

« Partage d'outils de diagnostic et d'aide à la décision en situation de crise » : synthèse de l'atelier

Éric Sevrin^{*1}, François-Xavier Saintonge², Hubert Schmuck³, Myriam Legay⁴

1. Coordinateur du RMT AFORCE. Centre national de la Propriété Forestière - Institut pour le développement forestier (IDF), 75116, Paris, France

2. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation - DGAL - Département de la santé des forêts, INRAE URZF, 45075, Ardon, France

3. Office national des forêts, 57230, Bitche, France

4. Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, SILVA, 54000, Nancy, France

*Auteur correspondant : eric.sevrin@cnpf.fr

« Partage d'outils de diagnostic et d'aide à la décision en situation de crise » : synthèse de l'atelier

La forêt connaît de nombreuses crises liées ou non au changement climatique. Les forestiers se trouvent parfois démunis devant les peuplements dépérissants, et doivent gérer au plus pressé. Des outils sont élaborés pour les aider au mieux dans leur diagnostic : certains décrivent la situation, d'autres les assistent dans l'anticipation. Les attentes sont fortes mais ils ne répondront pas à toutes les questions. Des formations sont nécessaires pour préciser leurs limites et leurs points forts. C'est aussi l'occasion d'insister sur la réflexion à mener à partir des résultats obtenus. Leur utilisation permettra leur amélioration.

Synopsis of the "Sharing of diagnostic and decision-making tools in a crisis context" workshop

The forest is experiencing a number of crises related or not to climate change. Foresters often feel helpless when dealing with declining stands and have to deal with the most urgent problems. Tools have been developed to help them in their diagnosis: some describe the situation, others help them to anticipate it. Expectations are high, but they won't answer every question. Foresters need training to pinpoint both their limits and strengths and to reflect on the obtained results. Their use will allow them to be improved.

Messages clés :

- La forêt connaît de nombreuses crises.
- Des outils permettent aux forestiers d'affiner les diagnostics.
- Des formations sont nécessaires pour mieux utiliser ces outils (force, faiblesse).

Mots clés : dépérissement, changement climatique, description, outil d'aide à la décision, essences

Highlights:

- Forest experiences many crisis.
- Tools help them in their diagnosis.
- Trainings are necessary to improve their use (strength, weakness).

Keywords: decline, climate change, description, decision-making tool, species

Citation de l'article : Sevrin, É., Saintonge, F.X., Schmud, H., & Legay, M. (2023). « Partage d'outils de diagnostic et d'aide à la décision en situation de crise » : synthèse de l'atelier. *Revue forestière française*, 74(2 « Ateliers ReGeFor 2020. Forêts en crise : relevons le défi ! »), 281-287. <https://doi.org/10.20870/revforfr.2023.7611>



Licence Creative Commons
Attribution - 4.0 International (CC BY 4.0)

C'est désormais un fait sur lequel toute la communauté de forestiers s'accorde : les crises sanitaires d'ampleur sont plus nombreuses ces dernières années. Après les avoir rapidement exposées, deux des premiers outils de diagnostic et d'aide à la décision pour le choix des essences aujourd'hui disponibles seront présentés avant de relater les échanges qui ont eu lieu durant cet atelier de REGEFOR 2021.

DES CRISES PLUS FRÉQUENTES QUI IMPACTENT LA GESTION

Depuis une décennie environ, force est de constater que les crises phytosanitaires en forêt se sont succédé plus fréquemment et avec une intensité des aléas plus élevée. Elles affectent de nombreuses essences majeures du territoire national. Conséquence à la fois de l'introduction de bio-agresseurs natifs ou exotiques et de sécheresses marquées, elles impactent de grandes régions et obligent propriétaires et gestionnaires à de nouveaux modes de raisonnement, à inventer des stratégies adaptatives et à accepter une remise en cause parfois totale des objectifs assignés aux massifs concernés.

Les dépérissements épars de chênes pédonculés et, dans une moindre mesure, de chênes sessiles, ont eu pour effet d'interroger les forestiers depuis la sécheresse de 1976 qui a déclenché des travaux de recherche. Depuis, ces dépérissements ont parfois pris une ampleur inquiétante dans

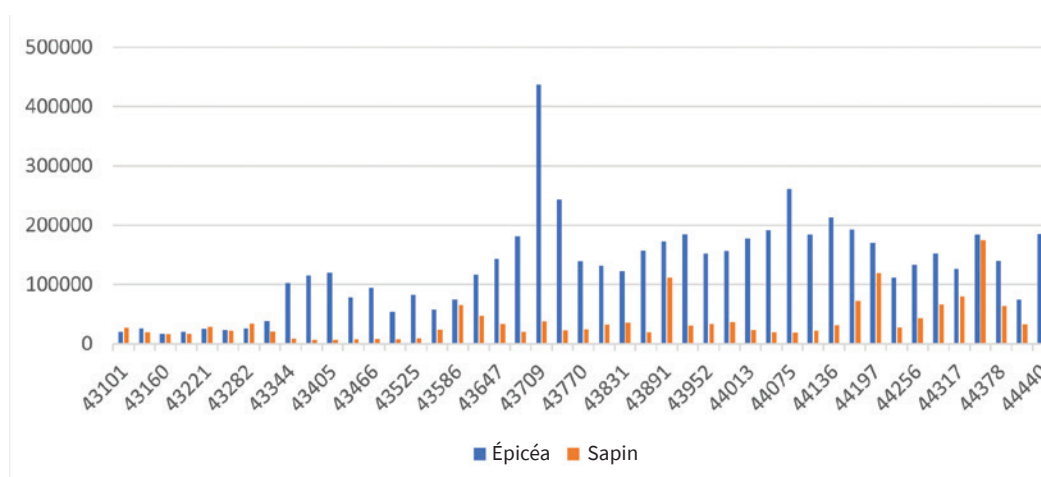
le Centre de la France (Allier, Cher, Indre...) mais aussi en Lorraine, dans les Hauts-de-France (Chantilly)... Les surfaces en cause sont considérables et la perte de valeur des bois génère des conséquences économiques d'ampleur.

De la même manière, des dépérissements importants allant parfois jusqu'à des mortalités de hêtres sont observés en Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté, au cœur même de l'aire naturelle de l'essence. Les facteurs biotiques semblent assez peu déterminants dans le processus de mortalité lors des dernières crises sur cette essence. La rapidité de dégradation des bois atteints, générée essentiellement par des champignons lignivores, génère des pertes économiques importantes.

Voici quelques situations observées dans un ordre chronologique :

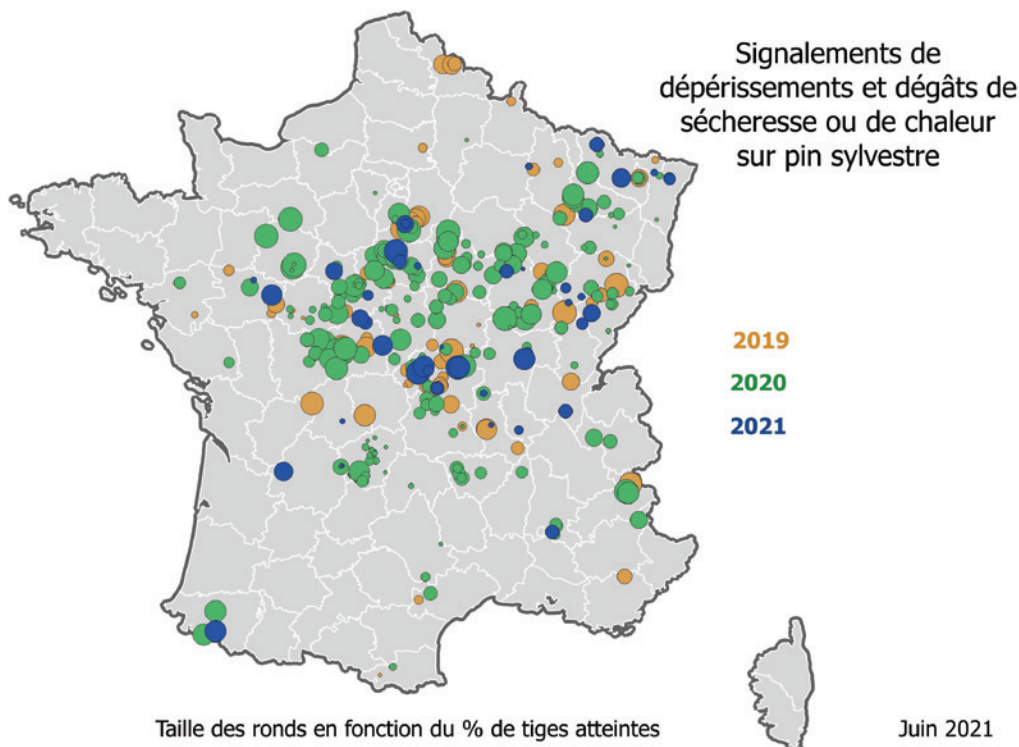
- la charlarose du frêne observée en France pour la première fois en 2008 a progressé géographiquement au sein du territoire, la majorité de la frênaie étant désormais affectée par le pathogène. Mais c'est surtout son impact sur les frênaies de production dans le grand quart Nord-Est et Nord-Picardie qui a marqué le monde forestier à partir des années 2010. L'arrivée de la pyrale du buis dans le milieu naturel en 2008 a constitué une autre crise, à l'impact économique plus faible mais avec des conséquences environnementales notables. Elle a montré comment l'arrivée d'un ravageur dans une niche écologique vide de tout compétiteur pouvait rapidement remettre en cause une essence sur de grandes surfaces, en quelques années ;
- les années très humides (comme au printemps 2016) puis très sèches (2018 à 2020) ont exacerbé les dégâts

Figure 1 | Évolution mensuelle des volumes (m³) d'Épicéa (Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté) et de Sapin (Grand Est, Bourgogne-Franche-Comté et Auvergne-Rhône-Alpes) récoltés en forêts publiques de janvier 2018 à septembre 2021 (données ONF)



- relatifs à la maladie de l'encre du châtaignier, entraînant des mortalités par parcelles entières. L'agent causal majoritaire de la maladie, *Phytophthora cinnamomi*, est lui aussi un pathogène introduit au milieu du XIX^e siècle ;
- les crises se sont clairement multipliées en relation avec l'épisode de sécheresse / chaleur des années 2018 à 2020. Ce sont les parcelles d'épicéas qui ont montré les premiers signes de l'effet de ce climat inédit, avec des mortalités majeures associées au scolyte typographe. Cette crise se traduit par la mortalité de près de 19 millions de m³ d'Épicéa en Grand Est et Bourgogne-Franche-Comté essentiellement, entre septembre 2018 et septembre 2021, ce qui représente 33 % du volume sur pied (figure 1, p. 282);
 - le Sapin a subi un sort semblable mais avec un décalage de plusieurs mois et des mortalités globalement moins fortes jusqu'alors. Mais, contrairement à l'Épicéa souvent planté à trop basse altitude, les mortalités de Sapin associées aux scolytes de cette essence (curvidenté notamment) concernent en majorité des peuplements naturels, souvent en limite altitudinale basse. Des peuplements au-dessus de 1 000 m sont également fortement affectés, souvent sur des sols à faible réserve en eau, notamment dans l'Ain.
- des mortalités de Pin sylvestre sont apparues en 2019 dans le « grand centre Est » de la France et ont beaucoup progressé depuis (Lemaire *et al.*, 2022b)(figure 2, ci-dessous). Les mortalités sur cette essence sont fréquemment associées au bupreste bleu du pin, *Phaenops cyanea*, sur des arbres affaiblis par des déficits hydriques. Compte tenu de la surface de cette essence présente dans cette zone, l'impact est important même si les mortalités nécessitant la coupe rase de la parcelle sont peu fréquentes.
- Les forestiers sont de plus en plus nombreux aujourd'hui à constater que le choix des arbres à récolter n'est plus guidé par l'objectif de favoriser les plus belles tiges, mais « se limite » à récolter des arbres au vu de leur état sanitaire : ces crises ont pour point commun d'obliger à une gestion des bois d'arbres dépérissants voire morts dans un temps souvent court pour ne pas perdre la matière et sa valeur. Dans un second temps, il convient de reconstituer ces parcelles dans des conditions souvent difficiles, les plantations étant également contraintes par ces mêmes sécheresses printanière et estivale, et subissant de ce fait des échecs importants.

Figure 2 | Carte des dépérissements du Pin sylvestre (source DSF)



L'arrivée d'outils de diagnostic et d'aide à la décision pour gérer les crises sanitaires

La communauté forestière n'a pas attendu de se trouver devant le fait accompli pour développer des outils d'assistance aux gestionnaires et les chercheurs et ingénieurs des structures Recherche & Développement ont consacré depuis plusieurs années des moyens importants à cet effet.

S'il est clair pour tous que l'incertitude constitue et constituera le contexte de réflexion des années à venir, tout ce qui peut aider à illustrer, objectiver la situation actuelle et celle qui pourrait advenir avec les évolutions climatiques que nous fournissent les climatologues est tout à fait bienvenu. Et il se trouve que la coïncidence entre l'augmentation des crises et la finalisation de projets de création d'outils initiés depuis 10 ans est parfois une chance qu'il faut saisir. Il convient de noter l'avancée notable du rapprochement des services, notamment de la forêt publique et de la forêt privée, sur ces questions et sur l'élaboration de ces outils.

Ces outils peuvent être classés en deux catégories : ceux qui décrivent les situations rencontrées et ceux qui permettent une potentielle anticipation.

Parmi les outils de description, il y a ceux qui observent les arbres et leurs éventuelles pertes de vitalité. DEPERIS (Goudet & Nageleisen, 2019) décrit le houppier grâce à deux critères élémentaires et permet d'objectiver l'état de santé d'une parcelle, d'un massif forestier voire d'une petite région en fonction de l'échantillonnage retenu (<https://agriculture.gouv.fr/la-methode-deperis-comment-quantifier-et-mesurer-letat-de-sante-dune-foret-et-son-evolution> ; <https://www.youtube.com/watch?v=ExZebmsEido>). Il est largement déployé auprès de l'IGN, des techniciens de l'ONF et du CNPF compte tenu du contexte de crises précédemment décrit.

BILJOU (<https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/fr/> ; Bréda & Granier, 2011) décrit lui le niveau de déficit hydrique subi par les arbres. Il est relativement précis grâce à des données journalières ; cependant, cette qualité constitue également une contrainte puisque l'accès à ces données n'est pas possible pour tous. Cet outil est notamment très utile pour quantifier le déficit hydrique réel subi par les arbres et comparer les années entre elles.

Parmi les outils « de prédiction », ARCHI, qui s'intéresse au houppier des arbres à l'instar de DEPERIS, décrit plus finement les organes de réactions des arbres et donc leur probable avenir à court terme (<https://www.cnpf.fr/nos-actions-nos-outils/outils-et-techniques/archi>) (Sajdak, 2019). Il s'agit donc d'un outil qui s'applique à l'échelle de l'arbre.

Les deux derniers outils mis à disposition des gestionnaires sont BioClimSol et CLIMESSENCES. Ils visent tous deux à

les assister dans la gestion des peuplements existants et dans le choix des essences de reboisement. Ils étaient particulièrement attendus, notamment dans le cadre du plan de relance et de son volet forestier de 150 millions d'euros consacré aux reboisements.

BioClimSol (<https://www.cnpf.fr/nos-actions-nos-outils/outils-et-techniques/bioclimsol>) (Cano, 2022 ; Lemaire *et al.*, 2022a) vise cet objectif en analysant et modélisant les dépérissements constatés par essence. Il définit un indice « IBS = indice BioClimSol » et donc un niveau de risque sur une échelle de 1 à 10 pour actuellement 12 des principales essences françaises, à partir d'études de terrain. 35 autres essences sont diagnostiquées avec un modèle de niche. Cet outil s'applique à l'échelle de la parcelle. Résolument collaboratif, il invite les utilisateurs à verser leurs observations à la base de données, ce qui permettra d'améliorer les modèles en continu. Des cartes de vigilance sont également réalisées à partir de différents réservoirs utiles en eau et pour différentes échelles temporelles (échelle régionale ou territoriale).

FOR-EVAL est un autre outil collaboratif qui permet d'évaluer la sensibilité des sols avec l'aide d'indicateurs écologiques (https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/ispa_eng/Equipments/Outils-d-aide-a-la-decision/For-Eval-une-application-mobile-pour-evaluer-les-sols-forestiers). Développé par INRAE et l'ONF, il va guider les gestionnaires dans l'identification des territoires forestiers les plus vulnérables aux évolutions de pratiques et du climat.

CLIMESSENCES (<https://climesseances.fr/node/2> ; <https://www.onf.fr/onf/+16c3::les-rendez-vous-techniques-de-lonf-numero-74.html>) est issu de deux projets, une synthèse bibliographique des connaissances de nombreuses essences forestières du monde entier et un modèle de niche des essences. Il contient un catalogue de plus de 150 essences ayant un intérêt forestier actuel ou à venir et les décrit précisément sur 37 critères, à partir d'expertises multiples et de confrontations d'experts. Il s'appuie sur le principe que la présence actuelle d'une essence est essentiellement liée au climat. Il est possible de la caractériser par des indices climatiques (3 en l'occurrence ont été retenus, sous le vocable IKS : bilan hydrique, froid hivernal et somme des degrés jours). Le changement climatique fait évoluer ces trois indices au fil du temps, avec pour conséquence le déplacement de la niche de présence des essences. L'outil assiste donc le gestionnaire dans ses choix à l'échelle de la « petite région » (SER par exemple). L'outil illustre également de façon pédagogique les évolutions attendues du climat et leurs niveaux d'incertitude en fonction des comportements des citoyens et des décisions des pouvoirs publics dans les décennies à venir qui influenceront sur la quantité de CO₂ et autres gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère.

CLIMESSENCES ne pouvant, par construction, être utilisé à l'échelle d'une parcelle forestière, l'ONF travaille sur un projet complémentaire, ZOOM 50, beaucoup plus précis dans sa résolution et qui permettra de modéliser la compatibilité des essences au niveau local selon plusieurs scénarii.

Il est important de rappeler que tous ces outils constituent des compromis, se basant sur des évolutions du climat régulièrement mises à jour, ne révélant ni ne prédisant précisément la vérité et l'avenir. Ils doivent donc être abordés avec recul et considérés comme des outils d'aide à la décision qui vont permettre à l'opérateur de se questionner avant de prendre sa décision. Ils sont tous en évolution et amélioration constantes pour tenir compte des nouvelles connaissances.

Les catalogues de stations intégrant le changement climatique n'ont pas été abordés mais sont des outils complémentaires bien utiles (CALCLIM pour les plateaux calcaires du Nord-Est, valorisation des stations et des habitats forestiers en région Centre...)(Reboul & Sevrin, 2012).

Un intérêt pour ces outils

Avant de lancer la discussion, une série de questions a été posée aux 28 participants de l'atelier pour mieux connaître leurs attentes vis-à-vis de ce type d'outils. Un nombre important de gestionnaires (10) et de personnels de la R&D (8) étaient représentés, ainsi que des chercheurs (5), propriétaires (1) et autres (4). Le public présent est certainement constitué de personnes intéressées et motivées. Il faut donc interpréter cette enquête avec cet état d'esprit en tête.

L'incertitude, due au climat changeant et à ses conséquences lors de la phase de renouvellement, encourage un quart des participants à cet atelier à expérimenter. Le RMT AFORCE, qui rassemble 16 partenaires sur l'adaptation des forêts au changement climatique, coordonne un programme financé par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA) nommé « Esperense » permettant d'utiliser des protocoles et des origines de graines communs d'installation. L'objectif est maintenant de construire une base de données « Esperense » pour obtenir des résultats le plus rapidement possible. Des bilans d'essences adultes intéressantes doivent compléter ce type d'installations pour apporter dès maintenant des réponses complémentaires (bilan d'arboreta, projets Reinforce ou Refer). Travailler ensemble semble bien la volonté des différents participants à l'atelier. Cela resserre les liens entre les organismes de recherche et de R&D (18 %).

Cette incertitude peut également être un frein dans la décision de renouveler ou de gérer pour un quart d'entre eux. Cela avait été bien montré dans le cadre du projet MACCLIF (Amm *et al.*, 2019) : gestionnaires et propriétaires

forestiers sont très majoritairement convaincus de la réalité du changement climatique mais l'incertitude et la grande variété de propositions, parfois divergentes, ne les incite pas toujours à affronter cette incertitude.

Faut-il régénérer naturellement ou planter ? Le risque d'échec ou l'incertitude sur les essences à implanter pose question. Retarder pourrait permettre d'avoir plus d'informations à court terme. Mais trop laisser vieillir un peuplement peut compromettre sa fructification si la régénération naturelle est possible.

Le diagnostic stationnel doit être plus approfondi, avec une meilleure prise en compte de la réserve utile en eau.

75 % des participants à cet atelier estiment que les outils sylvo-climatiques sont une avancée intéressante. Cela nécessite des connaissances plus approfondies, en particulier sur la description d'un sol d'où l'importance de la formation abordée un peu plus loin.

L'intérêt pour les outils sylvo-climatiques porte principalement pour le choix des essences à conserver ou introduire (25 % des votants), devant le diagnostic des essences en place (19 % des votants). Les crises que nous rencontrons actuellement (scolytes, encre, chalarose...) entretiennent cette attente. Les personnes souhaitent une réponse à leurs questions, plus qu'un simple diagnostic sylvicole (12 %) ou qu'une meilleure connaissance du déficit hydrique (14 %). De même, la description du dépérissement (14 %) ou la proposition d'itinéraires sylvicoles (15 %) viennent dans un deuxième temps. Bien entendu, le choix des essences pour l'avenir ne se réfléchit qu'après avoir fait un point sur celles en place. Il n'est pas raisonnable aujourd'hui de renouveler sans avoir fait un diagnostic préalable.

Les participants ont bien compris l'intérêt et les limites de ces outils. Cela ne les freine pas dans leur souhait de les utiliser. Un résultat aberrant ne les empêchera pas de renouveler l'expérience. Ils trouvent d'ailleurs que la mise à disposition de plusieurs outils est un réel plus en cette période de forte incertitude. Chacun des outils discutés dans cet atelier nécessite des connaissances sur les sols, la réserve utile en eau du sol, le dépérissement, l'architecture... Certains demandent l'utilisation d'autres outils (DEPERIS, ARCHI...). Ils ont été construits différemment, à partir de données différentes. Présenté ainsi, 88 % des participants ont estimé qu'une formation est nécessaire pour bien prendre en main ces outils. C'est aussi vital pour faire une bonne interprétation des résultats à partir de la connaissance du lieu. Ils se demandent toutefois si leur complexité n'est pas un frein à leur développement. C'est tout l'enjeu de ces formations. Des formations techniques spécifiques (autécologie des essences, description des stations, ARCHI, DEPERIS...) peuvent être préalablement nécessaires.

Leur amélioration se fera par les retours qui seront faits sur leur utilisation, voire par le retour des données prises sur le terrain (cas de BioClimSol qui est un outil participatif).

Le choix du mélange d'essences a été l'objet de plusieurs questions. Aujourd'hui, ces outils peuvent permettre de trouver une ou plusieurs essences adaptées aux conditions rencontrées. Ils proposent des solutions qu'il faudra adapter en fonction des caractéristiques de chacune d'entre elles pour les mélanger pied à pied, par bouquets, par parquets.

De la même façon, la prise en compte des facteurs biotiques serait intéressante, pouvant aller jusqu'à indiquer la perte de production attendue. C'est un sujet complexe, généralement très peu voire pas du tout pris en compte dans les modèles, mais des réflexions sont menées dans ce sens (cas de BioClimSol et de la chalarose sur le frêne).

Une première perspective

Un certain nombre d'outils ont été publiés ou sont en cours d'élaboration. Une évaluation de chacun d'eux par les pairs pourrait permettre leur amélioration. Le RMT AFORCE a confié à AgroParisTech un projet, MODADAPT, qui doit faire le point en 2021-2023 sur les différents outils et nous préciser les forces et faiblesses de chacun d'eux.

Pour conclure

La forêt française est déjà impactée par le changement climatique. L'amont de la filière et la recherche ont choisi de travailler en étroite collaboration pour apporter des réponses aux propriétaires.

Il n'est bien sûr pas possible de tirer des conclusions définitives à partir de cet atelier. Mais les chercheurs et les personnels de R&D peuvent être rassurés : les outils à disposition ou ceux qui sont en cours de développement sont très attendus, en témoigne le message de mots les qualifiant (figure 3, ci-dessous). Aujourd'hui, la question des essences à implanter semble prendre le dessus sur la gestion des peuplements existants. Le temps compris entre le renouvellement (régénération naturelle et/ou plantation) et la récolte est certainement une donnée importante dans le raisonnement, de même que les conditions très variables rencontrées au printemps et en été au cours de ces dix dernières années. Mais gérer ces peuplements en réalisant des éclaircies pas trop fortes mais régulières est important pour ne pas les soumettre à une concurrence pour l'eau trop forte.

Bien entendu, tout cela doit découler d'une volonté politique forte. La recherche et la R&D ont besoin d'appuis pour travailler et apporter rapidement des réponses sur l'adaptation des forêts face au changement climatique. ■

Figure 3 | Mots qualifiant les outils d'aide à la décision mis à disposition des forestiers, issus du choix des participants à l'atelier



RÉFÉRENCES

- Amm, A., Pilard-Landeau, B., Sevrin, E., Perrier, C., Thomas, J., Legay, M., & Ndikumwami, H. (2019). État de la mobilisation des forestiers face au changement climatique. *Forêt-entreprise*, (249), 20-23.
- Bréda, N., & Granier, A. (2011). Outils pour raisonner les calculs de flux d'eau et de bilan hydrique à l'échelle du peuplement. *Forêt-entreprise*, (196), 22-24.
- Cano, B. (2022). Le Risque : le « cœur du réacteur » de BioClimSol, pour une gestion adaptative des forêts de demain. *Forêt-entreprise*, (264), 12-16.
- Goudet M., & Nageleisen L.-M. (2019). Protocole Dépéris, Méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement. *Forêt-entreprise*, (246), 36-40.
- Lemaire J., Bec R., Peyrin S., Jourde, M., Havet, N., Rosa, J., Pillon, S., Cano, B., Becquey, J., & Saintonge, F.-X. (2022a). Bien comprendre l'outil de vigilance BioClimSol dans un contexte de dérèglement climatique ; réaliser un diagnostic de qualité en forêt. *Forêt-entreprise*, (264), 17-35.
- Lemaire, J., Vennetier, M., Prévosto, B., & Cailleret, M. (2022b). Interactive effects of abiotic factors and biotic agents on Scots pines dieback : a multivariate modelling approach in south-east France. *Forest Ecology and Management*, (526), 120543. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120543>
- Reboul, J.-B., & Sevrin, E. (2012). Un guide simplifié pour le choix des essences intégrant le changement climatique. *Forêt-entreprise*, (204), 26-30.
- Sajdak, G. (2019). La Méthode Archi : Un diagnostic architectural des houppiers pour apprécier l'état physiologique des arbres. *Forêt-entreprise*, (246), 25-27.