d'autres essences, pour des causes qui peuvent être différentes de celle des scolytes.

Les enjeux de reconstitution pour les gestionnaires passent par la connaissance de l'ampleur des surfaces touchées et des macro-itinéraires envisagés ; c'est indispensable pour s'organiser d'un point de vue technique (quelles essences, quel mode de reconstitution, quelle protection éventuelle contre les ongulés...) mais aussi financier (subvention, mécénat...).

Les informations remontées permettent de mieux se préparer dans la planification des moyens techniques à mobiliser (fourniture de graines et plants forestiers, marchés de reboisement...).

Comment faire un recensement simple, souple, utile et rapide pour tous ?

C'est à partir des premières réflexions de la DT Grand Est qu'il a été décidé de mutualiser à l'échelon national un prototype de web-cartographie (= cartographie en ligne) visant à recenser toutes les zones sinistrées à l'aide d'informations simples : point de localisation dans une Unité de Gestion (UG) touchée, surface à reconstituer, cause du sinistre, essence dépérissante, essence(s) de reconstitution visée(s), mode de reconstitution, type de protection contre les ongulés... et de fournir des synthèses sous forme de tableaux de bord récapitulatifs tout en permettant une extraction des données obtenues (pôle SIG national).

Outil souple, la web-cartographie « Saisie des besoins en reconstitution » permet d'identifier un point de localisation dans une UG, de saisir des informations obligatoires ou facultatives, d'enregistrer sa saisie, de revenir pour modifier ou compléter les informations en tant que de besoin et de stocker le tout dans une base de données.

Outil utile, la web-cartographie avec ses tableaux de bord permet d'avoir un résultat sur la localisation des relevés à l'échelle de la France, de la Direction Territoriale, de l'Agence, de l'UT ou de la Forêt (Fig. 1). L'outil cartographique peut générer des restitutions permettant de mieux communiquer avec la commune, la direction régionale de l'Agriculture et de la Forêt, ou d'autres partenaires.

Outil rapide, la web-cartographie est accessible depuis le poste ONF du technicien ou du responsable d'UT et permet de saisir et visualiser rapidement des informations techniques. L'outil ainsi créé et accessible grâce au portail SIG de l'ONF facilite le repérage rapide de la localisation avec les recherches par forêts et parcelles et le zoom sur fonds de cartes et photographies aériennes de la BD ORTHO® de l'IGN affichant le parcellaire ONF.

Quelles sont les surfaces à reconstituer en début 2021 ?

Sur l'ensemble des forêts publiques

À la mi-mars 2021, plus de 47 000 ha à reconstituer ont été recensés dans les forêts publiques avec cet outil web-cartographique. Cela représente un taux de dégâts de 30% pour les parcelles touchées par l'actuelle crise sanitaire. Les deux territoires les plus affectés par des dégâts sont le Grand-Est et la DT Bourgogne Franche-Comté avec respectivement 17 800 ha détruits en GE et 9 700 ha en DT BFC. Les surfaces recensées sont liées pour 45% aux dégâts de scolytes et pour 30% aux impacts de sécheresse, canicule ou à l'impératif d'adaptation aux changements climatiques ; les autres causes sont pour 15% d'ordre biotique (dégâts de chalarose, encre, hanneton), et pour 10% d'ordre abiotique (tempêtes, inondations ou incendies).

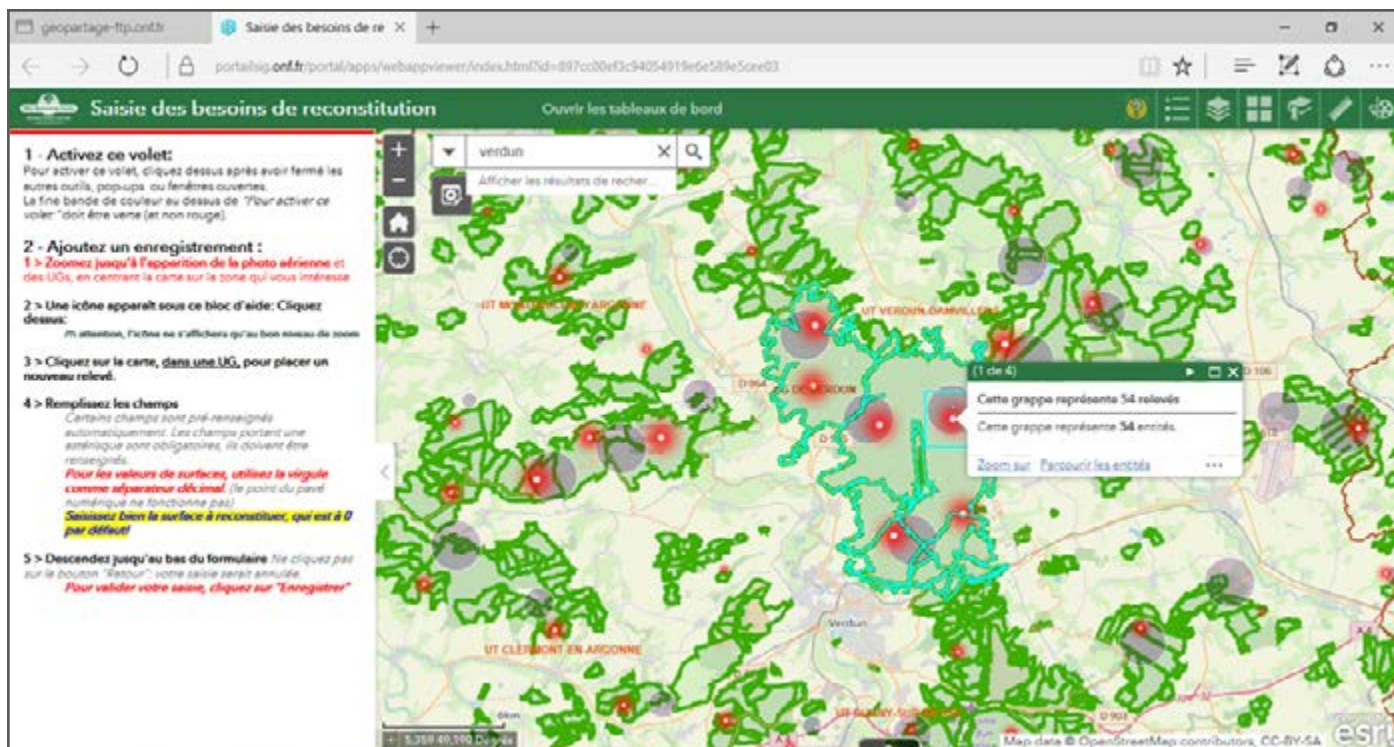


Figure 1. Image de l'écran de la web-cartographie de saisie (mi-mars 2021).



Figure 2. Image écran (mi-mars 2021) du tableau de bord de la web-cartographie sur les points recensés par essence touchée.

L'essence la plus touchée est l'épicéa commun, avec 49% des surfaces recensées (Fig. 2) ; le sapin pectiné quant à lui représente 5% des surfaces et les autres résineux tels que pin sylvestre, pin maritime, pin noir... cumulent 18% des surfaces. Le reste des surfaces, soit 28%, résulte du dépérissement d'essences feuillues avec principalement le hêtre (7%), les chênes sessile et pédonculé (7%), le châtaignier (2%).

Une partie des espaces à reconstituer n'a pas encore d'essence(s) envisagée(s) pour la reconstitution (18800 ha), mais lorsque l'information est donnée, 48% des surfaces sont prévues en feuillus autochtones avec 27% en chêne sessile, 2% en feuillus exotiques (à titre expérimental), 49% en résineux et 1% en résineux exotiques (à titre expérimental).

Les essences touchées sont résineuses à 72% et feuillues à 28% tandis que les essences de reconstitution, quand elles sont déjà prévues, sont 50% résineuses et 50% feuillues. Les pistes envisagées vont dans le sens de l'abandon de l'épicéa en plaine au bénéfice de feuillus autochtones chaque fois que possible en diversifiant les essences.

Lorsque le mode de reconstitution a déjà été choisi (33 900 ha), les plantations en plein sont plus importantes (44%) que les plantations par placeaux (29%), la régénération naturelle avec ou sans enrichissement représente 16%, alors que certaines surfaces seront laissées en libre évolution sans aucune intervention (11%) (Fig. 3). La prépondérance des plantations a deux causes : l'impossibilité de régénération faute de semenciers ou d'arbres préexistants fructifères, et la nécessité, dans le cas des épicéas de plaine par exemple, de changer d'essence(s) objectif(s) pour cause d'inadaptation aux changements climatiques.

Pour la libre évolution, il s'agit d'une part d'observer l'évolution des essences qui peuvent s'installer et d'autre part d'éviter les situations stationnelles difficiles à reconstituer.

En forêt domaniale

47% des surfaces recensées sont en forêt domaniale, dont 19% suite à des attaques de scolytes, 16% pour cause de sécheresses, canicules ou changements climatiques, 9% pour d'autres causes biotiques comme la charlarose, l'encre ou le hanneton, et 3% pour événements abiotiques divers.

L'épicéa commun représente 42% des surfaces de peuplements sinistrés en forêt domaniale, le hêtre 6%, le sapin pectiné 3%, les chênes 10%, les autres résineux 21%, les autres feuillus 18%.

Une partie des espaces à reconstituer n'a pas encore d'essence(s) envisagée(s) (9150 ha), mais lorsque l'information est donnée (Fig. 4), 48% des surfaces sont prévues en feuillus autochtones avec 28% en chêne sessile, 1% en feuillus exotiques (à titre expérimental), 49% en résineux et 2% en résineux exotiques (à titre expérimental).

Lorsque le mode de reconstitution a déjà été choisi (14 900 ha), les plantations en plein sont plus importantes (52%) que les plantations par placeaux (27%) ou avec enrichissement (7%), certaines surfaces seront laissées en libre évolution (11%) (Fig. 3).

En forêt des collectivités

53% des surfaces recensées sont en forêt des collectivités, dont 26% suite à des attaques de scolytes, 15% du fait des sécheresses, canicules ou changements climatiques, 6% pour d'autres causes biotiques comme la charlarose, l'encre ou le hanneton, et 6% pour événements abiotiques divers.

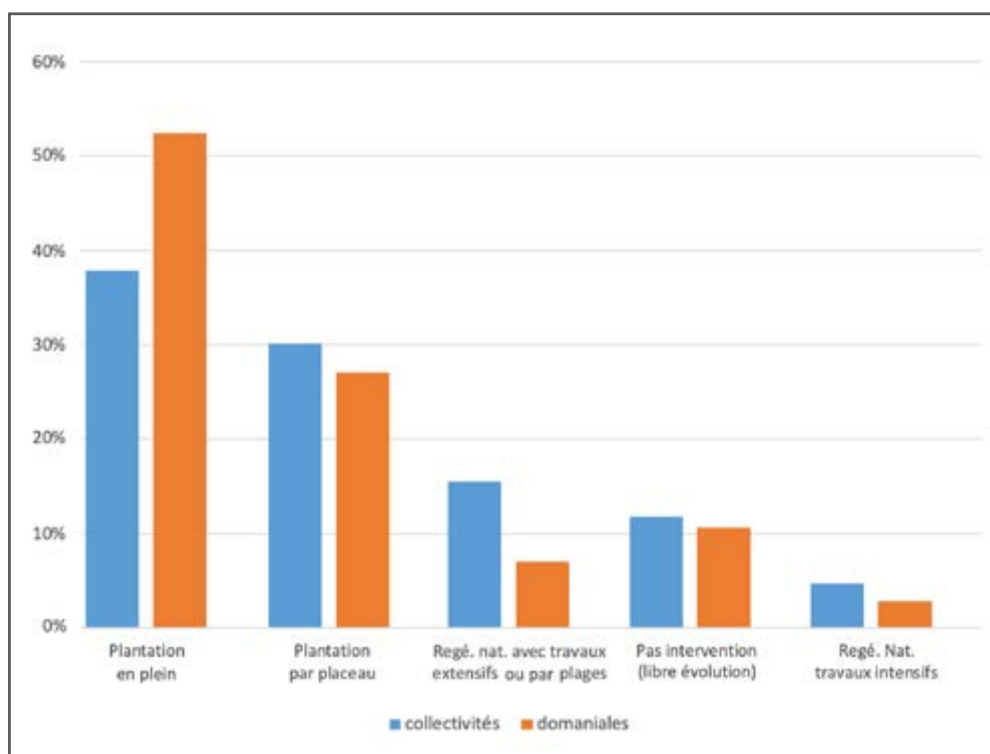


Figure 3. Part des modes de reconstitution envisagés par type de propriété.

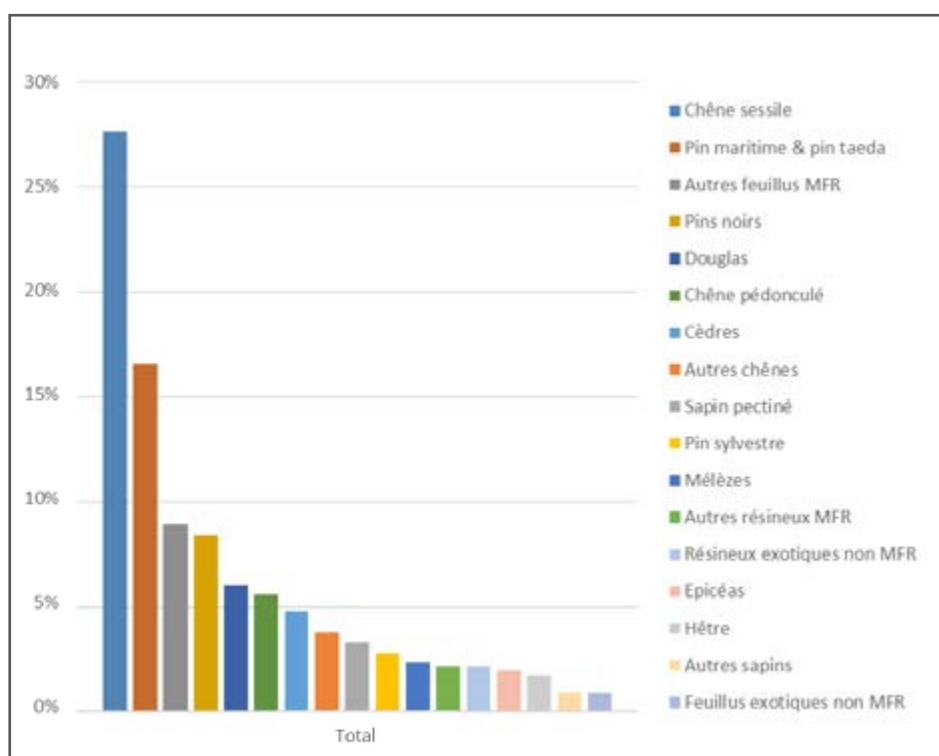


Figure 4. Répartition des essences de reconstitution en forêt domaniale.

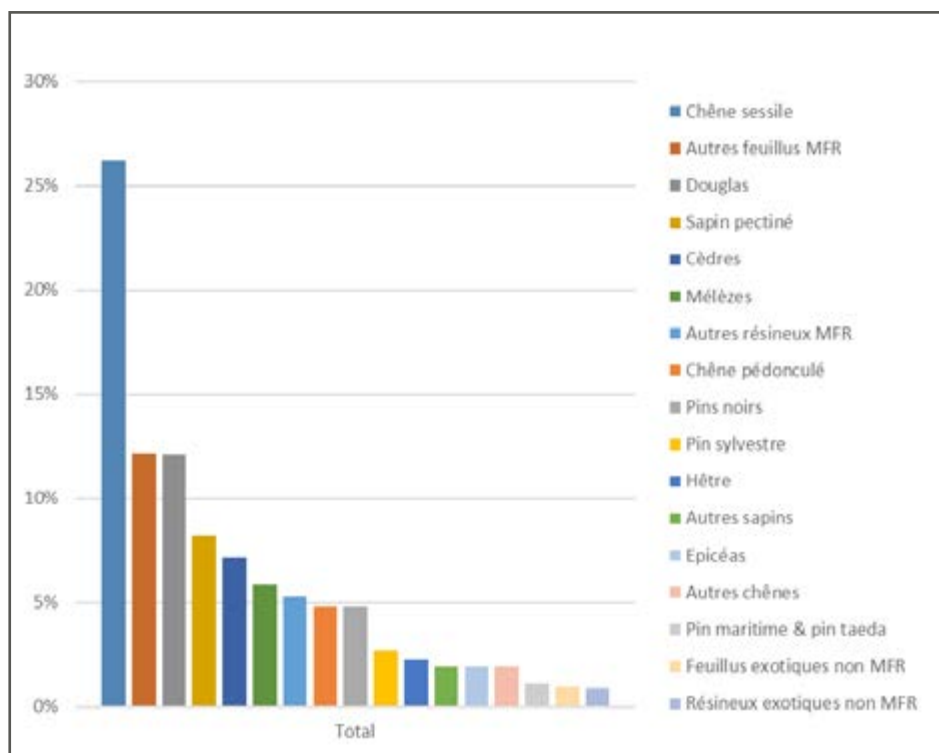


Figure 5. Répartition des essences de reconstitution en forêt des collectivités.
N.B. la légende est différente de celle de la figure 4.

L'épicéa commun représente 55% des surfaces de peuplements sinistrés en forêt des collectivités, le hêtre 9%, le sapin pectiné 6%, les chênes 3%, les autres résineux 15%, les autres feuillus 12%.

Une partie des espaces à reconstituer n'a pas encore d'essence(s) envisagée(s) (9 400 ha), mais lorsque l'information est donnée (Fig. 5), 47% des surfaces sont en feuillus autochtones avec 26% en chêne sessile, 1% en feuillus exotiques (à titre expérimental), 51% en résineux et 1% en résineux exotiques (à titre expérimental).

Lorsque le mode de reconstitution a déjà été choisi (18 800 ha), les plantations en plein sont plus importantes (38%) que les plantations par placeaux (30%) ou avec enrichissement (16%), certaines surfaces seront laissées en libre évolution (12%). On remarque la moindre proportion de plantations en forêts des collectivités (68%) qu'en forêt domaniale (79%), ce qui peut s'expliquer en partie par des chantiers plus morcelés et des difficultés de réinvestissement plus accentuées en forêts des collectivités.

En conclusion

Avec plus de 47 000 ha à rétablir dans les forêts publiques dont une grande partie avec des plants forestiers, l'effort de reconstitution nécessite d'avoir un processus de mise en œuvre parfaitement construit. Le recensement et la macro-planification sont les premières étapes de ce processus. Les autres étapes (approvisionnement en graines et plants, production de plants, élaboration de marchés de culture, de marchés de plantations) supposent des moyens financiers importants et une logistique dans les moyens techniques pour apporter des réponses diversifiées pour la forêt de demain avec une large palette de solutions.

LA RECONSTITUTION EN CLIMAT CHANGEANT : UN DÉFI SUPPLÉMENTAIRE POUR LE FORESTIER

Hélène Chevalier

ONF-DFRN-GDMF, Experte travaux forestiers patrimoniaux

Thierry Sardin

ONF – DT Midi-Méditerranée, expert sylvicultures

Une fois passés le constat de crise et l'exploitation des arbres touchés, les démarches préalables à la reconstitution peuvent commencer. Le forestier n'est, heureusement, pas démuni pour s'engager dans ces opérations : des guides et cadrages ont été élaborés suite aux crises de grande ampleur que la forêt française a connues par le passé. Parmi les plus récents, on peut citer le guide Reconstitution des forêts après tempêtes (ONF, 2001) ou la charte de bonnes pratiques Reconstitution des forêts publiques du plateau landais après la tempête Klaus (ONF, Agence Landes Nord Aquitaine, 2011). L'application de ces cadrages aux crises actuelles que subissent nos massifs ne peut toutefois être que partielle, du fait de la nature de la crise rencontrée d'une part, et des changements climatiques dont les effets se font déjà ressentir, d'autre part.

Les crises changent de nature

Les reconstitutions qui s'engagent différeront de celles qui ont été mises en œuvre jusqu'à ces dernières années, car la nature des crises que traversent actuellement les massifs forestiers diffère de celle des grands aléas du passé. Ces reconstitutions intervenaient la plupart du temps après tempête ou incendie, lesquels, sauf contextes de parcelles particuliers (exposition au vent notamment) ne remettaient pas en cause les choix de gestion en termes d'essences objectif.

Or, les crises que nous traversons désormais remettent en cause ces choix d'essences : les crises biotiques que connaissent actuellement nos massifs – scolytes, chalarose, encre parmi les principales – sont accentuées par la répétition de crises d'origine abiotique liées aux dérèglements climatiques, en premier lieu la sécheresse, qui fragilisent les arbres face aux pathogènes. Les projections issues des modèles climatiques et forestiers prévoient des modifications fortes, voire radicales dans certains contextes, des recommandations d'essences à utiliser par contexte stationnel et géographique. L'incertitude liée aux évolutions climatiques impose en outre l'emploi de stratégies variées pour atténuer les risques.

Les préconisations de reconstitution existantes : ce qui reste valable et ce qu'il faut faire évoluer

Les guides de reconstitution existants proposent d'une part une méthode de travail pour élaborer les projets, et d'autre part des recommandations techniques pour orienter les choix.

La méthode de travail consiste à cartographier les zones de dégâts et à y réaliser un diagnostic, de manière à définir les objectifs à poursuivre, à prioriser entre les différentes parcelles à reconstituer puis à établir un itinéraire de travaux détaillant la planification des opérations. Ces actions

vont généralement de pair avec la mise à jour des aménagements lorsque l'ampleur des dommages les rend caducs. La méthode reste pleinement applicable dans le contexte de reconstitution actuel, moyennant des adaptations pour mieux intégrer au diagnostic la prise en compte des facteurs de vulnérabilité des essences aux conditions climatiques ou aux pathogènes. Les autres éléments constitutifs du diagnostic – descripteurs du sol et de la station, espèces ligneuses et non ligneuses présentes ou susceptibles d'apparaître, contexte des peuplements alentour, enjeux liés à l'eau, à la biodiversité, au paysage, à l'accueil ou au patrimoine, équilibre forêt-gibier, risques biotiques et abiotiques – demeurent déterminants, avec une pression sociétale de plus en plus exprimée vis-à-vis de la gestion forestière.

Les recommandations techniques données dans les guides existants sont principalement axées sur la priorité au maintien des arbres encore sur pied, la préférence à la régénération naturelle via l'utilisation des semis présents ou l'attente de leur installation et, s'il faut recourir à la plantation (voir encadré), la réduction des travaux au strict nécessaire, la priorité des investissements sur les stations productives, une recherche de mélange d'essences et la préservation du sol, de la biodiversité et de l'ambiance forestière.

Lorsque les possibilités d'essences-objectif adaptées aux conditions stationnelles et aux conditions climatiques futures changent nettement par rapport aux essences qui prévalaient jusqu'alors, elles remettent en cause ce principe majeur d'utilisation ou d'attente de la régénération naturelle. Le niveau pressenti de vulnérabilité des essences présentes

Les méthodes de reconstitution artificielle : plantation vs semis

La plantation n'est pas le seul moyen de reconstitution artificielle possible. Dans certains cas très particuliers, la méthode du semis direct peut être préconisée pour reconstituer des milieux spécifiques. Cette technique a la réputation d'être moins coûteuse et de permettre l'installation de peuplements plus denses, donc aux tiges mieux conformées et moins sensibles à la dent des cervidés. C'est le cas par exemple du semis de pin maritime, pratiqué de longue date sur le massif aquitain, pour lequel des graines sont récoltées sur peuplement classés, semées mécaniquement et donnent naissance à des tiges à branchaison plus fine. Cette méthode nécessite toutefois plus de graines à l'hectare que la plantation, elle est donc à limiter à des cas d'essences dont la disponibilité en graines est suffisante et à des contextes pour lesquels la technique est maîtrisée, pour limiter le risque d'échec. On peut constater que la part du renouvellement en semis sur le massif aquitain, très largement majoritaire avant la tempête Klaus, est devenue minoritaire du fait de la pression sur la ressource en graines.



© Giada Comestari / Imagéo

Ces plants de chêne rouge d'Amérique, installés après exploitation d'un peuplement d'épicéa scolyté en FD du Somail (81), devraient contribuer localement à l'adaptation aux évolutions climatiques.

doit orienter le choix entre un changement d'essence complet ou une introduction d'autre(s) essence(s) (ou provenances de la même essence) en mélange avec la régénération naturelle qui demeure l'une des essences-objectif. Le changement d'essence complet peut se faire sous forme de placeaux dès lors qu'un bourrage ligneux se développe naturellement : cet itinéraire constitue une alternative intéressante aux plantations en plein et peut aussi être retenu pour des collectivités propriétaires habituées à renouveler systématiquement les peuplements par plantation. L'introduction d'autre(s) essence(s) peut se faire sous forme de quelques placeaux à l'hectare à but de diversification ou bien sous forme de bouquets plus grands. Quel que soit le choix retenu, il est important de définir l'essence ou les essences qui constitueront l'objectif et d'identifier celles qui joueront le rôle d'accompagnement apportant un gainage et de la biodiversité.

Le maintien des arbres en place dans ce contexte de changement climatique doit être analysé sous le prisme du déroulement de la crise, de leur vulnérabilité à court ou moyen terme et de l'investissement à réaliser, tout en tenant compte de leur rôle en termes de biodiversité : si la crise est susceptible de toucher à leur tour ces arbres survivants et si une plantation avec changement d'essence objectif est prévue en proximité immédiate, il peut être préférable de procéder à leur exploitation sans délai afin d'éviter d'endommager les plants introduits, sauf si ces arbres jouent un rôle vis-à-vis de la biodiversité locale.

Les autres recommandations restent pertinentes : plus que jamais, la préservation des sols et des écosystèmes est à garantir. Dans les sols dégradés, la réserve en eau est plus faible, menaçant plus encore la survie des arbres dans un contexte de sécheresses estivales en augmentation. La diversité des essences, des structures de peuplements et des modes de sylviculture est à rechercher activement : le concept de forêt mosaïque sera omniprésent dans l'élaboration des stratégies de reconstitutions. Le recours accru à la plantation devra s'accompagner d'une rationalisation stricte des travaux afin d'en minimiser le coût : l'analyse économique des itinéraires de travaux envisagés sera indispensable pour éclairer les choix entre les alternatives possibles, cette analyse ne devant pas se contenter d'étudier les coûts mais d'intégrer les retours sur investissements. L'utilisation du recrû naturel en gainage des plants installés permettra

de minimiser les densités de plantation partout où c'est possible, et de diminuer l'abroustissement des plants dans les zones où la pression du gibier reste modérée. Donner la priorité aux stations productives reste globalement une approche à suivre, les stations à faible productivité étant de préférence laissées en évolution naturelle de même que les zones dont le coût de reconstitution serait trop élevé (du fait de la pente, de la configuration du terrain...) au regard de leur potentiel de production de bois de qualité. Il conviendra également de ne pas chercher à reconstituer les petites surfaces : ces zones permettent le développement ou le maintien d'une biodiversité à préserver.

Nouvelles stratégies de reconstitution : vers l'établissement de nouveaux guides ou de nouveaux itinéraires ?

Nos guides de sylviculture traitent majoritairement de la conduite de peuplements à une essence principale et de ce fait, nos itinéraires de travaux sylvicoles (voir encadré) sont axés sur les régénérations ou plantations en plein d'une seule essence-objectif, accompagnée éventuellement de bouquets d'essences précieuses ou diverses.



© Thierry Sardin, ONF

Mélange chêne sessile – pin sylvestre, un mélange ancien et répandu dans les forêts du Centre (forêt privée)... imaginable pour d'autres régions ?

Les orientations données en matière de mélange d'essences et de diversification devront s'accompagner de réflexions sur la conduite de ces peuplements à la fois au stade juvénile et à l'âge adulte. Si la plantation de mélanges pied à pied est généralement déconseillée au profit des mélanges par placeaux suffisamment grands ou de bouquets, nous n'avons pas actuellement assez de référentiels sylvicoles pour la conduite de peuplements avec deux essences (ou plus) à parts équivalentes. Les travaux d'élaboration d'un guide consacré aux mélanges ont donc débuté avec pour objectifs d'une part, d'apporter des connaissances sur les couples d'essences compatibles en mélange du point de vue de leur autécologie ou au contraire à éviter, et d'autre part de donner des recommandations pour introduire du mélange par plantation ou le favoriser dans les régénérations naturelles, puis maintenir ce mélange au fur et à mesure de la vie du peuplement jusqu'à la commercialisation des produits.

Par ailleurs, les essences pour lesquelles nous disposons de guides de sylviculture sont soit des essences autochtones, soit des essences introduites de longue date et utilisées largement en production. Le recours à de nouvelles essences (dont essences autochtones que l'on fait migrer hors de leur niche actuelle), et surtout la constitution de nouveaux mélanges nécessiteront l'établissement de diagnostics sylvicoles plus fréquents qu'actuellement avec une capitalisation de données permettant d'établir des recommandations de sylviculture adaptées.

En outre, la recherche de coûts de travaux réduits pousse de plus en plus les gestionnaires vers la plantation par placeaux, ce qui répond également bien à la recherche de plus de mélange ; en témoignent les stratégies de reconstitution établies par les DT qui mettent en avant les plantations et les enrichissements par placeaux. Les schémas de plantations par placeaux prévoient l'implantation d'un nombre défini de placeaux installés à intervalles réguliers, selon un dispositif systématique



Mélange pin sylvestre, hêtre et sapin dans les Vosges, un mélange ancien des forêts de moyenne montagne.

© Thierry Sardin, ONF

Les itinéraires techniques de travaux sylvicoles - ITTS

Les Itinéraires techniques de travaux sylvicoles sont des référentiels techniques de tâches à prévoir pour mener à bien les régénérations, naturelles ou par plantations, pour une essence et un contexte donné. Ils décrivent la chronologie la plus probable des travaux nécessaires, en préparation ou en entretien, à mettre en œuvre pour obtenir un peuplement répondant aux caractéristiques de densité et de qualité souhaitées. Le coût des travaux est chiffré sur la base de prix moyens constatés, et aboutit à un coût total pour l'itinéraire sur toute sa durée.

Les ITTS peuvent intégrer des options pour tenir compte de facteurs qui ne sont pas systématiquement rencontrés, ou des variantes lorsque plusieurs types de travaux permettent d'atteindre l'objectif recherché. Le chiffrage des ITTS permet alors de comparer les variantes possibles, sur la totalité de l'itinéraire.

Ces ITTS sont élaborés sur la base de cas de peuplements obtenus grâce à ces enchaînements de travaux. Ils visent à raisonner au plus juste les interventions proposées, en signalant les alternatives, fréquences et intensités de travail strictement nécessaires.

et comptant chacun un nombre de plants fixe. Les densités résultantes à l'hectare cadastral peuvent être regroupées en deux familles : une densité moyenne de 500 à 600 plants lorsque l'on vise un changement d'essence principale du peuplement, et une densité de 200 à 250 plants lorsqu'il s'agit d'introduire du mélange.

Nos itinéraires sylvicoles actuels n'intègrent ces dispositifs par placeaux (de la première famille) que pour certaines essences et pour certains contextes biogéographiques (résineux de moyenne montagne, chênaies continentales...). Ils doivent être complétés pour les autres contextes biogéographiques et la deuxième famille, avec étude des coûts constatés afin de chiffrer les différents itinéraires et de les comparer entre eux (en tenant compte du retour sur investissement). Cette technique des placeaux n'est mise en œuvre à large échelle et dans des contextes variés que depuis quelques années : un retour d'expérience sera à mener afin de pouvoir proposer des recommandations pour l'installation, la conduite et l'exploitation de ces types de peuplements.

Quelle urgence pour les reconstitutions ?

Les guides de reconstitution existants préconisent généralement de ne pas se hâter, sauf dans les cas suivants : changement d'essence impératif ; risque de blocage par la végétation concurrente ; possibilité de bénéficier d'un dispositif d'aide publique à la reconstitution.

La nécessaire substitution d'une essence inadaptée aux conditions climatiques futures et l'éligibilité d'une partie des reconstitutions au Plan de relance économique 2021-2022 (voir encadré) correspondent ainsi à des situations où l'attente n'est pas souhaitable avant d'entamer le projet de reconstitution – dans le cadre du plan de relance, il faut au contraire que les travaux se fassent rapidement pour pouvoir bénéficier de la subvention.

D'une manière générale, il faut se défendre d'un excès de précipitation car il occasionne des coûts qui pourraient être évités en attendant quelques saisons de végétation et il nuit à la réalisation des chantiers dans de bonnes conditions. Cependant les évolutions climatiques qui s'accroissent rendent de plus en plus nécessaires des actions destinées à diversifier les peuplements et les massifs et varier les itinéraires et les modes de gestion sylvicole. Ces interventions vont concerner une très grande majorité du territoire : face à l'ampleur de la tâche à accomplir pour façonner une forêt plus résiliente, il faut donc entamer sans tarder l'adaptation des peuplements en place afin de leur donner un maximum de chances pour l'avenir.

En conclusion

Les chantiers de reconstitution auxquels doivent faire face les gestionnaires diffèrent de ceux que les forestiers ont eu à traiter par le passé et nécessitent des évolutions des stratégies et des pratiques. Ces évolutions seront intégrées dans le projet de mise à jour du guide Reconstitutions, qui débutera en 2021, et certaines d'entre elles devront être déclinées à différents niveaux dans les autres outils à disposition du gestionnaire : ITTS et guides de sylviculture.



Le plan de relance

Le plan France Relance a été présenté par le Gouvernement le 3 septembre 2020 : ce plan est destiné à investir dans les secteurs économiques porteurs d'avenir, durement touchés par la crise sanitaire liée à la Covid-19, à créer les emplois de demain et à accélérer la conversion écologique de la France et de son tissu productif. 100 milliards d'euros y sont consacrés, dont 200 millions destinés aux investissements forestiers et aux outils de financement pour les entreprises de la filière forêt-bois.

L'une des mesures, baptisée « Aider la forêt à s'adapter au changement climatique pour mieux l'atténuer », comporte un volet consacré au renouvellement forestier, qui vise à soutenir les propriétaires forestiers qui investissent pour adapter leurs forêts au changement climatique ou pour améliorer leur contribution à son atténuation. Elle est dotée d'une enveloppe de 150 millions d'euros : la reconstitution de forêts sinistrées, l'adaptation de peuplements vulnérables et l'amélioration de peuplements pauvres pour mieux atténuer les changements climatiques peuvent venir y émarger, à la condition d'être engagées avant fin 2022 et d'être terminées pour la fin 2024.

Le gouvernement a fixé un objectif de reboisement de 45 000 hectares de forêt, tant publique que privée, à améliorer, adapter, régénérer ou reconstituer, avec environ 50 millions d'arbres. La forêt domaniale y contribuera pour environ un tiers de la surface, avec 3450 ha prévus en plantation en plein, 3700 ha prévus en plantation par placeaux et 7500 ha prévus en plantation d'enrichissement de la régénération naturelle ou en semis directs.

Références

Mortier F., 2001. Guide Reconstitution des forêts après tempêtes – pour une stratégie de reconstitution durable. Paris : ONF, 153 p.

Canteloup D., 2011. Reconstitution des forêts publiques du plateau landais après la tempête Klaus : charte de bonnes pratiques. Bruges (33) : ONF Agence Landes Nord Aquitaine, 40 p.

UNE CRISE RÉVÉLATRICE DES DÉFIS POUR L'AVENIR

Albert Maillet

ONF – Directeur Forêts et Risques Naturels

Favorisés par des sécheresses à répétition dont celle particulièrement marquée de l'été 2018, les scolytes se sont abattus dès la fin de l'été 2018 sur l'épicéa commun dans l'Est de la France, et n'ont cessé de progresser au fil des mois. Mais au-delà de cette prolifération qui provoque des dépérissements et mortalités considérables au sein des peuplements, c'est à une crise climatique entamée à bas bruit depuis une vingtaine d'années, à une véritable tempête silencieuse et insidieuse sans précédent, que les forêts s'avèrent désormais confrontées. De nombreux paramètres et projections nous font craindre que cette crise des scolytes soit finalement le révélateur d'un problème beaucoup plus durable, qui risque de s'aggraver, s'amplifier et s'étendre à d'autres essences au fil des années.

Un immense défi technique et humain

Aussi, cette douloureuse épreuve qui frappe les pessières amène à s'interroger sur les capacités des forêts à s'adapter aux évolutions du climat, ainsi qu'aux menaces sanitaires qu'elles peuvent induire. C'est un immense défi technique et humain, dans lequel l'ONF a commencé à s'engager résolument il y a une bonne dizaine d'années, aux côtés d'autres acteurs de la recherche et du développement, pour progresser sur le plan scientifique et technique. Aujourd'hui, face à la rapidité, la brutalité, la gravité des dommages, ces travaux précurseurs ont permis d'accompagner la mobilisation de l'ensemble de la sphère politique, financière et technique, la solidarité des acteurs et des gestionnaires, de répondre à cette nouvelle forme de crise, et comme le montrent les multiples enseignements et témoignages relatés dans ce numéro, et de progresser dans de nombreux domaines. La feuille de route du MAA relative aux forêts face au changement climatique, fruit d'un exercice collectif de l'ensemble de la filière, en est la preuve la plus récente.

Réfléchir et prendre des décisions dans l'incertitude

Au-delà des méthodes et connaissances qui ont pu progresser, des apprentissages qui se sont renforcés, il est un autre enseignement dont nous devons prendre conscience : le défi de la gestion de ces crises, de la reconstitution qui va suivre, de l'adaptation des forêts aux évolutions du climat ne relève pas seulement de problématiques biologiques, écologiques, sylvicoles, ou encore scientifiques. C'est un véritable changement dans nos modalités de réflexions et de prise de décision face à ce faisceau, cette cascade d'incertitudes, que nous devons engager, et finalement une évolution culturelle profonde qui intéresse l'ensemble de la société, de plus en plus étroitement préoccupée par l'avenir et la gestion des forêts. En effet ces interventions faites avec détermination, mais également avec grande humilité, s'inscrivent dans un contexte d'incertitude susceptible de générer des craintes et donc des réticences à agir ; or il faut accepter le principe d'un apprentissage basé certes sur des succès mais aussi sur des échecs documentés par les retours d'expérience.

Diversifier les approches et les solutions

Plus que jamais cette actualité nous montre combien nous avons besoin de travailler en partenariat avec l'ensemble des acteurs, en France, mais

aussi avec nos interlocuteurs européens, et en recherchant un dialogue ouvert avec nos partenaires en territoires. Union des forces, mobilisation des compétences, des savoirs et des savoir-faire, dans une démarche collaborative, participative, nous explorons aussi de nouvelles façons de faire : car la diversité des approches et des solutions mises en place, la mutualisation des enseignements tirés des expériences réussies et des échecs, la consolidation de nos connaissances, le partage avec les acteurs et parties intéressées à la forêt, l'ouverture à la discussion, seront les meilleurs atouts pour AGIR et co-adapter la forêt de demain.

Une nouvelle édition augmentée du "Guide de gestion des crises sanitaires en forêt"



Dans le cadre du RMT Aforce*, un guide de gestion des crises sanitaires forestières a été publié en 2010 et diffusé à l'ONF jusqu'au niveau des Unités territoriales (NDS-11-G-1694). Il s'appuyait notamment sur l'analyse de crises reconnues, dont celle des Scolytes de l'épicéa en forêt privée en Bourgogne Franche-Comté après la sécheresse/canicule de 2003.

Hélas, de nombreuses crises sanitaires sont survenues au cours de la décennie passée, affectant gravement la gestion forestière dans de nombreuses régions, mais aussi les acteurs de la filière-bois et parfois la santé humaine. Les organismes partenaires du RMT, auquel l'ONF participe, ont donc souhaité ré-éditer ce guide : une nouvelle version (2020) actualisée sur la base des connaissances nouvellement acquises et des outils disponibles a été réalisée et mise à disposition en novembre 2020 (ref. NDS-20-G-2096 ; 9200-11-GUI-CRI-003). Elle a été enrichie des retours d'expérience de crises récentes.

La cible reste la même : fournir des recommandations à des acteurs confrontés à une crise en émergence pour leur permettre répondre au mieux, de manière partenariale et organisée, aux nouveaux défis souvent complexes auxquels ils doivent faire face.

Pour illustrer ces recommandations, l'analyse des expériences passées s'enrichit de 6 nouvelles fiches de cas qui concernent :

- le dépérissement des chênes en Lorraine ;
- la chalarose du Frêne dans le Nord de la France ;
- le Nématode du Pin au Portugal ;
- le dépérissement du Sapin dans les Alpes du Sud ;
- la maladie des bandes rouges sur Pin laricio en région Centre ;
- les attaques de Hanneton dans le département de l'Oise.

* Aforce est un réseau mixte technologique (RMT) qui a pour objectif d'accompagner les forestiers dans l'adaptation des forêts aux changements climatiques tout en renforçant leur capacité d'atténuation.

■ Prochain numéro :

Ancienneté, (sub)naturalité, maturité des forêts... de quoi parle-t-on ? Repères et exemples.

Et en matière de recherche : les travaux sur le mélange chêne-pin, une évaluation des vergers à graines de Douglas, etc.

■ Retrouvez RenDez-Vous techniques en ligne

Sur Intraforêt (personnels ONF) : depuis toutes les pages d'Intraforêt, cliquer sur le lien « Portail biblio » du pavé « Ressources » en colonne de gauche (ou noter, dans la barre d'adresse : <http://biblio.onf.fr>) pour arriver sur la page d'accueil du portail ; en choisissant (pavé de gauche) de faire une recherche « dans une collection ONF », puis en choisissant « Rendez-vous techniques » dans la nouvelle fenêtre, on accède à tous les articles et dossiers au format pdf.

Sur internet : <http://www.onf.fr/>

Accès à l'ensemble de la collection :

> via la notice d'un numéro quelconque (Détails/collection)

> accès direct : <https://www.onf.fr/onf/ressources---special-rendez-vous-techniques>

La revue **RenDez-Vous techniques** est destinée au personnel technique de l'ONF, quoique ouverte à d'autres lecteurs (étudiants, établissements de recherche forestière, etc.). Revue R&D et de progrès technique, elle vise à étoffer la culture technique au-delà des outils ordinaires que sont les guides et autres instructions de gestion. Son esprit est celui de la gestion durable et « multifonctionnelle » qui, face aux défis des changements globaux, doit aussi s'adapter en contexte d'incertitudes. Son contenu : état de l'art et résultats de la recherche dans les domaines de R&D prioritaires, mais aussi porté à connaissance de méthodes et savoir-faire, émergents ou éprouvés, clairement situés vis-à-vis des enjeux de l'établissement ; le progrès technique concerne toutes les activités de l'ONF en milieu naturel et forestier, en relation avec le cadre juridique et les questionnements de la société.

Le Comité Éditorial se réunit deux fois par an pour donner les grandes orientations. Sous l'autorité du directeur de publication, la rédaction commande des articles, suscite des projets, collecte les propositions, organise la sélection des textes et assure la relation avec les auteurs. N.B. : certaines propositions, parfaitement légitimes en soi, ne se justifient pas forcément dans RDV techniques et méritent d'être orientées vers d'autres revues forestières.



Si vous désirez nous soumettre des articles

Prenez contact avec :

ONF - Département recherche, développement et innovation

Christine Micheneau

Ou utilisez l'adresse générique de la revue : rdvt@onf.fr



onf.fr     