

Forêt & INNOVATION

La revue technique du CNPF



2023 | n° 1 - 9,50 €

à vos côtés, agir pour les forêts privées de demain

Sylviculture de précision en Nouvelle-Aquitaine



Actus

Coupes rases
et renouvellements

Dans vos forêts

Chez Jeannine Bourrely
(Gard)

Biodiversité

Mésanges et chenilles
processionnaires

Formation continue - STAGES 2023

L'Institut pour le Développement Forestier (IDF), le service Recherche & Développement du CNPF, est qualifié au titre des instituts techniques agricoles.

Son service IDF-Formation est certifié au référentiel national sur la qualité des actions concourant au développement des compétences professionnelles Qualiopi.

Qualiopi
processus certifié

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :
ACTIONS DE FORMATION

20 FORMATIONS CONTINUES EN 2023

Prochaines dates :

- Les drones, 23 mai, Orléans
- La fiscalité en forêt : mode d'emploi, 23-24 mai, Orléans
- Les projets carbones forestiers en pratique, 23-25 mai, Amiens
- La flore forestière des plaines et collines, 23-26 mai, Loiret
- Diversifier les peuplements avec des feuillus à croissance rapide, 6-8 juin, Alsace

et bien plus encore sur www.cnpf.fr



Nos formations

<https://l.ead.me/bd1i6E>

Un ingénieur-formateur de l'IDF, Jean Lemaire en action avec Jean-Baptiste Mey du CNPF PACA.

Olivier Martineau © CNPF

Ces formations sont destinées aux professionnels du secteur forestier, et sont en majorité ouvertes aux propriétaires forestiers qui disposent d'une bonne pratique technique.

La formation sur mesure intra-entreprise vous permet de bénéficier des tout derniers fruits des travaux de recherche et développement de l'IDF.

N'hésitez pas à nous contacter

Renseignements et inscriptions :

07.65.18.88.23 – idf-formation@cnpf.fr

Rubrique « Se former, s'informer » sur www.cnpf.fr

Centre national de la propriété forestière
Institut pour le développement forestier
47 rue de Chaillot, 75116 Paris
Tél. : 01 47 20 68 15
idf-librairie@cnpf.fr

Directrice de la publication
Anne-Marie Bareau
Directeur de la rédaction
Eric Sevrin

Comité de lecture
François Didot
Eugène Duisant
Thomas Formery
Bernard Héois
Martial Hommeau
Henri Lherm
Claude Mannevy
Geoffroy de Moncuit

Rédacteur
François d'Alteroche

Relecture
Mireille Thollet

Assistante rédaction
Marion Sentis

Conception graphique
Mise en page
Sophie Saint-Jore

Responsable Édition-Diffusion
Christine Pompuynac

Diffusion - abonnements
François Kuczynski



Impression : Imprimatur
43 rue Ettore Bugatti
87280 Limoges
Tél. : 05 55 04 14 04



Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2023

France : 50 € - étranger : 63 €

édité par le CNPF-IDF

Commission paritaire des publications et agences de
presse : n° 1024 T 08072

ISSN : (en cours)

Siret : 180 092 355 004 52

Les études présentées dans Forêt & Innovation ne donnent que des indications générales. Nous attirons l'attention du lecteur sur la nécessité d'obtenir l'avis d'un professionnel avant toute application à son cas particulier. En aucun cas le CNPF-IDF ne pourrait être tenu responsable des conséquences – quelles qu'elles soient – résultant de l'utilisation des méthodes ou matériels préconisés. Cette publication peut être utilisée dans le cadre de la formation permanente. Tous droits de reproduction ou de traduction réservés pour tous pays, sauf autorisation de l'éditeur.

Dépôt légal : mars 2023



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



© CNPF

Innover : notre ambition

Vous découvrez le premier numéro de Forêt & Innovation, la revue technique du Centre National de la Propriété Forestière, qui succède à Forêt-entreprise. Votre revue conserve l'essentiel de son contenu, à savoir les travaux de recherche conduits par notre établissement, le CNPF-IDF, en lien avec nos partenaires. Ce nouveau nom montre notre volonté d'être toujours plus proches de nos lecteurs et de nous focaliser en priorité sur les sujets innovants liés à la sylviculture dans un contexte de nécessaire adaptation au changement climatique ou plutôt de composition avec les évolutions du climat. Au fil des rubriques, nous cherchons à informer les sylviculteurs et tous les acteurs qui interviennent dans la gestion des peuplements.

Sur ce volet, l'année écoulée ne déroge pas à cette évolution. D'après Météo France, et même si tous les départements n'ont pas été concernés avec la même intensité, 2022 a une nouvelle fois battu des records. C'est l'année la plus chaude, mais également une des plus sèches depuis la mise en place des relevés météorologiques. Elle préfigure ce qui nous est annoncé par de nombreux climatologues pour les décennies à venir. Face à ces changements, rien ne sert de nous lamenter, il faut agir. Lorsque les arbres souffrent, les hommes en subissent les conséquences. Cela justifie que l'adaptation de nos forêts aux évolutions du climat soit l'axe prioritaire pour les thématiques de recherche engagées sur le terrain par nos équipes. Depuis de nombreuses années, les travaux initiés par l'IDF et les délégations régionales du CNPF montrent la voie. Le dossier de ce numéro en est la preuve. Il est consacré à la sylviculture de précision en Nouvelle-Aquitaine avec son application au châtaignier et au pin maritime, deux des essences phares de cette grande région sylvicole. Le développement d'outils technologiques innovants destinés à aider les propriétaires et gestionnaires facilite la gestion des parcelles dans l'actuel contexte d'évolution du climat. Ils permettent d'estimer le devenir d'un peuplement. C'est une donnée clé pour commencer à façonner dès aujourd'hui la forêt de demain.

Anne-Marie Bareau,
présidente du Centre national de la propriété forestière

Avec cette édition, vous découvrez votre nouvelle revue. N'hésitez pas à la faire connaître autour de vous. Elle coïncide avec l'arrivée de **François d'Alteroche, le nouveau rédacteur**. Son aventure précédente au sein du groupe de presse agricole « Réussir-Agra », dans un contexte différent, nous apportera beaucoup. Et en plus, il est propriétaire forestier ! Nous lui souhaitons la bienvenue.

Nous tenons à remercier très chaleureusement **Nathalie Maréchal, rédactrice de Forêt-entreprise pendant 14 ans**. Elle a réalisé un travail remarquable avec passion et nous l'avons tous apprécié : suivi rédactionnel, course aux articles, appui aux auteurs, écriture... et nous en oublions certainement. Une page se tourne. Bonne chance à Nathalie dans ses nouvelles activités et qu'elle prenne soin de ses bois.

Eric Sevrin,
directeur du CNPF-IDF



Jean-Michel Cluveau © CNPF

Sylvain Bazas,
conseiller
forestier dans
les Landes pour
la délégation
Nouvelle-
Aquitaine du
CNPF partie
prenante dans le
dossier SPNA.

Numéro suivant, N° 2 :

Reconstitution des peuplements touchés
par les crises sanitaires (Grand Est).

Abonnez-vous à **Forêt
& INNOVATION**
ou abonnez l'un de vos proches



 **Abonnement papier : 50 €/an**
(6 numéros) - (étranger : 63 €)

 **Abonnement numérique : 39 €**
(1 an + 2 ans d'archives)

Pour tout abonnement numérique, merci de nous communiquer
votre adresse email afin d'obtenir votre code d'accès.

Offre découverte : 32 €
pour tout nouvel abonné au lieu de 50 € pour 1 an

Commande en ligne sur
www.foretpriveefrancaise.com

Contact : idf-librairie@cnpf.fr - 01 47 20 68 39

Christophe Drénou © CNPF



RUBRIQUES

p. 4 **ACTUS**

p. 9 **À LIRE/À VOIR**

p. 10 **DANS VOS FORÊTS**
Chez Jeannine Bourrely, dans le Gard
Transformer les contraintes cévenoles
en atouts
Nathalie Maréchal

p. 44 **ÉCONOMIE**
Connaître la ressource de la forêt privée
via les documents de gestion
Jean-Paul Gayot

p. 46 **SYLVICULTURE**
La méthode ARCHI à 12 ans
Christophe Drénou
p. 51 Mieux connaître les noyers forestiers
en Hauts-de-France
Noémi Havet, Martin Duhamel et Gilles Poulain

p. 54 **BIODIVERSITÉ**
Les mésanges, auxiliaires naturelles de
régulation de la processionnaire du chêne
Tess de Backer et Benjamin Cano
avec la collaboration de Sébastien Maillier

p. 62 **FORÊT ET SOCIÉTÉ**
Entre écologistes et forestiers :
une querelle d'éthiques ?
David Provost

p. 65 **UNE PHOTO À L'HONNEUR**

Sylviculture de Précision en Nouvelle-Aquitaine

- p. 14** ■ **Sylviculture de Précision en Nouvelle-Aquitaine : application au pin maritime et au châtaignier**
Benjamin Chapelet et Michel Chartier
- p. 16** ■ **Les bases d'un outil d'aide au déclenchement des éclaircies : SYLV'ÉCLAIR**
Cécile Maris, Céline Meredieu, François Ehrennmann, Thierry Labbé, Roland de Lary, Dominique Merzeau, Patrick Pastuszka
- p. 20** ■ **Cartographier l'état sanitaire des châtaigniers par télédétection**
Véronique Chéret, Michel Chartier, Jean-Philippe Denux, Julie Vigouroux et Michel Goulard
- p. 25** ■ **Éprouver le modèle de télédétection**
Veronique Chéret, Loïc Commagnac, Michel Chartier
- p. 27** ■ **Un marché carbone local pour renouveler les châtaigneraies du Fumélois ?**
Simon Martel, Baudoin Larivé et Marine Bédril
- p. 31** ■ **« BioClimSol vient confirmer ou infirmer mon avis sur une parcelle »**
François d'Alteroche
- p. 34** ■ **Vigil'encre : une application smartphone dédiée à l'épidémiosurveillance de la maladie de l'encre du châtaignier**
Cécile Robin, Tatiana Allery, Marylise Marchand et Jean-Marc Armand
- p. 38** ■ **La méthode ARCHI appliquée au châtaignier sur le terrain Limousin**
François d'Alteroche
- p. 40** ■ **Des sites pour vulgariser la gestion**
Grégory Sajdak et Michel Chartier
- p. 42** ■ **Vers un usage combiné des différents outils pour le diagnostic des châtaigneraies**
Michel Chartier

Coupes rases et renouvellement des peuplements : faire progresser les connaissances



Les coupes rases sont un sujet à « caractère émotif fort » mais sont aujourd'hui souvent imposées par les évolutions du climat pour remplacer certaines essences mortes sur pied ou en train de dépérir. Au moins dans un premier temps, elles ont un impact paysager et biologique. Les travaux du collectif « Coupes Rases et REnouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique » (CRREF) apportent un éclairage objectif dans le débat actuel.

Nathalie Jaupart-Chourrout, Journaliste spécialisée filière forêt-bois

1 RMT AForce : réseau mixte technologique pour l'Adaptation des FORêts au Changement climatique, coordonné par le CNPF/IDF. Gip-Ecofor : Groupement d'Intérêt Public Ecosystèmes Forestiers.

2 INRAE, ONF, AgroParitech, CNPF-IDF, IGN, CNES, OFB, DSF, FCBA, IEFC, Bordeaux Sciences-agro, Université de Rouen Normandie, Université de Franche-Comté, Université catholique de Louvain.

Avec 620 inscrits dont 150 en « pré-sentiel », le succès de la journée du 22 novembre dernier consacrée à la présentation du projet CRREF (Coupes Rases et REnouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique) révélait l'importance et l'actualité du sujet de l'adaptation au changement climatique de la forêt... et surtout de celui des coupes rases. Un sujet à « caractère émotif fort » comme l'a rappelé Sylvain Réallon, sous-directeur de la filière forêt-bois au ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, dans son introduction à la journée.

Les coupes rases « interrogent la société », « les modifications brutales du paysage suscitent l'incompréhension » a également rappelé François Bonnet, délégué ministériel de la forêt et du bois, alors même que les crises sanitaires de la forêt liées au changement climatique imposent parfois d'y recourir pour remplacer certaines essences mortes sur pied ou en train de dépérir. Cette « ef-

fervescence que les forestiers n'avaient pas anticipée » comme le soulignait Guy Landmann, directeur adjoint du Gip-Ecofor, a conduit les membres du RMT Aforce¹ et les chercheurs du Gip-Ecofor à se regrouper en 2020 au sein d'un collectif Coupes Rases et Renouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique², pour dresser :

- un « état des lieux des connaissances sur les coupes rases et le renouvellement des peuplements »,
- une analyse des modes de renouvellement en contexte de changement climatique ».

Avec 70 experts mobilisés et l'ensemble des organismes de recherche et de développement de la filière représentés, ces travaux apportent un éclairage objectif dans le débat actuel.

Les coupes rases en mots et en chiffres

Tout d'abord de quoi parle-t-on ?

Guy Landmann a retenu parmi plusieurs



Table ronde avec quelques-uns des experts : Philippe Deuffic (INRAE, UR ETTIS, Bordeaux) Damien Marage (Université Bourgogne Franche-Comté), Thierry Bélouard (DSF), Jérôme Ogée (INRAE), Laurent Bergès (INRAE), Marion Gosselin (INRAE) et Catherine Collet (INRAE, Silva-Renfor).



© Nathalie Jaupart-Chourrou

Coupe rase en vue du remplacement de chênes pédonculés déperissants.

En savoir +

l'intégralité de ce séminaire de restitution de l'expertise Coupes Rases et REnouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique" peut être visionnée en vidéo à l'adresse suivante :

<https://www.youtube.com/watch?v=z2g2Q6eQya0>

Par ailleurs un condensé des différentes présentations réalisées à l'occasion de ces journées sont disponibles sur le site du GIP Ecofor (gip-ecofor.org) dans la rubrique actualités.

définitions de la coupe rase celle du vocabulaire forestier édité par le CNPF : « une coupe sur la totalité du peuplement et précédant une régénération artificielle »³. Pour l'IGN, c'est le critère de la disparition de plus de 90 % du couvert forestier qui est utilisé pour les chiffres que Stéphanie Wurpillot a présentés : 67 900 ha/an de coupes rases pendant les décennies 80-90, soit 0,5 % de la surface forestière totale en métropole, et 67 000 ha pendant les deux décennies suivantes, soit 0,4 % de la surface forestière. En prenant en compte les coupes enlevant plus de 50 % du couvert dominant, les surfaces coupées « fortement » se montent à 93 000 ha/an (plus ou moins 7 000 ha).

76 % (51 000 ha) de ces coupes se font en forêt privée (dont 51 % dans les Landes et le Morvan), 12 % (8 000 ha) en forêts domaniales et 12 % (8 000 ha) en forêts communales. Des chiffres conformes à la représentation de ces trois types de propriétés. La surface moyenne d'un seul tenant de chaque coupe est inférieure à 4 ha dans 69 % des cas, comprise entre 4 et 25 ha dans 26,4 % des cas, et supérieure à 25 ha dans 4,6 % des cas.

Les surfaces concernées par les coupes rases sont donc relativement faibles par rapport à la surface globale de la forêt, mais certaines régions sont plus concernées que d'autres. C'est ce qui accroît leur impact paysager et ce dernier est un des

facteurs importants dans leur rejet, « *lequel date en France de l'école de Barbizon au milieu du XIX^e siècle !* » a rappelé Philippe Deuffic.

Les impacts des coupes rases sur le milieu physique

Les coupes rases sont également critiquées pour leurs impacts sur le sol (intégrité physique et fertilité), l'eau, le microclimat forestier, le stockage du carbone et la biodiversité. Autant d'effets qui ont été présentés par Jérôme Ogée, chercheur en bioclimatologie à l'INRAE.

La coupe rase modifie le microclimat de la parcelle, augmente les effets du rayonnement solaire pendant la journée, et les pertes radiatives pendant la nuit. L'évapotranspiration est réduite de 14 à 18 %, ce qui augmente l'hygrométrie du sol en profondeur alors que la surface s'assèche plus rapidement.

Selon la pente, une coupe rase peut avoir un impact sur l'érosion. Vient s'y ajouter la circulation du matériel forestier⁴ (mais qui n'est alors pas spécifique aux coupes rases !), à savoir une diminution de la macroporosité du sol et une réduction de ses capacités d'infiltration. L'engorgement temporaire du sol impacte alors son activité biologique.

La coupe rase se traduit également par une exportation des éléments nutritifs contenus dans la biomasse récoltée. Les

3 Sont donc exclues de cette définition les coupes définitives, les coupes de taillis et de taillis sous futaie dites de rajeunissement, les coupes jardinées, les coupes planifiées par parquets, les coupes sans objet de régénération comme les cloisonnements, les places de dépôt, et les coupes de restauration des milieux ouverts.

4 Emmanuel Cacot de l'UCFF a rappelé la nécessité de l'utilisation des machines forestières aujourd'hui, du fait du manque cruel de main d'oeuvre, et a insisté sur l'amélioration de la sécurité que cela permet.



© Nathalie Jaupart-Chourrout

Coupe rase dans le Jura, une trouée dans le paysage.

nitrate et les cations (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+}) se retrouvent en plus grand nombre dans l'eau du sol et dans les cours d'eau. Le stockage du carbone est également affecté. Tous ces impacts augmentent ensuite forcément avec la surface concernée par la coupe.

Impacts sur la biodiversité

Les impacts sur la biodiversité ont été présentés par Marion Gosselin, en charge des aspects gestion forestière et biodiversité à l'INRAE, qui a souligné le caractère incomplet des données existantes et le manque d'articles scientifiques portant sur nos climats.

À l'échelle du peuplement, une coupe rase est suivie d'une diminution du nombre d'espèces forestières, et d'une augmentation des espèces végétales de milieu ouvert pendant la première décennie. Après cet enrichissement temporaire, l'effet à long terme des coupes en traitement régulier est négatif, alors qu'il est négligeable avec des coupes jardinées. Les coupes rases ont un effet négatif sur les oiseaux et les bryophytes, au moins dans un premier temps. Toutefois, d'autres résultats montrent que la coupe rase peut présenter un habitat de substitution pour les espèces de milieux ouverts ou agricoles.

Au niveau du sol, on observe à court terme, une modification des communautés de champignons et une diminution de la biomasse microbienne ainsi que du ratio champignons/bactéries. La proximité de lisières et la conservation de recrus ligneux favorisent la recolonisation.

Le renouvellement après coupe rase

Le changement climatique a d'ores et déjà un impact sur la réussite des renouvellements. Les sécheresses printanières et estivales se traduisent par une surmortalité des jeunes arbres. Quelle est alors la meilleure solution, plantation ou régénération ?

Pour les plantations, une enquête du DSF sur la période 2007-2021 donne un taux de plantations non réussies (moins de 80 % d'arbres vivants après un an) de 18 % et un taux d'arbres morts de 12 %, avec de fortes augmentations pendant les années 2018-2019-2020 et 2022, années très sèches, et un ralentissement en 2021 lié à un été plus humide. Les raisons des échecs sont pour 85 % liées au climat, 8 % au gibier (effet bénéfique des protections gibier mais coût important), 5 % aux insectes et 1 % aux pathogènes. Le taux de réussite des régénérations naturelles est quant à lui mal connu, si ce n'est par une enquête qualitative auprès des propriétaires forestiers montrant que la moitié à un tiers des gestionnaires ne sont pas satisfaits de la qualité de la régénération. L'élévation des températures et le stress hydrique ont deux effets : le nombre de graines produit par arbre adulte est favorisé, mais le recrutement (nombre d'arbres adultes/graine) est défavorisé.

« *Peut-on privilégier la régénération naturelle ?* » Cette question est revenue à plusieurs reprises. L'idéal, ont répondu les auteurs de l'étude, est de mixer les techniques et, dans le cas des plantations, d'optimiser la reprise des plants. Et de rappeler pour cela l'importance de limiter les stress hydriques et les chocs climatiques entre la pépinière et la forêt. Il s'agit également de ne surtout pas négliger les différentes opportunités offertes par la régénération naturelle les bonnes années en maintenant des semenciers dans les parcelles. Dans les deux cas, le maintien d'un couvert végétal atténue les effets du changement climatique.

« *L'une des solutions proposées par l'ONF est la forêt mosaïque* » a expliqué Edouard Jacomet (ONF). Il s'agit là de réaliser un « patchwork » à l'échelle de la forêt avec des coupes en régulier, d'autres en irrégulier.

lier, d'autres avec îlots de vieillissement... Jacques Becquey (CNPFF-IDF) a signalé que l'IDF travaille à l'amélioration des pratiques et à la recherche de solutions plus douces. Et de rappeler que la forêt privée, du fait de son morcellement, est aussi une mosaïque de peuplements...

Et l'économie ?

La prise en compte de la dimension économique était l'une des nouveautés de l'analyse CRREF. Jean Luc Peyron, directeur du Gip-Ecofor, a présenté une analyse du coût des chantiers forestiers en fonction de leur dimension, en forêt publique (données ONF) et privée (données Alliance Forêt Bois). Si on limite les coupes à 5 ha avec maintien de la surface totale exploitée, le nombre de chantiers augmente de 20 % (ONF) à 50 % (AFB) et le coût total augmente de 20 % environ en moyenne, a-t-il montré. En-dessous de 2 ha, le coût total augmente de 40 % en moyenne. Limiter la surface des coupes rases aurait donc un effet sur le revenu des sylviculteurs, ce qui peut impacter la récolte de bois.

Les enjeux de l'adaptation de la forêt au changement climatique sont donc complexes avec la nécessité de remplacer des arbres ou des peuplements dépérissant et celle de ne pas trop perturber le milieu pour faciliter le renouvellement et, dans tous les cas, préserver le rôle de stockage de carbone de la forêt. Dans sa conclusion, Nicolas Picard (directeur du Gip Ecofor), a relevé le caractère non spécifique aux coupes rases de nombreux impacts cités. Il a également insisté sur la nécessité de poursuivre l'acquisition des connaissances dans les domaines de la biodiversité, de la fertilité des sols, de l'ingénierie des mélanges dans le contexte de l'adaptation des forêts au changement climatique. Et de souligner également que la France est loin d'être le seul pays confronté à cette problématique. « D'autres pays européens s'interrogent sur les coupes rases. Il y a probablement un travail à réaliser entre experts à l'échelle européenne sur cette thématique ». ■

L'assurance forestière n'est pas forcément bien connue des propriétaires

Eric Toppan est Directeur Général de Fransylva Services, la société de services de la Fédération Fransylva qui représente et défend les propriétaires forestiers français. Le CNPF lui a posé trois questions afin de mettre en valeur l'intérêt pour tout sylviculteur d'assurer ses forêts contre les risques biotiques ou abiotiques.

L'année 2022 a été marquée par des incendies catastrophiques dans la France entière, par des phénomènes météorologiques de type grêle jamais vus et l'on a aussi en mémoire les épisodes de dégâts sanitaires par exemple en Grand Est ou Franche-Comté. Y avait-il un avantage à être assuré ?

Cet été nos forêts ont une nouvelle fois eu à payer un lourd tribut et nous exprimons toute notre solidarité et notre soutien aux sylviculteurs touchés. Les propriétaires forestiers peuvent s'assurer contre l'incendie, la tempête, la neige, le gel et la grêle et ceci à des prix qui restent les plus maîtrisés possibles dans le contexte que nous connaissons. S'assurer aujourd'hui concrètement c'est la garantie d'être indemnisé en cas de sinistre en fonction des garanties choisies. Par exemple avec SYLVASSUR il est possible d'assurer un capital de 500 €/ha jusqu'à 25 000 €/ha en choisissant les parcelles à assurer ou en assurant toute la forêt et ceci en quelques clics sur notre site internet. Une fois assuré, vous bénéficiez d'une réduction d'impôt DEFIS sur votre cotisation qui couvre environ les premiers 1000 € de garantie ! Enfin, en étant assuré, vous avez la garantie d'être indemnisé par l'état en cas de sinistre majeur (Article L351-2 du Code Forestier).

Pourtant moins de 15 % des propriétaires forestiers ont souscrit une assurance. Est-ce par ignorance des dispositifs ? Pour un problème de coût ? Par goût du risque ?

Il est clair que l'assurance forestière n'est pas forcément bien connue des propriétaires. Un bon nombre pense même qu'ils sont couverts par leur assurance Responsabilité Civile, ce qui n'est pas le cas pour l'indemnisation en cas de dommages subis... Reste que le coût peut poser question notamment en l'absence de revenu dans l'attente des coupes... Pourtant, cela ne coûte pas forcément bien cher eut égard aux garanties de percevoir une indemnité au lieu de perdre tout ou partie du revenu escompté de ses bois. Les risques augmentent, c'est indéniable, et heureusement des solutions existent chez les assureurs.

Un contrat d'assurance est toujours assorti de conditions générales parfois longues, complexes mais essentielles pour savoir à quel régime on adhère. Que conseilleriez-vous de vérifier en priorité ? Comment le sylviculteur doit-il présenter sa propriété ?

La question à se poser est de savoir quel risque on veut couvrir ? L'incendie seul ? L'ensemble des risques : incendie, tempête, neige, grêle, gel ? Ensuite, il faut savoir si c'est la garantie reconstitution seule qui intéresse le forestier ou s'il veut également une indemnisation en cas de perte de revenu. Il faut aussi vérifier les modalités d'évaluation des sinistres et les conditions à partir desquelles l'assurance est déclenchée. La flexibilité fait partie de la raison d'être de la proposition de Fransylva, les forestiers sont libres d'ajuster les garanties en fonction de leurs besoins.

SYLVASSUR Fransylva Services | sylvassur@fransylva.fr | 01 47 20 56 58 / 01 47 20 66 55

GROUPAMA MISSO groupama-forets.com 05 56 52 85 28

PACIFICA XLB contact@assurancesforets.fr 02 43 53 08 40



Le CNPF et l'IBP dans un nouveau projet européen Life : GoProFor MED

Dans le prolongement du projet Life GoProFor (GOod PRactices implementation netwOrk for FOrEst biodiversity conservation) auquel participe le CNPF, qui a permis d'étendre l'IBP (Indice de Biodiversité Potentielle) à l'Italie et de recenser les bonnes pratiques de gestion en faveur de la biodiversité, GoProFor MED vise à améliorer la gestion des forêts méditerranéennes par la définition et l'application d'itinéraires techniques favorables à leur conservation et à la biodiversité. Le projet est centré sur quatre habitats d'intérêt communautaire, bien représentés en méditerranée : forêts de chêne vert, de chêne liège, de pin noir endémique et châtaigneraies. Il associe 15 organismes de quatre pays : Espagne, France, Italie, Grèce, dont le CNPF pour la France.

Les quatre principaux axes sont :

- établir une stratégie de conservation des habitats commune aux quatre pays incluant la définition d'une méthode d'identification et de description des habitats, en particulier pour évaluer l'état de conservation, la synthèse des itinéraires techniques favorables à la conservation de ces habitats,
- définir et appliquer, sous forme démonstrative, des pratiques de conservation issues des Bonnes Pratiques (cf. GoProFor) et des techniques de gestion forestière proche de la nature,
- préparer des outils de gestion et des programmes de formation et les mettre en œuvre,
- diffuser les connaissances et outils développés dans le projet et les appliquer à titre démonstratif.

Parmi les outils de diagnostic, l'IBP sera utilisé pour caractériser et comparer les peuplements en termes de capacité d'accueil pour les espèces, puis faciliter la prise en compte de la biodiversité dans les itinéraires.

Ainsi, l'IDF et le CRPF Paca seront associés dans ce projet notamment :

- pour élaborer une version IBP adaptée à la Grèce et à l'ensemble de l'Espagne,
- pour définir des itinéraires techniques et installer en région Paca des sites démonstratifs dans les forêts de Chêne vert.

D'une durée de 6 ans, ce projet a débuté en novembre dernier.

Euroforest 2023

La prochaine édition du salon Euroforest aura lieu **les 22, 23 et 24 juin à Saint-Bonnet-de-Joux**, entre Macon et Digoin, en Saône-et-Loire. Ce salon en plein air entièrement dédié à la sylviculture est co-organisé par l'Interprofession forêt-bois de Bourgogne-Franche-Comté et la Coopérative Forestière Bourgogne Limousin.

Plus de renseignements sur <https://www.euroforest.fr>

Surchauffe économique et climatique pour les travaux en forêt

Les entreprises de travaux agricoles et forestiers ont appliqué des hausses de tarifs l'an dernier et la tendance sera loin de s'inverser pour l'année en cours ! « Les hausses passées en 2022 par près des deux tiers des entreprises sont insuffisantes pour maintenir les investissements et fidéliser les salariés. » explique la Fédération Nationale Entrepreneurs Des Territoires (FNEDT)¹. Et cette

Olivier Martineau © CNPF



organisation de mettre en avant une progression des principaux postes de charge et en premier lieu l'explosion du prix des matériels qui va de pair avec l'allongement des délais de livraison. À côté de la hausse des carburants, les entrepreneurs de travaux agricoles et forestiers ont vu les prix des pièces et consommables grimper en moyenne de 20 %, sans oublier l'inflation sur les assurances et les révisions du SMIC (+ 8 % sur un an). Face à cette situation, d'après une enquête réalisée par la FNEDT auprès de ses adhérents à l'automne 2022 (344 réponses), 58 % de ces entreprises ont augmenté leurs tarifs de 5 à 15 % hors dispositif d'indexation du carburant. Une entreprise sur cinq a appliqué une hausse de tarif supérieure à 20 % et autant se sont limitées à moins de 5 %.

Bonne dynamique du bois-énergie

Sur le volet strictement forestier, l'activité des ETF s'est bien maintenue tout au long des neuf premiers mois de l'année. À partir d'octobre, les incertitudes sur les coûts de l'énergie et le ralentissement de la construction, freinent nettement la demande en bois résineux. Pour certaines entreprises, les chantiers de bois-énergie, dont la demande a explosé depuis octobre novembre a ensuite contribué à maintenir l'activité.

Concernant le volet plantation, les perspectives sont analysées de façon favorables. « Aux 45 000 ha initialement prévus par le Plan de Relance, se rajouteront à partir de 2023, les 50 000 ha brûlés lors des grands incendies de l'été 2022. » Le manque de graines pour certaines essences ne s'est pas encore fait durement ressentir mais la FNEDT estime qu'elle impactera les reboiseurs et les gestionnaires dans les saisons à venir. Le déficit hydrique de 2022 a peu impacté les travaux d'exploitation forestière, mais a mis en péril de nombreuses plantations. « La garantie de reprise imposée à l'entrepreneur de travaux sur la qualité de l'implantation et de la reprise des plants (en général plus 80 % de plants verts à 1 an) devient impossible à tenir. S'il est justifié de tenir le prestataire responsable de la qualité de l'implantation, il ne peut être tenu de replanter à ses frais l'intégralité d'une plantation grillée par la sécheresse. » souligne la FNEDT.

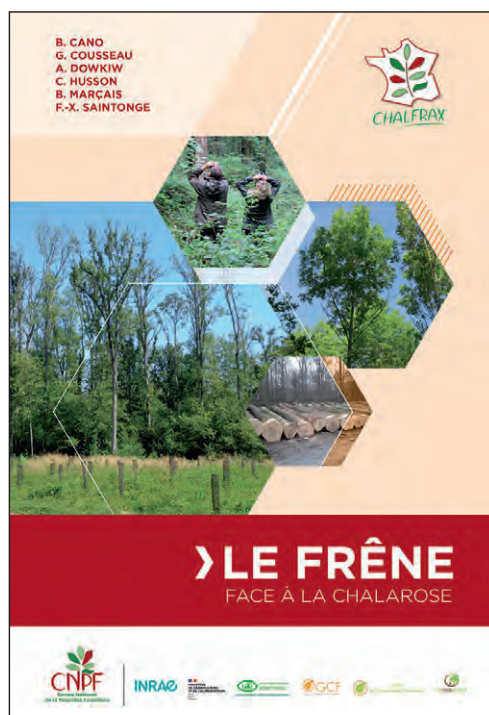
Quelques chiffres

Les 6 882 entreprises de travaux forestiers et sylvicoles sont souvent des microentreprises. Pour autant, elles réalisent 70 % des travaux de sylviculture-reboisement et 80 % des travaux d'exploitation en France pour le compte de propriétaires forestiers, de coopératives, d'exploitants-négociants, d'industries du bois, de l'Office national des forêts et de communes. D'après le tableau de bord de la FNEDT, elles totalisaient l'an dernier 20 710 actifs salariés et non-salariés dont 1 955 sont déclarés travailler dans la sylviculture et le reboisement et 13 178 dans l'exploitation forestière.

¹ La Fédération Nationale Entrepreneurs Des Territoires (FNEDT) est l'organisation professionnelle qui rassemble les entrepreneurs de travaux agricoles (ETA), forestiers (ETF) et ruraux français (ETR).

NOS OUVRAGES

LE FRÊNE FACE À LA CHALAROSE



La chalarose gagne du terrain. Le livre Le Frêne face à la chalarose est indispensable pour comprendre les enjeux et préserver une gestion durable des forêts touchées.

Les propriétaires de frêne et gestionnaires forestiers sont de plus en plus nombreux à être confrontés au dépérissement de cette essence. Le livre *Le Frêne face à la chalarose* les guide dans cette lutte.

Résultat de plusieurs années d'étude

Depuis une quinzaine d'années le Frêne est décimé par la chalarose, une maladie causée par l'invasion d'un champignon exotique. Face à cette menace galopante, la filière forêt-bois s'est mobilisée et a créé le programme CHALFRAX en 2014 pour traverser cette crise sanitaire. Il a réuni chercheurs, experts en santé des forêts, gestionnaires, conseillers forestiers... avec la collaboration de nombreux propriétaires. Le livre est l'aboutissement de ce programme, dont l'objectif était à la fois de mieux connaître la maladie mais aussi d'aider concrètement les gestionnaires.

Un véritable guide de gestion

Le livre dresse un état des connaissances sur l'essence, l'agent pathogène, et sur l'impact de la maladie sur les frênaies avec ses conséquences économiques. Il présente également la démarche du programme Chalfrax, conçue pour réagir face à cette crise sanitaire. Le livre constitue un véritable guide pour les forestiers grâce à de nombreuses fiches pratiques pour diagnostiquer l'état de santé des arbres, des peuplements et gérer les frênaies confrontées à la maladie dans tous les contextes rencontrés en France.

LES AUTEURS :

- Benjamin Cano est conseiller forestier au Centre national de la propriété forestière et animateur du programme Chalfrax.
- Guillaume Cousseau est co-directeur de la coopérative forestière Coforaisne.
- Arnaud Dowkiw et Benoît Marçais sont chercheurs à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).
- Claude Husson et François-Xavier Saintonge sont experts au Département de la santé des forêts du ministère chargé de la forêt.

LE FRÊNE FACE À LA CHALAROSE

B. Cano, G. Cousseau, A. Dowkiw, C. Husson, B. Marçais, F.-X. Saintonge

Éditions du CNPF-IDF, 2021 - 328 pages, 16 x 24 cm

12 € + frais d'envoi (7,5 € pour 1 à 2 ex.)

Format numérique : 9 €

www.foretpriveefrancaise.com

idf-librairie@cnpf.fr

NOUVEAUX TUTOS OU VIDÉOS



Le Conseil national du Peuplier a réalisé 20 vidéos. Elles se répartissent en 5 chapitres :

- les fondamentaux (3 vidéos),
- la vente et la qualité des bois (2 vidéos),
- la plantation et sa préparation (8 vidéos),
- la taille et l'élagage (5 vidéos)
- les entretiens du sol (2 vidéos).

Ces documents sont en libre accès sur le site peupliersdefrance.org

Ils sont destinés aux propriétaires et professionnels soucieux de leurs bonnes pratiques, notamment de préparation du sol, de plantation, de taille et d'élagage, de maîtrise de la végétation.

Sur ce même site, le tableau récapitulatif des principales caractéristiques de cultivars a été mis à jour. Sont également disponibles les fiches techniques de 12 cultivars, actualisées tout récemment.

À LIRE

Brochure Biodiversité

Le CNPF Hauts-de-France Normandie vient de rééditer sa brochure intitulée *Biodiversité et gestion forestière*. Ce document de 28 pages s'adresse aux propriétaires et gestionnaires forestiers désireux de mieux comprendre et d'intégrer la biodiversité dans la gestion forestière courante, afin de répondre aux attentes de développement durable et de multifonctionnalité des forêts.

Riche de nombreuses photos et graphiques, ce document intéressera tous les passionnés de nature. Ce fascicule peut être téléchargé en libre accès sur le site du CNPF Hauts-de-France - Normandie

hautsdefrance-normandie.cnpf.fr

Résultats 2022

de l'inventaire forestier de l'IGN

L'édition 2022 du *Mémento de l'inventaire forestier* rassemble en 68 pages les principaux chiffres, cartes et informations sur la forêt française issus des campagnes d'inventaire 2017 à 2021 de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN).

C'est une mine d'informations sur l'évolution de la forêt française et ses principales essences. Un document précieux pour tous les férus de données statistiques. Il est disponible en libre accès depuis le site du CNPF : <https://www.cnpf.fr/actualites/resultats-2022-de-l-inventaire-forestier-de-l-ign> et sur celui de l'IGN <https://inventaire-forestier.ign.fr/>

Transformer les contraintes cévenoles en atouts

Propos recueillis par
Nathalie Maréchal



Les membres du comité de direction du CNPF-IDF ont été accueillis par Jeannine Bourrely¹, sylvicultrice passionnée à Saint-Jean-du-Gard, une commune des Cévennes, située dans le nord du département du Gard. Elle façonne de ses mains ces flancs de montagne exposés à un climat méditerranéen et met toute son énergie pour embellir une forêt atypique.

1 Vice-présidente du CNPF-Occitanie, vice-présidente de Fransylva du Gard.

2 Formation à la gestion forestière.

3 Fonds forestier national, dissout en 1999.

Quels sont vos objectifs de gestion ?

Jeannine Bourrely : Ma préoccupation est de créer une forêt la plus diversifiée et « mosaïquée » possible, afin qu'elle puisse continuer à rendre tous les services écosystémiques (gestion de l'eau, qualité de l'air, maintien des sols, paysage, lieu de ressourcement) tout en produisant du bois de qualité mais aussi des produits associés (miel, sève de bouleau, champignons, huiles essentielles...)

Le changement climatique me préoccupe et m'interroge sur nos pratiques. Comment faut-il les adapter ? On mentionne souvent les épisodes cévenols, or ils évoluent davantage vers des épisodes méditerranéens. Avec un vent plus orienté à l'ouest qu'avant, cela provoque des chablis, les arbres étant plus enracinés face aux vents du sud. Pour autant, même s'ils se traduisent par des entrées maritimes, les vents du sud ne sont pas violents. Ce sont davantage ceux du nord qui soufflent avec force. Les périodes de précipitations deviennent trop fluctuantes : début 2022, nous avons eu seulement 3 jours de pluie en 5 mois ! Il est urgent d'adapter et diversifier, et les essais que nous avons mis en place peuvent servir de références.

Quel est l'historique de votre forêt ?

J'ai hérité de cette forêt du vivant de mes parents, à 34 ans. Elle est sur des sols pauvres, peu profonds. Ce sont plutôt des schistes, des granites et des grès friables. Cependant les racines y pénètrent. L'al-

titude varie entre 200 et 600 m, avec les quatre orientations. Ce massif à flanc de montagne provient d'anciennes friches agricoles ou industrielles : une châtaigneraie vieillie, des pins maritimes autrefois utilisés comme bois de mine et des taillis de chêne vert. Faire des stages en préparant un Brevet de Technicien Agricole Option Forêt m'a aidé pour mes projets de reboisement et de desserte. Un stage aux Jardins du Trianon de Versailles m'a donné une autre vision de la forêt, plus diversifiée dans les essences et plus esthétique dans les formes et surtout les couleurs. Le fait de rencontrer les techniciens et ingénieurs du CRPF à travers notamment les FOGFOR² m'a également beaucoup appris. Je travaille avec des chercheurs qui utilisent cette forêt pour faire des essais : provenance de merisiers, mycorhization de pins avec des lactaires délicieux, installation d'essences exogènes. Je reçois des forestiers étrangers et des écoles forestières. Leurs interrogations sur nos pratiques nous amènent à réfléchir ! Enfin, je m'appuie sur les aides européennes et FFN³ pour financer mes projets de reboisement. Mais surtout je paye le reliquat grâce à mon travail (plantation, dégagement, élagage). Cela s'appelait « les travaux pour propre compte ». Aujourd'hui, seul Alès Agglo, l'une des quatre communautés d'agglomération du département du Gard, née de la réforme des collectivités territoriales, finance des travaux réalisés par les propriétaires eux-mêmes pour

Guides des stations

Les Cévennes ont la chance d'être couvertes par trois guides de stations dont les territoires d'utilisation font référence aux anciennes régions de l'Inventaire Forestier National : les Basses Cévennes à Pin maritime autour du bassin de vie alésien, les Basses Cévennes à Châtaignier situées au sud du massif de l'Aigoual gardois et dans le sud des Cévennes lozériennes et les Hautes Cévennes s'étendant du massif de l'Aigoual et du Lingas aux Mont-Lozère et du Bougès. Ces guides constituent un véritable outil qui permet de connaître le milieu à partir d'éléments simples et visuels tel que le type de roche ou le relief et d'évaluer les potentialités forestières de chaque parcelle. Ce diagnostic stationnel accompagne le forestier qui dispose alors des informations nécessaires pour guider ses choix : Quelle essence favoriser ? Quelle gestion appliquer ? Quelles sont les contraintes à prendre en compte ?

Sur le web

Une vidéo est également visible sur *youtube* pour voir comment des propriétaires forestiers cévenols améliorent leur forêt et investissent pour l'avenir.

FORESTIERS DU GARD -
Entreprendre pour soi et les générations futures

<https://www.youtube.com/watch?v=kSdcaXhY3EE>

leur propre compte ; cela mériterait d'être remis au goût du jour par les autres financeurs. À 60 ans, j'ai transmis la forêt à mes enfants et petits-enfants. Ces derniers ont installé « leur forêt de demain » sur 0,5 ha en 2020. Ils en assument le suivi avec leurs amis.

Depuis le début, vous plantez et entretenez vous-même. Vous avez aussi la fibre de l'expérimentation car vous avez installé de nombreux essais ?

Depuis 35 ans, je plante diverses essences, que j'entretiens et élague par la suite. Mais les reboisements en Cévennes

sont plus compliqués, car les prix des travaux sont plus élevés compte tenu du travail préalable du sol à la pelle araignée, de sols pauvres et des protections contre le gibier.

Je n'aurais jamais imaginé récolter mes premières plantations ! Sur une parcelle, après la récolte des châtaigniers déperissants, un travail au bull avait remodelé des terrasses. Nous avons planté des pins laricio et des cèdres à 1 200 plants par hectare que j'ai dégagés manuellement. Après plusieurs dépressages laissés sur place, cette 1^{re} éclaircie est rentable à 12 €/ m³ sur pied.



© Nathalie Maréchal



© Nathalie Maréchal

Une présentation de la forêt de Madame Bourrelly a eu lieu le 10 juin dernier à l'occasion du comité de direction de l'IDF dans les magnifiques paysages des Cévennes gardoises.

Jeannine Bourrelly, vice-présidente du CRPF Occitanie et vice-présidente de Fransylva du Gard.

4 collection d'essences réparties en placettes reproduisant des mini-forêts
<https://www.botanique-jardins-paysages.com/le-sylvetum-de-clos-gaillard-nimes-et-ses-pins-de-salzmann/>

Quels types d'essais ont été mis en place sur vos parcelles ?

J'ai testé de nombreux mélanges comme des cèdres avec des aulnes de corses, des chênes rouges d'Amérique, diverses provenances de merisier.... Nous avons fait un sylvetum⁴ avec une trentaine d'essences nouvelles, plantées par 100. J'ai aussi expérimenté des essais de mycorhization de lactaire délicieux avec l'INRAE pour évaluer le rôle de ce champignon comme accélérateur de la croissance d'arbres-hôtes. 10 ans après, nous récoltons des lactaires à tous les pieds des pins et les arbres ont une belle croissance !

La forêt gardoise (Source IGN)

Dans le Gard, la forêt couvre 263 000 hectares, soit un taux de boisement de 45 % avec des disparités importantes entre les Cévennes (jusqu'à 95 %) et la Camargue ou les Causses (2 %). En effet, le département a la particularité de s'étendre de la Méditerranée à la bordure sud du Massif central avec l'Aigoual comme point culminant (1 565 m). Les forêts privées représentent environ 70 % de cette surface. C'est une forêt à 80 % feuillue où le chêne vert est largement prépondérant. Il couvre plus de 100 000 hectares surtout dans les Garrigues. Le chêne pubescent est plus présent dans la partie orientale. La Petite Camargue est le domaine du pin pignon qui forme le plus souvent des bois de quelques hectares. Mais, en Cévennes, au-dessus de 300 à 400 mètres, on trouve, selon les massifs, le châtaignier et/ou le pin maritime, puis le pin laricio, le hêtre, le sapin ainsi que diverses essences introduites en reboisement (douglas, cèdre, mélèze, épicéa).



© Nathalie Maréchal

Cette régénération naturelle de cèdres est patiemment dégagée de genêts un peu trop envahissants.



© Nathalie Maréchal

Dans le cadre d'un protocole expérimental, 9 essences (tilleul, bouleau, chêne rouge, alisier, cormier, sorbier, poirier, pommier et cèdre) ont été plantées à une densité de 900 tiges/ha. Ici un cormier protégé par une gaine en roseau.

Il est important d'accompagner la nature et de profiter de sa dynamique. Sur une parcelle à proximité des premiers cèdres plantés, j'ai observé une régénération naturelle. Et depuis je dégage ces petits cèdres à la main ! Toujours pour tester, j'ai planté des camphriers à la fois pour l'huile essentielle de Ravintsara et le camphre avec le bois. Je vais analyser si l'odeur un peu forte des feuilles est susceptible d'éloigner les cervidés. Le risque incendie est intégré dans nos aménagements forestiers depuis longtemps. Un bon réseau de pistes facilite l'accès aux parcelles pour les travaux et exploitations. En bas de mes reboisements, je plante des cèdres ou des douglas. Leurs petites aiguilles favorisent la rétention de l'eau et, en 20 ans, ils ont un couvert bien fermé donc un sol sans embroussaillage. D'autre part, notre forêt est traversée par deux sentiers de randonnées, le GR 70 (Chemin de Stevenson) et le PR 9. Nous avons installé en 1992, six panneaux pour expliquer les 22 ha de coupe rase. Il faudrait les réactualiser car il est important d'expliquer aux 50 000 randonneurs qui passent dans cette forêt ce que l'on est en train de construire.

Quelles sont les évolutions dans vos pratiques de gestion, pas seulement dans votre technique de plantation, en fonction du changement climatique ?

La modification importante dans la manière de planter concerne l'eau : ma préoccupation est comment conserver ou retenir l'eau dans la forêt, et éviter l'érosion ? Les évolutions les plus flagrantes sont l'alternance de pluies de plus en plus violentes, entrecoupées de longues périodes de sécheresse. Il faut donc trouver des moyens pour retenir l'eau.

Un programme national « Nature 2050 », financé par CDC Biodiversité (une filiale de la Caisse des Dépôts), appuie l'installation d'essais pour créer une nouvelle forêt, capable de résister aux changements climatiques. Concrètement, cinq propriétaires privés du Gard et de la Lozère reboisent 23 ha de châtaigneraies déperissantes,

En savoir + sur Nature 2050

Nature 2050 est né de la volonté des associations, des scientifiques, des entreprises et des collectivités d'agir concrètement afin que les futures générations puissent vivre dans un environnement préservé, malgré les changements climatiques. Ce programme, conçu et financé par CDC Biodiversité, vise à améliorer la santé et la qualité de vie par les solutions fondées sur la nature. Il est l'un des premiers à appliquer les recommandations de la COP 21 (Accord de Paris sur le climat). Cinq sites, appartenant à cinq propriétaires forestiers privés, ont été sélectionnés suivant des critères géographiques (altitude, exposition...), afin de servir de territoire d'étude et mettre en place de nouveaux protocoles de gestion (essais d'essences, gestion de l'eau...). Ces sites pilotes permettront d'améliorer la connaissance sur l'adaptation du massif forestier cévenol au changement climatique, et développer des méthodes reproductibles sur l'ensemble de ce territoire.

<https://www.nature2050.com/projet/foret-cevenole/>

avec un protocole expérimental suivi en partenariat avec le CRPF, le CNPF-IDF et la coopérative La Forêt Privée Lozérienne et Gardoise, avec des essences très diversifiées. Sur notre parcelle, nous avons planté 10 essences : tilleul, bouleau, chêne rouge, alisier torminal, cormier, sorbier des oiseleurs, poirier, pommier, robinier et cèdre à une densité de 900 tiges/ha. Une pelle « araignée »⁵ a fractionné la roche pour favoriser l'enracinement des plants sans changer l'horizon du sol sur 1 m³. Les rémanents ont été mis en andains le long des courbes de niveau pour limiter l'érosion, conserver l'eau et favoriser la biodiversité. Cette configuration rappelle les « faïsses »⁶ de châtaigniers d'autrefois, cela est mieux accepté des riverains. Les cèdres sont implantés plutôt dans le bas de la parcelle, afin qu'à terme leur tapis d'aiguilles retienne davantage l'eau et réduise l'érosion. Un plant sur deux est protégé par une gaine en roseau. Certes ces protections sont coûteuses, difficiles à transporter sur la parcelle et longues à installer. En plus d'aider à repérer facilement les plants, leur avantage est de permettre de garder davantage la fraîcheur que les gaines en plastique.

Quels conseils de gestion donneriez-vous à vos enfants ou petits-enfants ? Et plus largement aux forestiers ?

Les techniciennes du CNPF Christine Boyer et Elise Buchet, qui m'accompagnent depuis longtemps, préconisent de revenir aux fondamentaux, c'est-à-dire déterminer la station forestière, connaître ses sols, et s'appuyer sur les guides de station adaptés par région forestière spé-

cifique. Il faut aussi se donner les moyens d'entretenir la desserte. C'est fondamental pour la gestion de nos parcelles sur un relief souvent escarpé. Je comprends qu'il soit nécessaire d'intégrer une part de risque dans les itinéraires forestiers. Un équilibre est à trouver entre la longévité et la diversification des essences et les itinéraires de gestion. Ma gestion évolue vers une forêt « mosaïque » diversifiée que j'estime plus résiliente. Nous avons à rester humble et œuvrer en copiant la nature. Il serait aussi justifié que la forêt soit reconnue pour toutes les aménités qu'elle procure à la société : paysage, protection des sols, de l'eau, stockage du carbone, loisirs... et que dans les régions moins productrices de bois d'œuvre, cela soit compensé pour permettre aux propriétaires forestiers de la gérer au mieux pour le bien de tous plutôt que de la laisser à l'abandon avec les risques d'incendie et de dépérissement...

J'aime rappeler une phrase du biologiste et écologue Bernard Chevassus-au-Louis : « *Les fonctions non marchandes de la forêt valent 9 à 10 fois plus que la valeur totale des bois abattus.* » ■

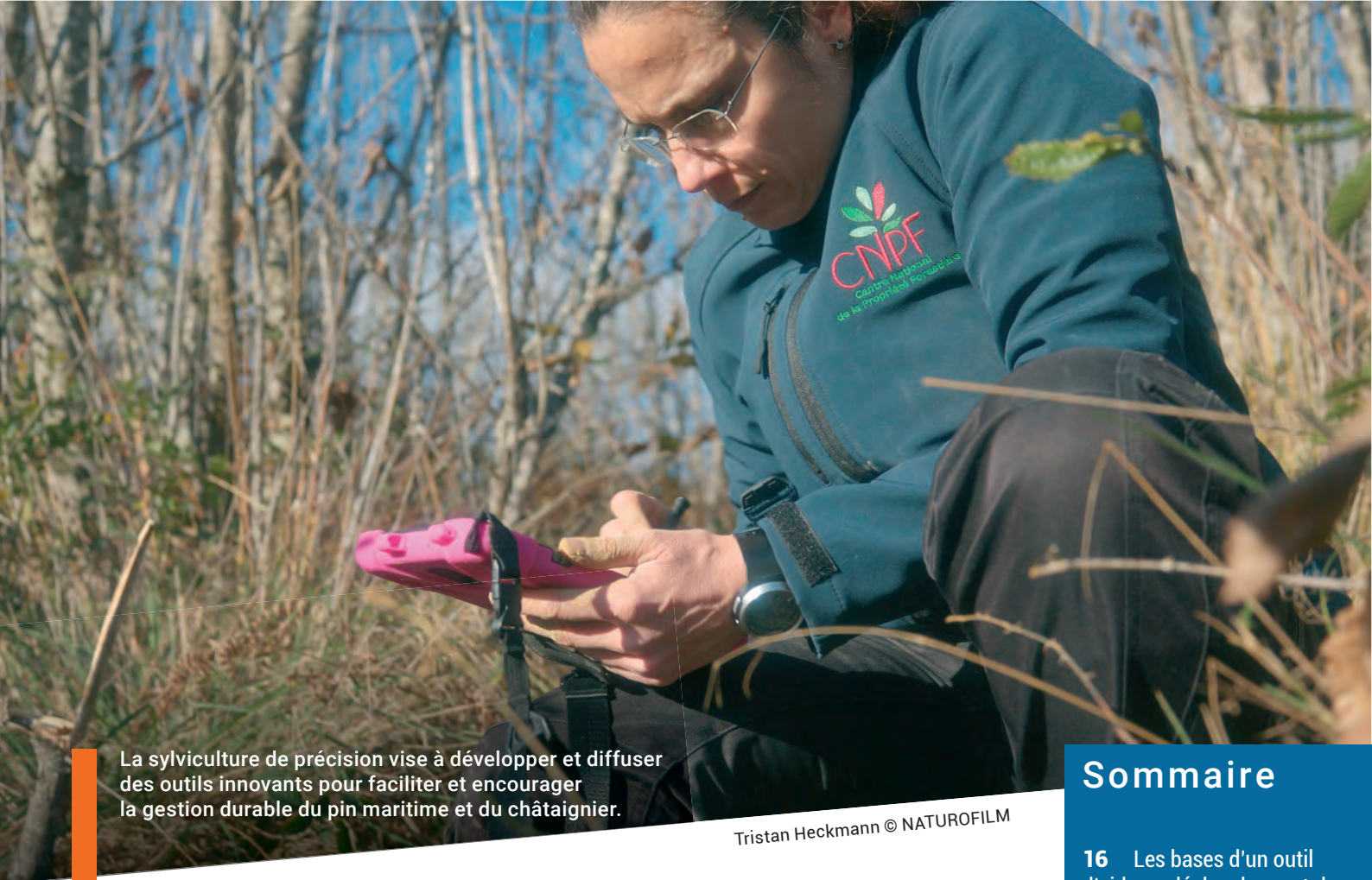
5 Une pelle araignée comprend à l'avant deux « pattes » indépendantes, articulées et équipées de bèches d'ancrage et à l'arrière deux roues pouvant être levées ou baissées à l'aide de vérins. Cet engin permet de mécaniser le travail du sol dans de fortes pentes et en particulier l'ouverture de potets préalables au reboisement.

6 Faïsse : muret en terrasse le long des courbes de niveau permettant de garder l'eau et la terre.

Résumé

Jeannine Bourrelly façonne depuis une quarantaine d'années une forêt diversifiée résiliente dans le nord du Gard. Sa gestion forestière évolue pour adapter et préserver sa forêt face au changement climatique, notamment retenir l'eau et diversifier les essences.

MOTS CLÉS : changement climatique, Cévennes, adaptation gestion, diversification.



La sylviculture de précision vise à développer et diffuser des outils innovants pour faciliter et encourager la gestion durable du pin maritime et du châtaignier.

Tristan Heckmann © NATUROFILM

Sylviculture de Précision en Nouvelle Aquitaine : application au pin maritime et au châtaignier

Par Benjamin Chapelet et Michel Chartier, Centre National de la Propriété Forestière – Institut pour le Développement Forestier

Eemblème des Landes de Gascogne, le **pin maritime** couvre la région Nouvelle-Aquitaine sur plus de 800 000 ha pour une estimation de 87 millions de m³ sur pied. La sylviculture de ces peuplements a toujours été en constante évolution, de façon prioritaire pour s'adapter aux demandes évolutives des filières (de la récolte de la résine à celle du bois pour toutes ses valorisations, de l'énergie à la chimie) mais également aux enjeux de biodiversité, de stockage du carbone, de paysage et d'adaptation aux changements climatiques. Le châtaignier est le 2^e feuillu le plus représenté en Nouvelle-Aquitaine avec

plus de 250 000 ha. Sa récolte représente 38 400 m³/an soit 35 % de la récolte française : la région se positionne en première place pour les sciages de cette essence (64 % soit 21 500 m³/an). Cependant, le dépérissement des châtaigniers préoccupe les professionnels et pose de façon cruciale la question du diagnostic de l'état de santé des arbres. Le châtaignier, troisième essence feuillue de France en surface, est quasiment intégralement situé en forêt privée. Avec environ 50 % de la surface mondiale de la châtaigneraie à bois, la France est un acteur économique incontournable. Au-delà de l'aspect économique, la question de sa

Sommaire

- 16** Les bases d'un outil d'aide au déclenchement des éclaircies : SYLV'ÉCLAIR
- 20** Cartographier l'état sanitaire des châtaigniers par télédétection
- 25** Éprouver le modèle de télédétection
- 27** Un marché carbone local pour renouveler les châtaigneraies du Fumelois ?
- 31** « BioClimSol vient confirmer ou infirmer mon avis sur une parcelle »
- 34** Vigil'encre : une application smartphone dédiée à l'épidémiosurveillance de la maladie de l'encre du châtaignier
- 38** La méthode « ARCHI » appliquée au châtaignier sur le terrain Limousin
- 40** Des sites pour vulgariser la gestion
- 42** Vers un usage combiné des différents outils pour le diagnostic des châtaigneraies

**Benjamin Chapelet**

Ingénieur en charge de l'animation du projet SPNA (Sylviculture de Précision en Nouvelle-Aquitaine).

**Michel Chartier**

Ingénieur coordinateur du projet SPNA (Sylviculture de Précision en Nouvelle-Aquitaine).

Le projet SPNA a pour objectif d'élaborer et diffuser des outils techniques et économiques. Il s'agit d'aider les gestionnaires dans leurs choix sylvicoles et de caractériser l'état et l'évolution possible d'essences de Nouvelle-Aquitaine dans un contexte de climat changeant.



En savoir +

<https://nouvelle-aquitaine.cnpf.fr/nos-actions/sante-des-forets-et-changement-climatique/le-changement-climatique>

survie, et donc de la biodiversité associée et des paysages, se pose.

Dérivée de l'agriculture, la « **sylviculture de précision** » est un principe de gestion qui vise la durabilité des forêts via le développement d'outils technologiques innovants au service des propriétaires et gestionnaires. Elle permet la prise en compte de leur complexité, des conditions socio-économiques et environnementales locales ainsi que de leurs évolutions en raison du changement climatique.

Ainsi, à partir des constats et initiatives sur les deux essences phares de la région, SPNA a l'objectif d'élaborer et diffuser des outils techniques et économiques permettant d'aider les gestionnaires dans leurs choix sylvicoles et de caractériser l'état et l'évolution possible des peuplements de Nouvelle-Aquitaine dans un contexte de climat changeant.

Il s'agit de créer pour le **pin maritime** les bases d'une interface web compatible smartphone permettant de guider le gestionnaire dans la mobilisation de ses bois en utilisant les normes de sylviculture actuelles et les capacités de calcul des modèles de dynamique forestière (INRAE/FCBA) de la plateforme de simulation CAPSIS.

Pour le **châtaignier**, il est question de mettre à disposition des gestionnaires forestiers et des territoires, des outils facilitant la réalisation de différentes ac-

tions : évaluation de l'état sanitaire (télé-détection, méthode ARCHIL), diagnostic de la station et du peuplement (BioClimSol, Vigil'encre), à la sylviculture (martélosopes), et au bilan carbone (Climafor) afin de dynamiser le renouvellement de la châtaigneraie. ■

Le SPNA en quelques mots

Coordonné par le CNPF, Sylviculture de Précision en Nouvelle Aquitaine (SPNA). C'est un groupe opérationnel du PEI-AGRI¹ (Partenariat européen pour l'innovation) financé par la Région Nouvelle-Aquitaine et le FEADER (Fond européen agricole pour le développement rural) entre 2019 et 2022. Il rassemble 10 partenaires et acteurs forestiers régionaux issus de la Recherche, de la R&D, de la gestion des forêts publiques et privées, des représentants de propriétaires forestiers et des collectivités locales.

¹ <https://www.reseaurural.fr/le-partenariat-europeen-pour-linnovation-agri>

Les dix partenaires rassemblés au sein du SPNA sont le CNPF, l'INRAE, l'École d'Ingénieurs de Purpan, l'Institut technologique FCBA, l'Office National des Forêts, Alliance Forêts Bois, l'Institut National de l'information Géographique et Forestière, la Communauté de communes de Fumel, le Groupement de développement forestier sud-Dordogne et le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire.



Les bases d'un outil d'aide au déclenchement des éclaircies :

SYLV'ÉCLAIR

Cécile Maris¹, Céline Meredieu²,
François Ehrenmann², Thierry Labbé², Roland de Lary¹,
Dominique Merzeau³, Patrick Pastuszka²

Dans le cadre du projet « Sylviculture de Précision en Nouvelle-Aquitaine », les bases d'un nouvel outil informatique destiné aux propriétaires et aux gestionnaires de parcelles de pin maritime ont été élaborées. Dénommé SYLV'ÉCLAIR, il s'agira d'un site web utilisable également sur smartphone. À partir de mesures de terrain et après avoir choisi une des normes disponibles, cet outil intégrant un modèle de croissance, indiquera quel est le moment le plus opportun pour planifier la prochaine éclaircie dans le peuplement et comment la réaliser. La base de données dite de « sylviculture participative » alimentée par les utilisateurs de SYLV'ÉCLAIR contribuera à l'amélioration des connaissances dédiées à une gestion forestière adaptative.

- 1 CNPF Nouvelle-Aquitaine
- 2 INRAE
- 3 CNPF-IDF

Dans le cadre du projet SPNA, pour le **pin maritime**, les actions entreprises avaient pour but la mise en place de tous les éléments nécessaires à la création d'une interface web, compatible avec les smartphones dont l'objectif est d'aider les gestionnaires à prendre la décision de réaliser une coupe partielle. Dénommée SYLV'ÉCLAIR, son développement est coordonné par l'Institut pour le Développement Forestier et INRAE, en lien avec FCBA, l'ONF et le CRPF Nouvelle-Aquitaine.

Cette interface va permettre de guider le propriétaire et le gestionnaire dans la mobilisation des bois en utilisant les données que l'utilisateur aura mesurées dans son peuplement et qui seront stockées dans une base de données, des normes de sylviculture et enfin un des modèles de dynamique forestière de la plateforme de simulation Capsis. Rappelons que Capsis est un logiciel, développé par INRAE, qui offre un environnement de simulation commun pour des modèles de dynamique forestière variés à la pointe des recherches du moment⁴.

SYLV'ÉCLAIR et sa base de données développées dans le cadre du projet SPNA sont conçues pour recueillir les données des peuplements constitués principalement de pin maritime et fournir les conseils adaptés à ceux-ci. Néanmoins, l'outil est prévu pour que toute autre essence forestière (douglas, pin laricio, pin sylvestre...) gérée en futaie régulière puisse être intégrée à condition qu'elle soit dotée de normes forestières et d'un

modèle de croissance. Par ailleurs, si les premières phases de test de cette interface ont essentiellement lieu dans des peuplements du Massif des Landes de Gascogne, l'outil a vocation à être utilisé sur l'ensemble du territoire national.

Un enjeu stratégique pour le propriétaire ... et la filière bois

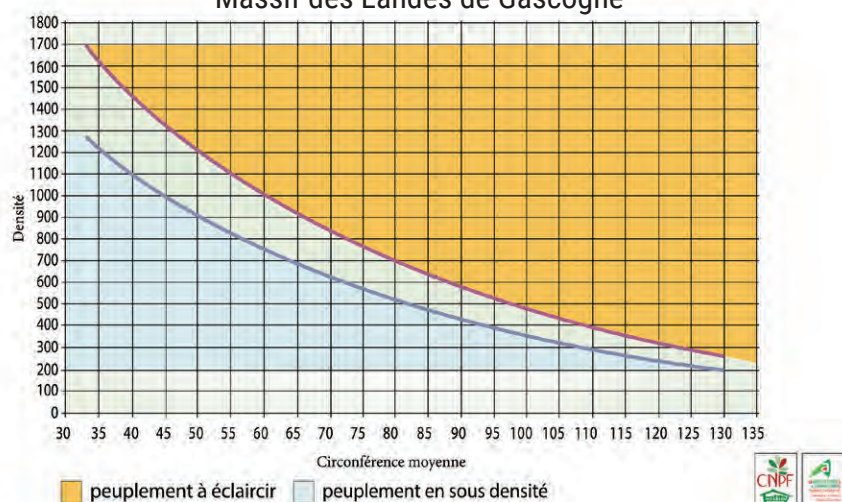
Le déclenchement des éclaircies est un enjeu stratégique. Leur intérêt est de permettre le maintien de la bonne croissance d'un peuplement forestier, d'en améliorer sa qualité et d'apporter des revenus intermédiaires au propriétaire de la parcelle. Des éclaircies régulières et bien réalisées, ainsi que des débroussaillages mécaniques adaptés sont des opérations conférant généralement une meilleure résistance des peuplements au changement climatique.

Les coupes d'éclaircies alimentent différents usages du bois suivant les dimensions et les qualités des bois coupés (bois pour l'énergie, l'industrie) mais elles sont surtout garantes des qualités et des quantités de bois qui seront produites sur le long terme.

Pour les peuplements de pin maritime du Massif des Landes de Gascogne, le problème des éclaircies reste un sujet important car leurs caractéristiques (fréquence, intensité...) qui devraient être dictées par la sylviculture, ont souvent évolué au cours du temps avec les besoins courants de la filière, lors des crises majeures, avec les prix des bois. Des études nous ont montré que des coupes peuvent

4 Pour avoir davantage d'informations sur la plateforme Capsis, consulter le lien suivant : https://capsis.cirad.fr/capsis/_media/plaquette-capsis-20-ans-v6-bis.pdf

Figure 1 - Déclenchement des éclaircies - pin maritime - Massif des Landes de Gascogne



Pour une circonférence moyenne du peuplement, cette norme estime que le nombre d'arbres du peuplement doit être compris entre les deux courbes de couleur. Pour maintenir le peuplement dans des conditions optimales de croissance, le forestier doit faire évoluer la densité en relation avec la croissance du peuplement déterminée avec la circonférence moyenne des arbres.

être réalisées au détriment de l'avenir du peuplement, souvent liées à un déclenchement trop précoce ou trop tardif. Sur d'autres parcelles, les éclaircies sont parfois trop intenses. Dans un contexte en constante évolution, chaque propriétaire doit pouvoir diagnostiquer rapidement la situation de chacun de ses peuplements à l'aide d'outils simples pour déterminer quand et comment mettre en œuvre la prochaine éclaircie. SYLV'ÉCLAIR est l'outil qui doit aider à répondre à cette question.

Savoir si une coupe doit être déclenchée : choix d'une norme

Dans le massif landais, pour le pin maritime, une des normes de sylviculture est basée sur les travaux de Jean-Paul Maugé (voir graphique ci-dessus).

Les limites en nombre d'arbres du peuplement correspondent à un compromis entre la production maximale du peuplement et la croissance individuelle de chaque arbre. Pour une circonférence donnée, la norme fournit une densité de peuplement minimale et une densité maximale entre lesquelles doit se situer le peuplement. Lorsque la densité réelle est supérieure à la limite maximale, il faut éclaircir et ramener cette densité à une valeur proche de la limite minimale. Bien que construites dans les années 80, cette norme reste adaptée aux peuplements de pin maritime présents aujourd'hui dans le Massif des Landes de Gascogne. En effet, elle s'adapte aux dynamiques de croissance qui peuvent varier selon les conditions pédoclimatiques. Ainsi, l'opération sera déclenchée plus tard dans les parcelles

installées en conditions moins favorables que dans celles situées dans des zones productives. Les peuplements actuels obtenus par plantation bénéficient des progrès de l'amélioration génétique et pour la plupart d'entretiens adaptés. Ils arrivent donc plus tôt aux circonférences de déclenchement des éclaircies. Cette norme est une de celles qui seront intégrées à l'outil SYLV'ÉCLAIR mais elle n'est pas la seule : l'outil permettra aussi de réaliser des diagnostics à partir des normes utilisées par l'ONF et basées sur l'utilisation de la hauteur dominante, ou d'autres normes utilisées en forêt privée, basées soit sur un couple densité-circonférence soit sur l'utilisation du facteur d'espacement.

Des informations précises pour chaque peuplement diagnostiqué

Le principe de fonctionnement de l'interface web SYLV'ÉCLAIR est d'être en mesure de déterminer, pour une parcelle donnée, si une coupe d'éclaircie doit être planifiée. C'est la norme qui pilote. Dans le cas où l'éclaircie doit être déclenchée selon la norme choisie, le diagnostic de SYLV'ÉCLAIR indiquera le nombre de tiges à prélever et les caractéristiques dendrométriques du peuplement sur pied et de la coupe éventuelle grâce à un outil de calcul d'éclaircie de la plateforme Capsis. Il rappellera aussi les consignes concernant l'organisation de la coupe et la mise en marché. Si l'éclaircie doit attendre, l'application indiquera la date préconisée d'intervention grâce au modèle de croissance INRAE, *Pinus pinaster* dans Capsis. Une version de démonstration de cette interface web a été développée dans

le cadre du projet SPNA de façon à tester le protocole de mesures, l'intégration des données mesurées et l'ergonomie des écrans auprès des conseillers forestiers du Massif des Landes de Gascogne. L'outil final doit être utilisable très simplement par le plus grand nombre.

Des conseils adaptables au contexte

Les conseils rappelés à l'utilisateur sont évolutifs et adaptés au contexte. Ils sont établis par le groupe à l'origine du projet (CNPF, ONF, FCBA, INRAE). Ainsi, suite à l'été 2022, un message de rappel concernant le respect des distances entre les peuplements forestiers et les pistes et fossés associés a été ajouté afin que les utilisateurs puissent au moment du déclenchement des éclaircies, vérifier que cette règle est bien appliquée et si besoin, profiter de l'éclaircie pour enlever les arbres situés dans la bande de sûreté de 4 m.

Cet outil a vocation à démultiplier et renforcer les conseils émis par les conseillers forestiers du CRPF mais aussi des Chambres d'Agriculture, des Coopératives, les experts forestiers, les gestionnaires forestiers en proposant **un diagnostic technique simple** permettant de piloter la sylviculture d'un peuplement forestier. Ce diagnostic vise à conforter la décision du propriétaire qui pourra ensuite enrichir sa réflexion par une analyse de l'équilibre au sein de la propriété, de la demande de la filière bois locale, de

la disponibilité des entreprises d'exploitation, du niveau des offres... Pour mémoire, SYLV'ÉCLAIR n'est pas le seul outil informatique aidant les propriétaires forestiers sur le massif landais : il sera complémentaire à l'application STERES (Simulations Technico-Economiques pour la Rentabilité des Exploitations Sylvicoles) qui permet une réflexion stratégique et à l'échelle de la propriété (voir encadré ci-dessous) et à l'application SYLVECO (FCBA) qui permet de simuler la croissance des peuplements selon des itinéraires sylvicoles paramétrables.

Amélioration des connaissances sur les peuplements forestiers

SYLV'ÉCLAIR a pour ambition d'être un outil de sylviculture participative. Lors de son inscription, l'utilisateur doit accepter que les données issues de ses peuplements (âge et données dendrométriques) soient utilisées pour améliorer aussi bien les normes que les modèles de croissance développés par INRAE et FCBA dans le cadre du GPMF (Groupement d'intérêt scientifique « Groupe Pin Maritime du Futur »). Les données personnelles seront, bien sûr, anonymisées. SYLV'ÉCLAIR permettra à un gestionnaire de consulter les diagnostics de tous ses peuplements et de comparer ses décisions de coupe avec les données de tous les sylviculteurs possédant des peuplements forestiers du même type. ■

REMERCIEMENTS :

Les auteurs remercient Albéric de Lachèze-Murel pour son aide dans la rédaction du cahier des charges de SYLV'ÉCLAIR et Rémy Adzuar pour le développement du site de démonstration.

MOTS CLÉS

Nouvelle-Aquitaine, Pin Maritime, SYLV'ÉCLAIR, Outil informatique, Gestion.

L'OUTIL STERES EN QUELQUES MOTS

STERES signifie **Simulations Technico-Economiques de Rentabilité pour les Exploitations Sylvicoles**. C'est à l'échelle d'une propriété forestière un outil de stratégie technico-économique sur le long terme. **Derrière cet acronyme, se cache un programme porté par le Centre de productivité et d'action forestière d'Aquitaine (CPFA)**, auquel le Syndicat des Sylviculteurs du Sud-Ouest (SYSSO), les Groupements de Producteurs Forestiers et le CRPF Nouvelle-Aquitaine sont associés. Il vise à regrouper les fonctionnalités des anciens logiciels COPEL (simulation d'itinéraires sylvicoles à l'échelle de la parcelle) et GEFAO (calcul de l'optimum technico-économique à l'échelle de la propriété). Il est développé sur internet et le gestionnaire peut, pour chaque peuplement, soit garder l'itinéraire optimum soit simuler et choisir son propre scénario repris dans les interventions au niveau de la propriété. STERES pourra intégrer tous les flux économiques de la propriété ainsi que les équilibres de trésorerie. <https://steres.fr>

BIBLIOGRAPHIE :

Maugé J.-P., 1987. *Le Pin maritime, premier résineux de France*. IDF. 18,00 € + frais d'envoi 7,50 € pour 1 à 2 ex. à commander en ligne sur <https://www.foretpriveefrancaise.com/publications/voir/404/le-pin-maritime-premier-resineux-de-france/n:541>

Petit aperçu de SYLV'ÉCLAIR en quelques captures d'écran (Version du site de démonstration)

Exemple de la page d'accueil

Exemple de message émis :

MENU

Connecté(e) en tant que Dominique Merzeau

Accueil

Déconnexion

Votre Compte

Vos peuplements

Nouveau peuplement

Exportez les données

Tableau de bord

Qui sommes-nous ?

FAQ

Ressources

Nos financements

Nous contacter

Sylv'Eclair

[Retour](#)

Diagnostic Complet Sylv'Eclair - 2023 - Version de Test

Peuplement : test-sd-01 - Norme : Forêt Privée

Date Mesure : 11/02/2021 - Date de transmission du diagnostic 22/11/2022 -

Les résultats marqués d'une * sont issus de Capsis

Synthèse des mesures du peuplement

1. Description du peuplement

Nom de l'utilisateur : Merzeau Dominique

Parcelle : test_dm2

Peuplement : test-sd-01

Commune ou Pays : CARCANS - 33 - France

Surface peuplement (ha) : 1

Surface mesurée (m²) : 1010

Essence principale : Pin Maritime

Objectif du peuplement : production

2. Sylviculture appliquée au peuplement

Date d'installation du peuplement : 01/12/2001

Mode de régénération : Plantation

Travail du sol : Non

Fertilisation : Non

Nombre d'entretiens déjà réalisés : Non renseigné

Nombre d'éclaircies déjà réalisés : Non renseignée

Niveau de fertilité choisie : station pauvre

Résultat de détermination de la fertilité (si norme ONF choisie) : Norme non ONF

3. Caractéristique du peuplement lors de la mesure

Âge	19	Âge depuis l'installation du peuplement
Densité	1465	(N/ha) Nombre d'arbres vivants par ha
Cg	35.1	(cm) Circonférence moyenne
c	14.4	(m²/ha) Surface terrière du peuplement
Ho	8.4	(m) Hauteur dominante
Hg	7.4	(m) Hauteur moyenne
Hg/Dg	66.3	Rapport Hauteur sur Diamètre
S%	33.3	Facteur d'espacement
Volume total sur pied Tarif Lapasse *		(m³/ha)
Volume unitaire Tarif Lapasse *		(m³)
Volume total sur pied Formule profil de tige *		(m³/ha)
Volume unitaire Formule profil de tige *		(m³)
Biomasse totale aérienne (tronc+branche sur écorce) *		(T/ha)
Carbone *		(T/ha)

4. Positionnement du peuplement par rapport aux classes de fertilité

5. Diagnostic Sylvicole selon la norme choisie

Norme Choisie : Forêt Privée

Vous n'avez aucune coupe à réaliser cette année sur cette parcelle. La future éclaircie devrait intervenir lorsque la circonférence moyenne de votre peuplement atteindra 38 cm. Vous devez vous connecter à internet et relancer le diagnostic pour savoir dans combien d'années.

L'utilisateur devra d'abord saisir quelques données permettant de définir la nature et les caractéristiques du peuplement présent sur la parcelle :

- Date d'installation
- Le mode d'installation: plantation, régénération naturelle, semis
- Date de la mesure
- Les circonférences des arbres des placettes : au moins 30 arbres/placette
- Les hauteurs totales : au moins un tiers des arbres de la placette
- La largeur de 4 interlignes pour les plantations ou les dimensions des bandes boisées pour la régénération naturelle.

Quelques données qualitatives non indispensables à l'émission des diagnostics peuvent être renseignées : nombre de débroussailllements, nombre d'éclaircies réalisées depuis l'installation. Les données dendrométriques sont intégrées par un fichier de type tableur. Une série de contrôles avant l'intégration de ce fichier sur la plateforme SYLV'ÉCLAIR permet de vérifier la cohérence des données.

Cartographier l'état sanitaire des châtaigniers par télédétection

Véronique Chéret¹, Michel Chartier², Jean-Philippe Denux¹, Julie Vigouroux¹ et Michel Goulard¹

Cette action a pour objectif de proposer une méthode de cartographie du dépérissement des châtaigniers par télédétection satellitaire. Cette méthode doit être suffisamment performante et généralisable pour être appliquée dans les différentes régions concernées par ce phénomène. Pour faciliter une mise à jour régulière elle ne doit pas être dépendante de nouvelles acquisitions de références terrain, trop coûteuses.

¹ Univ. Toulouse, INRAE, UMR DYNAFOR, Castanet-Tolosan, France. École d'Ingénieurs de Purpan.

² CNPF-IDF, Orléans, France.

³ adaptation des forêts au changement climatique

Une ressource présente mais menacée

La région Nouvelle-Aquitaine abrite de nombreux peuplements de châtaigniers. Ils constituent la 2^e essence feuillue la plus représentée en surface avec plus de 250 000 ha. Leur récolte représente 38 400 m³/an soit 35 % de la récolte française mais se positionne en première place pour les sciages de châtaignier (64 % soit 21 500 m³/an).

Les dépérissements forestiers préoccupent les professionnels et posent de façon cruciale la question du diagnostic de l'état de santé des arbres.

Or le châtaignier fait partie des essences présentant les plus forts taux d'arbres morts compatibles par les inventaires annuels de l'IGN (IGN 2021). Cette essence est à la fois malade (cause identifiée et reproductible) et dépérissante (causes multiples et complexes, non connues dans leur totalité). Les mortalités de houppiers peuvent être causées par le Chancre (*Cryphonectria parasitica*), l'Encre (*Phytophthora cinnamomi* et *P. cambivora*) ou le Cynips.

Le changement climatique augmente les risques de mortalité pour le châtaignier. En effet l'accentuation du déficit hydrique peut impacter des peuplements déjà en limites stationnelles. Certains parasites,

comme le *Phytophthora* ou le Chancre (*Cryphonectria*), profiteront également de la diminution de froids hivernaux.

Les enjeux, pour les opérateurs de terrain, sont de pouvoir identifier ces peuplements dépérissants mais aussi d'appréhender leurs niveaux d'atteintes.

L'usage de la télédétection se révèle d'autant plus nécessaire que les surfaces à observer sont importantes. De telles productions nécessitent souvent des campagnes de terrain pour disposer de données de calibration.

Pour faciliter une mise à jour régulière, l'idéal serait de disposer d'une méthode ne nécessitant pas de nouvelles acquisitions de références terrain, trop coûteuse. Une première étude intitulée CastelDiag, financée par le Réseau Mixte Technologique (RMT) AFORCE³, a été menée en 2016 et 2017 pour évaluer l'état sanitaire du châtaignier sur le département de la Dordogne (Chéret *et al.*, 2019). L'enjeu scientifique de ces premiers travaux a été de développer une méthode de traitement d'images satellites pour discriminer les peuplements sains de ceux atteints selon différents niveaux d'intensité. Les résultats prometteurs ont conduit à poursuivre les développements méthodologiques pour améliorer et valider le modèle de cartographie sur un territoire plus vaste, la Nouvelle-Aquitaine.

Les données Sentinel-2 comme sources

L'étude repose sur le traitement d'images Sentinel-2 acquises dans le cadre du programme Copernicus de l'Agence Spatiale Européenne depuis juin 2015 pour Sentinel-2A et mars 2017 pour Sentinel-2B. Les images utilisées pour le suivi de la végétation offrent des caractéristiques de haute résolution spatiale (10 m-20 m), de grande richesse spectrale (10 bandes spectrales) dans les domaines du visible, proche et moyen infra-rouge) et une haute répétitivité temporelle (5 à 6 jours). La zone d'étude comprend le secteur de présence et de production de la châtaigneraie à bois en Nouvelle-Aquitaine. Pour couvrir ce territoire, 4 tuiles Sentinel-2 sont nécessaires (Fig. 1).

On a tenu compte des résultats de l'étude CastelDiag pour choisir les dates des images. La date apportant les meilleurs résultats est mi-juillet. Pour être en phase avec les 2 campagnes de terrain en 2020 et 2021, les images sélectionnées sont celles du 09/07/2020 et du 19/07/2021. Il est indispensable d'identifier les surfaces couvertes par le châtaignier : la base de données BD Forêt de l'IGN est la principale référence de la couverture forestière à cette échelle de travail. Cependant, compte tenu de l'ancienneté de cette référence pour la plupart des départements, il a semblé nécessaire d'actualiser la cartographie des châtaigneraies à partir de la télédétection. Un travail de

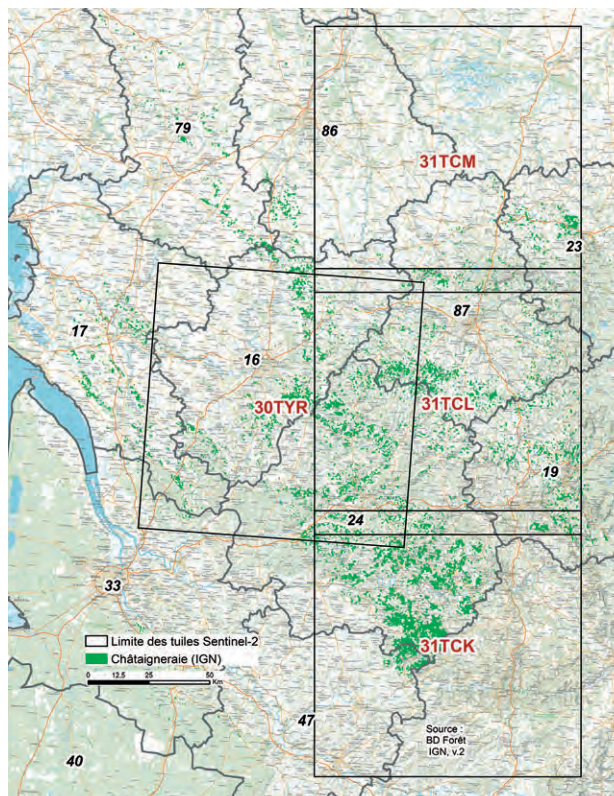


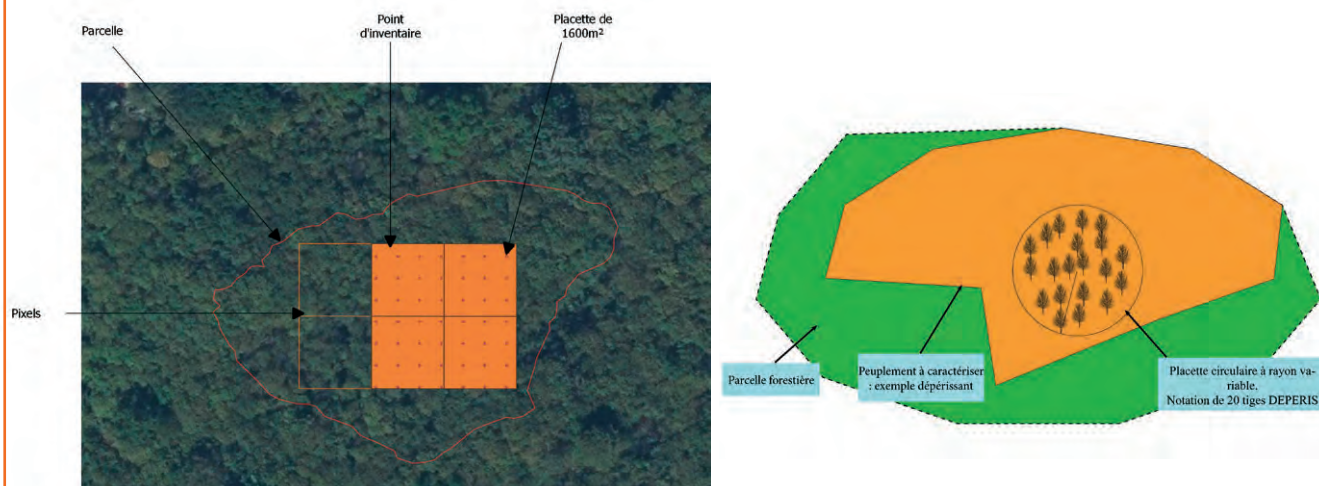
Figure 1 - Zone d'étude en Nouvelle Aquitaine

cartographie des formations forestières a été réalisé par classification supervisée d'une série d'images Sentinel-2 de 2020. L'algorithme utilisé est Random Forest ou « forêts aléatoires » qui effectue un apprentissage sur de multiples arbres de décision construits aléatoirement à partir de données de référence (Pal 2005).

Données de terrain et classes de dépérissement

Les levés de terrain sont séparés en 2 bases de références, l'une pour la calibration et l'autre pour la validation.

Figure 2 - Positionnement des placettes et des points de diagnostic DEPERIS pour la campagne de 2020 (à gauche) et de 2021 (à droite)



3 La méthode DEPERIS est une évaluation rapide d'estimation de l'état des houppiers des arbres grâce une notation simplifiée.

Pour la première, l'état sanitaire de 89 parcelles de châtaignier est étudié au cours de l'été 2020 pour calibrer le modèle. Une placette de 40 m sur 40 m est installée dans chaque parcelle, correspondant ainsi à 4 pixels de 20 m de Sentinel-2. Sur cette surface de 1 600 m², l'état sanitaire d'environ 72 arbres est évalué par des notateurs via le protocole DEPERIS (Goudet et Nageleisen, 2019)³.

Une nouvelle campagne de terrain a été réalisée en 2021 pour valider les modèles. Afin d'obtenir un maximum de placettes, un changement de protocole a été opéré :
- Stratification par niveau de dépérissement : identification de zones homogènes,
- Réalisation de placettes circulaires, de rayon variable, pour caractériser le niveau sanitaire de 20 tiges toujours via le protocole DEPERIS.

C'est ainsi que 156 placettes ont été enquêtées durant l'été 2021.

Pour chaque jeu de données, il est nécessaire de passer d'une observation à l'arbre à une synthèse par placette. Ce travail, en concertation avec le Département Santé des Forêts (DSF), a abouti à une classification du niveau de dépérissement. Celle-ci prend en compte les proportions d'arbres notés dépérissant (note D) à mort (note E & F). La notation s'échelonne de 0 (sain) à 5 (mort à moribond) et combine des estimations de la mortalité des branches et de l'absence de ramification. Une simplification de ce classement est opérée, prenant en compte le manque de points dans la classe 4 et le regroupement des classes dites saines (0 et 1), (Fig. 3).

Analyse et représentations cartographiques

La première phase de l'analyse spatiale et statistique est la sélection des variables de télédétection les plus pertinentes à intégrer dans la modélisation.

Les données Sentinel-2 fournissent des informations particulièrement utiles à la caractérisation de la végétation (Lastovicka *et al.* 2020) car liées à l'intensité de l'activité chlorophyllienne, la biomasse, la structure interne des feuilles, et leur teneur en eau. On peut les utiliser pour le calcul de divers indices de végétation par combinaison de deux ou plusieurs bandes spectrales et pour l'estimation de variables biophysiques par inversion de modèles de transfert radiatif.

De nombreuses variables (45 au total) sont ainsi évaluées :

- 10 bandes spectrales Sentinel-2,
- 30 indices de végétation : NDVI, EVI, NDWI2, MSI, NDVIRedEdge, MCARI, CIRedEdge, CRI2, NBR, PSRI ...,
- 5 variables biophysiques : LAI, FAPAR, FCOVER, Cab, CW (calculées avec le logiciel SNAP 8.0 de l'ESA).

Une approche de type sélection séquentielle des variables (SFS : Sequential Features Selection) (Serpico *et al.* 2003) nous permet de déterminer le nombre de variables optimal pour la construction des modèles. Celui-ci est défini en fonction de la qualité (la précision ou « *Global accuracy* ») atteinte par les modèles construits de manière itérative. Il ressort que la précision augmente très rapidement (Fig. 4) :

Figure 3 - Arbre de décision pour attribution d'une note de dépérissement de 0 à 5

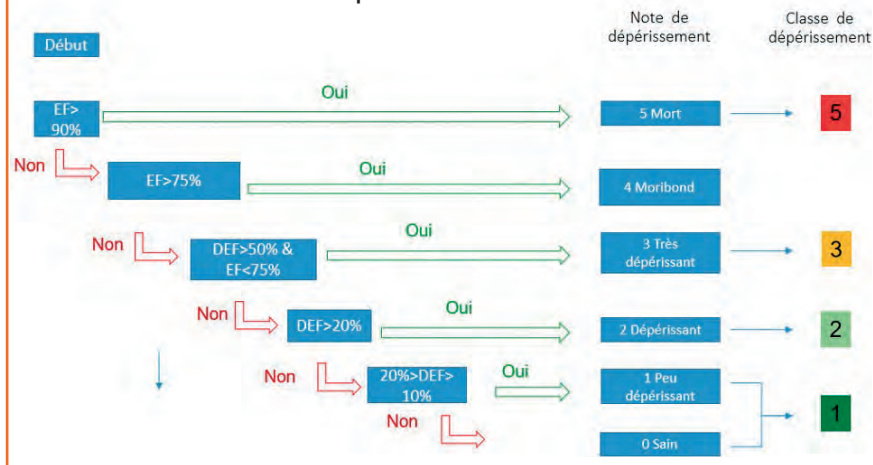


Figure 4 - Précision obtenue en fonction du nombre de variables

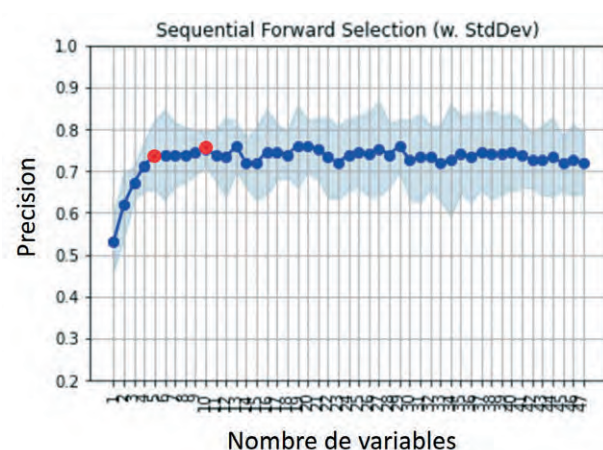
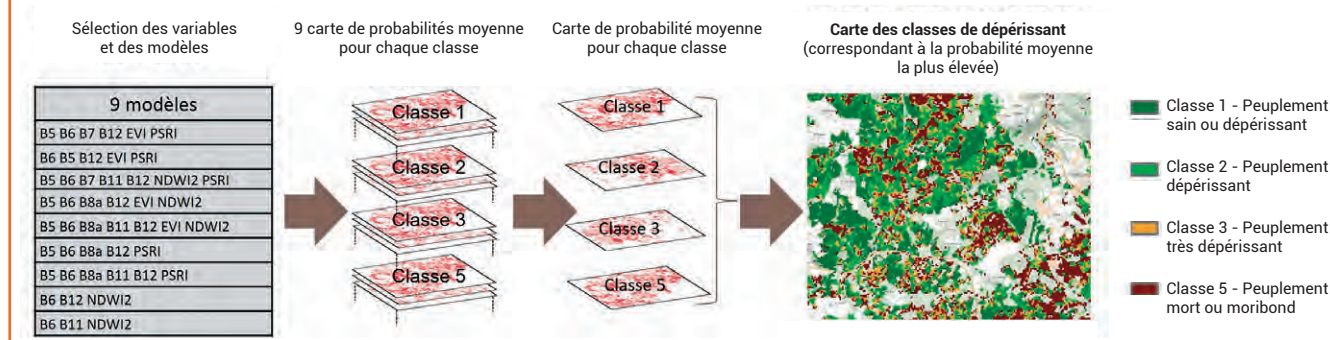


Figure 5 - Combinaison cartographique des résultats des modèles



un début de plateau est atteint dès 6 variables et le maximum est atteint avec 10 variables. L'ajout de variables supplémentaires augmente le temps de calcul sans améliorer l'estimation. Cette sélection comprend 6 bandes se distribuant entre le RedEdge, le proche et le moyen infra-rouge et 4 indices de végétation calculés à partir des bandes du domaine du visible et du proche infra-rouge. Avec ces 10 variables ainsi retenues, on exploite l'ensemble de la diversité spectrale des images.

Tout comme observé dans CastelDiag, les paramètres biophysiques ne ressortent pas comme les variables d'intérêt les plus significatives.

La modélisation se fait selon une évaluation de différentes combinaisons possibles des 1 à 10 variables présélectionnées par l'application d'une régression polytomique ordonnée de type logistique.

Pour ne retenir que les plus pertinents, les modèles sont évalués selon les 4 critères de qualité suivants :

- La plus faible AICcv : AIC (Akaike Information Criterion) après validation croisée,
- La plus faible MC : le nombre de mal classés,

- La plus faible MCcv : MC après cross validation,
- La plus faible distance Chi2 après cross-validation.

La sélection des meilleurs modèles prédictifs pour chaque critère statistique abouti à retenir 9 modèles qui peuvent être considérés comme complémentaires. On propose alors leur combinaison (Fig. 5). Les plans de probabilité d'appartenance à chaque classe de dépérissement sont établis pour chaque modèle (soit 4 cartes par modèle). On obtient ensuite, pour chaque classe, un plan de probabilité en moyennant les cartes correspondant aux 9 modèles. Le résultat final est obtenu en affectant à chaque pixel la classe de dépérissement qui présente la probabilité moyenne la plus élevée. À partir des résultats cartographiques l'opérateur peut choisir d'analyser de manière complémentaire la cartographie finale des classes de dépérissement avec les plans de probabilité : repérer par exemple les situations avec un haut niveau de probabilité d'appartenance aux peuplements sains (classe 1) ou peuplements morts ou moribonds (classe 5) en seuillant les valeurs de probabilité à 70 % ou en faisant varier celui-ci en fonction des besoins d'inventaire (Fig. 6).

BIBLIOGRAPHIE :

Chéret, V., Goulard, M., Hamrouni, Y., and Chartier, M. (2019).

"Faisabilité du diagnostic de l'état sanitaire des peuplements par télédétection, le châtaignier en Dordogne." *Forêt-entreprise*, 247, 46-50.

Goudet, M., and Nageleisen, L.-M. (2019). "Protocole DEPERIS : notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres feuillus dans un contexte de dépérissement." *Forêt-entreprise*, 246, 36-40.

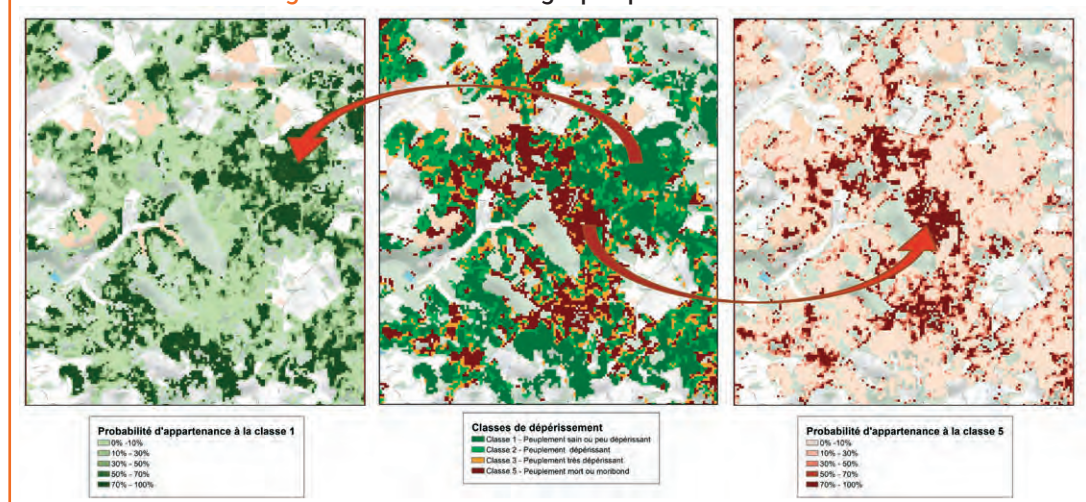
IGN. (2021). "Analyse des principales données sanitaires." *L'IF, Santé Des Forêts*, 47, 12.

Lastovicka, J., Svec, P., Paluba, D., Kobliuk, N., Svoboda, J., Hladky, R., and Sych, P. (2020). "Sentinel-2 Data in an Evaluation of the Impact of the Disturbances on Forest Vegetation." *Remote Sensing*, 12(12) "Sentinels for science: Potential of Sentinel-1, -2, and -3 missions for scientific observations of ocean, cryosphere, and land." *Remote Sensing of Environment*, 120, 91-101.

Pal, M. (2005). "Random forest classifier for remote sensing classification." *International Journal of Remote Sensing*, 26(1), 217-222.

Serpico, S., D'Inca, M., Melgani, F., and Moser, G. (2003). "Comparison of feature reduction techniques for classification of hyperspectral remote sensing data." *Proc SPIE*, 4885.

Figure 6 - Extrait cartographique des résultats



Classes de référence	Classes prédites			
		1	3	5
1		90 %	10 %	0 %
2		39 %	49 %	0 %
3		10 %	24 %	34 %
5		0 %	5 %	85 %
Fscore		0,85	0,51	0,38

Tableau 1 - Matrice de confusion

	Note DEPERIS
Valeur de probabilité pour la classe 1	- 0,70
Valeur de probabilité pour la classe 5	0,74
Classe de dépérissement	0,76

Tableau 2 - Coefficient de corrélation entre les valeurs prédites et la note DEPERIS

Les données de référence terrain ont été reprises pour évaluer la qualité des résultats. La matrice de confusion (Tableau 1) est le pourcentage de prédiction par rapport au total de la classe de référence et le Fscore est un indice de précision.

On constate que les deux classes extrêmes 1 et 5 sont bien séparables. L'incertitude est plus élevée pour le seuillage des deux classes intermédiaires : la classe 2 a un niveau de confusion assez élevé avec la classe 1 (peuplements sains) et la classe 3 avec la 5 (peuplements morts ou moribonds). Un autre indicateur de qualité est l'Overall Accuracy qui est le nombre de pixels correctement affectés à une classe par rapport au nombre total de pixels. La valeur obtenue est 0,73.

L'analyse de la deuxième campagne de références terrain (2021) a également montré des corrélations élevées entre les résultats prédits par télédétection et la note DEPERIS observée sur le terrain (Tableau 2).

4 cf article pages 25 et 26.

Vers un passage à l'opérationnel

Pour conclure, le travail réalisé dans le cadre du programme SPNA confirme l'étude préliminaire de CastelDiag sur l'intérêt d'utiliser la télédétection, et plus précisément l'utilisation des images Sentinel-2, pour cartographier le niveau de dépérissement du Châtaignier. La méthode employée permettra à l'avenir et sans obligation de calibration de réitérer une nouvelle cartographie à partir des dernières images satellites. La robustesse du modèle a pu être éprouvée sur un autre territoire, mais également avec les données de l'inventaire (IGN)⁴. D'ores et déjà d'autres régions se sont manifestées pour apprécier la pertinence du modèle. Les seuls freins à ces tests pourraient être la complexité de traitements des données de télédétection et de mises en œuvre des modèles. C'est dans ce cadre que l'École d'Ingénieurs de Purpan et le CNPF sont engagés dans un nouveau projet visant à la création d'une chaîne (semi-automatisée) de traitement. ■

REMERCIEMENTS : Loïc Commagnac (IGN), Thierry Belouard (DSF), les agents du CNPF de Nouvelle-Aquitaine.

Résumé

L'action télédétection de Sylviculture de Précision en Nouvelle-Aquitaine permet, à partir d'images satellites, de cartographier l'état sanitaire des peuplements de châtaignier. La méthode développée combine 9 modèles utilisant des bandes et indices spectraux sélectionnés pour leur pertinence. Une cartographie de 4 classes de dépérissement accompagnées de leur niveau de probabilité peut être éditée et mise à disposition des gestionnaires. Des améliorations sur l'automatisation des traitements sont en cours de réalisation.

MOTS CLÉS : télédétection, état sanitaire, châtaigneraies, Nouvelle-Aquitaine.

Éprouver le modèle de télédétection

Véronique Chéret, Univ. Toulouse, INRAE, UMR DYNAFOR, Castanet-Tolosan, El Purpan
Loïc Commagnac, IGN, Saint-Médard-en-Jalles
Michel Chartier, CNPF-IDF, Orléans

Les modèles de télédétection ont été calibrés sur la Nouvelle-Aquitaine, à partir d'un jeu de données de terrain dédié. Quelle est leur validité sur un autre territoire ? Deux travaux complémentaires ont été menés afin d'évaluer la robustesse de la méthode.

À partir des données de l'IGN

L'Institut National de l'information Géographique et Forestière (IGN) réalise annuellement des campagnes de terrain qui nourrissent les statistiques de l'inventaire forestier national. Ce sont des placettes échantillonnées sur le territoire forestier. Outre les données dendrométriques, les agents observent dans le temps la mortalité des branches dans le houppier des arbres et le taux de mortalité des arbres. Partenaire du projet SPNA, l'IGN a croisé les informations de terrain avec la cartographie de l'état sanitaire de la châtaigneraie en Nouvelle-Aquitaine, issue de la télédétection, pour que nous puissions en observer les liens.

Les placettes d'observation de l'IGN retenues pour cette étude couvrent les campagnes 2016 à 2020. Au total 245 placettes, où le taux de couvert relatif du châtaignier est au minimum supérieur à 15 %, sont incluses dans la surface cartographiée par télédétection. Elles ont été utilisées pour l'analyse de leur relation spatiale avec les quatre classes de dépérissement¹. Des changements dans le protocole de relevés de terrain de l'IGN ont amené quelques ajustements. Trois indicateurs ont été calculés :

- Pourcentage d'arbres morts sur la placette (nombre d'arbres morts / nombre d'arbres vifs + morts) par classe de dépérissement
- Surface terrière des arbres morts sur la placette (en m²/ha) par classe de dépérissement.
- Nombre d'arbres dans la catégorie de mortalité de branche (intensité) en pourcentage des arbres notés dans la classe de dépérissement.

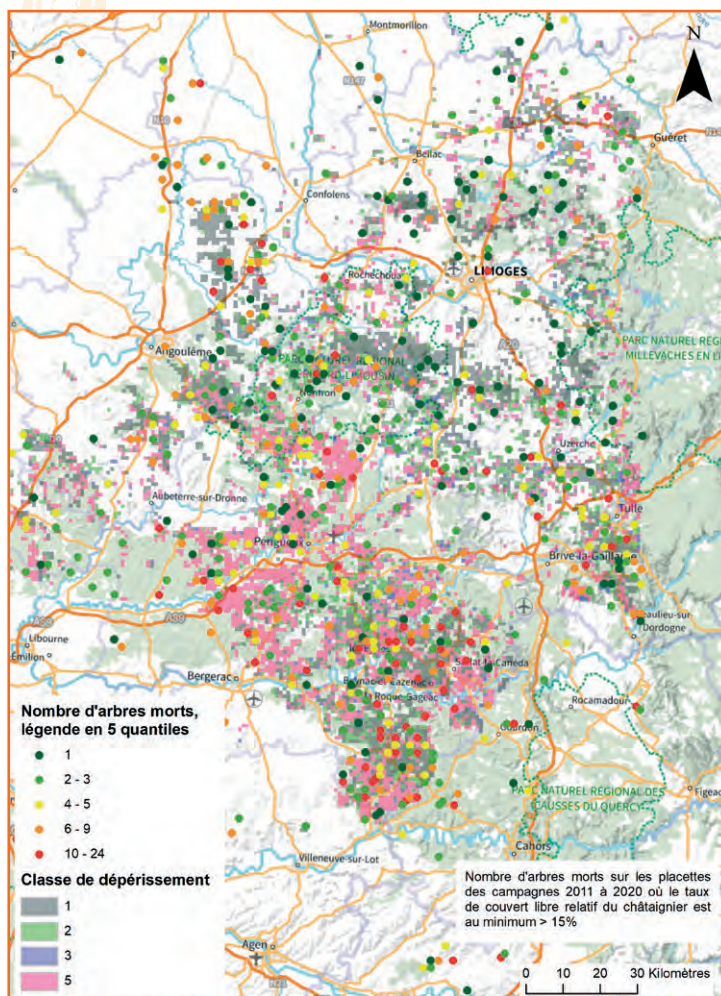


Figure 1 - Localisation des placettes IGN sur la carte de dépérissement de 2020

La corrélation entre le pourcentage moyen d'arbres morts observés sur les placettes IGN et les classes de dépérissement prédites par télédétection est très significative (0,78). Il en est de même pour la surface terrière des arbres morts qui est très bien corrélée aux classes de dépérissement (0,89).

La superposition cartographique du nombre d'arbres morts des placettes IGN sur la carte des classes de dépérissement prédite montre une assez bonne correspondance spatiale (Fig. 1).

¹ Cf article p. 42 à 43 dans ce même numéro.

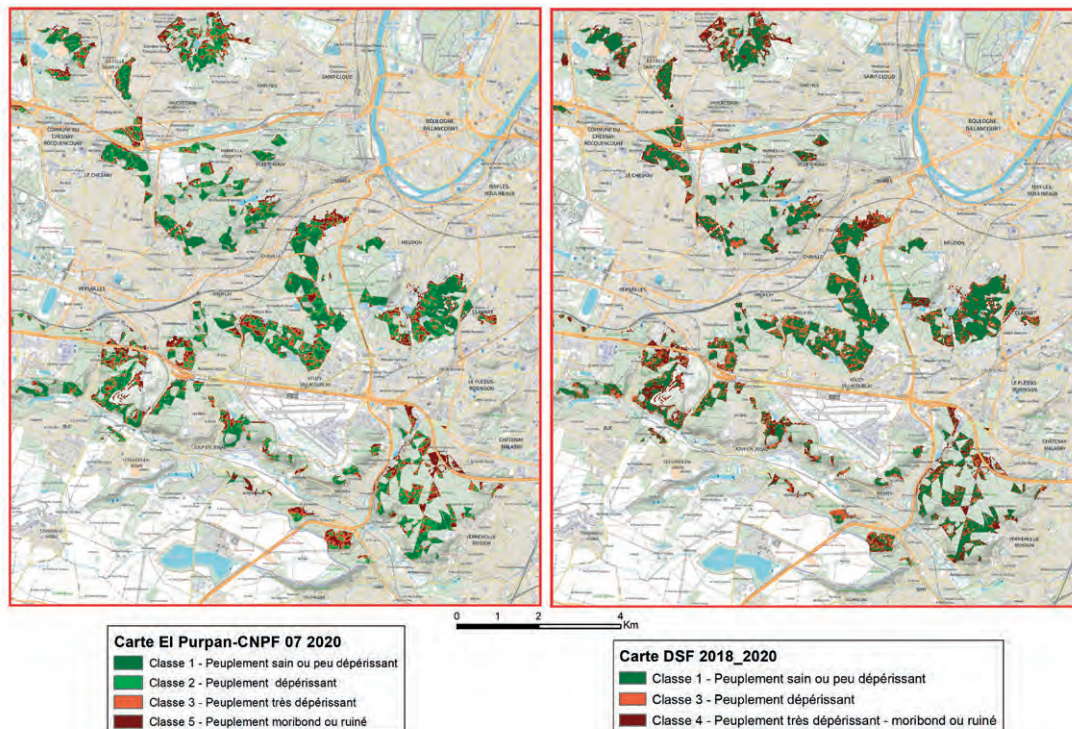


Figure 2 – Comparatif des deux résultats obtenus sur une même zone géographique d'Île-de-France

On peut tracer une diagonale qui sépare les secteurs nord nord-est encore peu dépressants des secteurs sud sud-ouest qui apparaissent plus touchés par le dépérissement. Les corrélations avec les classes de dépérissement sont significatives pour les deux niveaux extrêmes d'intensité de mortalité de branche (0 et 4) : fortement négative ($-0,87$) pour l'intensité 0 (diminution du nombre d'arbres sains à faible taux de mortalité de branches avec l'augmentation du dépérissement) et fortement positive ($0,97$) pour l'intensité 4 (augmentation du nombre d'arbres à fort taux de mortalité de branches avec l'augmentation du dépérissement). La relation est moins forte pour les niveaux intermédiaires mais reste significative.

Test sur un autre territoire d'étude : l'Île-de France

Depuis 2018, de nombreux peuplements de châtaignier en Île-de-France sont impactés par la maladie de l'Encre. Face à ce phénomène, les gestionnaires se sont tournés vers le Département Santé des Forêts (DSF) pour disposer d'une cartographie de ces dépérissements. Elle a été obtenue par classification supervisée d'images satellitaires Sentinel-2. Les références terrain ont été obtenues par observation de placettes de 20 arbres dominants et notation de leur dépérisse-

ment selon le protocole DEPERIS.

L'objectif a été de comparer spatialement les deux résultats de classes de dépérissement prédites pour 2020.

Pour cela, les modèles établis en Nouvelle-Aquitaine (NA) dans le cadre du projet SPNA ont été directement appliqués en Île-de-France.

Plusieurs différences ont été notées au préalable et prise en compte pour les comparatifs : protocole des placettes de terrain, définition des proportions de notation d'arbres (D, E et F) par placette et regroupement des notes des placettes pour la définition des classes : trois classes de dépérissement sont distinguées par le DSF en Île-de-France et quatre par le CNPF en Nouvelle Aquitaine. La comparaison des résultats avec ceux du DSF est rendue délicate par le fait que les classes d'état sanitaire ne sont pas tout à fait les mêmes dans les deux approches. Toutefois les résultats des deux méthodes (Fig. 2) montrent une réelle convergence en mettant en évidence des spots de dépérissement identiques.

Ce comparatif a été présenté aux gestionnaires qui ont exprimé un vif intérêt pour les résultats et la méthode développée dans le cadre du projet SPNA. En effet elle présente l'avantage de s'affranchir de nouvelles données de terrain pour la reproduire sur de nouvelles années. ■

MOTS CLÉS

Télédétection,
état sanitaire,
châtaigneraies,
Nouvelle-Aquitaine,
IGN, Île-de-France.

REMERCIEMENTS :
Thierry Belouard (DSF).

Un marché carbone local pour renouveler les châtaigneraies du Fumélois ?

Simon Martel¹, Baudouin Larivé¹, Marine Bédrit²

La baisse du puits de carbone forestier national est fortement liée aux dépérissements. Le territoire du Fumélois, en limite Sud du massif de châtaigniers du Périgord-Limousin, est particulièrement atteint. Comment cela affecte-t-il le bilan carbone du territoire ? Le label Bas-Carbone peut-il être mobilisé pour reconstituer les châtaigneraies dépérissantes ? Quel est le potentiel de contribution des entreprises du département à cette compensation locale ?

Les objectifs de neutralité carbone de la France à l'horizon 2050 reposent sur une réduction par 6 des émissions nationales, répartie entre les différents secteurs d'activité. Mais cette neutralité ne sera rendue possible que par une contribution efficace des puits de carbone pour contrebalancer les émissions restantes.

Or, les inventaires récents de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) montrent une chute importante du puits de carbone forestier, en raison de la baisse de l'accroissement biologique et de la hausse simultanée des prélèvements et de la mortalité en forêt. Cette dernière a augmenté de 54 % sur la période 2012-2020 par rapport à la période 2005-2013, en raison des crises sanitaires. Les essences les plus concernées par les dépérissements récents sont le frêne, l'épicéa commun et le châtaignier.

Le Fumélois, territoire de châtaigniers

Le Fumélois est un territoire situé au nord du Lot-et-Garonne, en bordure du Lot et de la Dordogne. Cette zone constituée des communes au nord de Fumel, représente 12 000 ha de forêt, dont plus du tiers a pour essence principale le châtaignier. Ce dernier est présent en taillis simple, mais aussi en mélange avec des arbres de réserve, notamment des pins maritimes. Le

Fumélois constitue en fait la marge sud du massif de châtaignier du Périgord-Limousin. Le territoire est également marqué par un important tissu d'entreprises locales de transformation du bois, en particulier de châtaignier. C'est un terrain d'expérimentation pour le CNPF depuis plus de 30 ans pour éclaircir les taillis et produire du bois à destination des parqueteries locales.

Une étude sur la ressource a été menée en 2014 sur le territoire de la communauté de communes de Fumel Vallée du Lot et du Monflanquinois. 260 placettes ont été inventoriées, selon un protocole établi par l'IGN, pour quantifier la ressource en bois et caractériser son état sanitaire sur 9 333 ± 378 hectares de forêt.

Disposer de telles données pour ce territoire est précieux : ces mesures ont été re-mobilisées dans le cadre du projet SPNA pour en tirer des informations sur le « bilan carbone » des forêts locales. Les valeurs de stock de carbone qui en sont tirées datent donc d'il y a presque une décennie, mais restent pertinentes compte tenu de la lente évolution de la ressource forestière.

D'importants stocks de carbone en forêt

Les stocks totaux de carbone « biomasse vivante » du territoire s'élèvent à 864 ± 104 milliers de tonnes de carbone, auquel

1 CNPF-IDF, Bordeaux.

2 Fumel Vallée du Lot.

il convient d'ajouter 67 ± 16 milliers de tonnes de carbone dans les arbres morts sur pied. Ramené à l'hectare, on estime le stock total « biomasse » à $99,7 \pm 13$ tC/ha. C'est davantage que le stock moyen national, estimé à 86 tC/ha et cela s'explique par la capitalisation des peuplements du Fumélois. S'ajoute à ce stock « biomasse » le stock de carbone « sol et litière », estimé ici à 72 tC/ha par l'outil ALDO de l'Ademe, soit au total 672 milliers de tonnes de carbone.

Concernant les flux, on constatait en 2014 une production brute de $27\,900 \pm 3\,200$ tC/an, à laquelle on peut retrancher une mortalité de $9\,000 \pm 2\,600$ tC/an et des prélèvements de l'ordre de $5\,000 \pm 3\,600$ tC/an. Ramenés à l'hectare, on peut considérer une séquestration annuelle de 1,5 tC/ha/an, soit 5,4 tCO₂/ha/an. L'outil ALDO indique lui une séquestration annuelle de 3,5 tCO₂/ha/an. Cette valeur plus basse s'explique par le fait qu'ALDO utilise comme référence les flux moyens par hectare de la Grande Région ECOlogique (GRECO) Sud-Ouest Océanique, caractérisée par des flux très faibles à négatifs pour les résineux.

Contrairement aux stocks, les flux de carbone liés aux forêts d'un territoire peuvent fortement évoluer en quelques années. La question se pose particulièrement ici, en présence de dépérissements qui risquent de fortement réduire, voire rendre nulle, la séquestration de carbone.

Accélération du dépérissement

Une évaluation du dépérissement avait été menée en 2014 sur les 116 placettes de taillis de châtaignier que comptait le territoire. Un retour sur ces placettes a été effectué en 2021, en y appliquant le même protocole avec pour objectif de caractériser l'évolution du dépérissement. Seules les 76 placettes les moins touchées en 2014 ont pu être revisitées.

Les résultats montrent que le dépérissement a augmenté ou fortement augmenté entre 2014 et 2022 sur plus de la moitié des placettes. Il n'a pas évolué sur un tiers d'entre elles et a régressé sur une seule, les placettes restantes ayant été exploitées depuis 2014. S'il n'est pas possible de quantifier la diminution de séquestration carbone liée à cette mortalité croissante des châtaigniers, il est certain que ces peuplements en mauvais état sanitaire n'optimisent pas leur fonction de puits de carbone.

Le label Bas-Carbone pour renouveler ?

Permettre aux peuplements forestiers de jouer pleinement leur rôle de séquestration de carbone, grâce à la contribution d'un financement extérieur, c'est justement le rôle du label Bas-Carbone appliqué à la forêt. L'une des trois méthodes forestières proposées par le CNPF dès 2019 vise la reconstitution de forêts ayant subies des dégâts lourds comme une tempête, un incendie ou un dépérissement. Pour qu'une parcelle dépérissante soit éligible, il faut montrer que le peuplement est en état de dépérissement intense selon le protocole DEPERIS, c'est-à-dire que plus de 20 % des arbres reçoivent la notation D, E ou F de ce protocole.

Le protocole DEPERIS développé par le département santé des forêts a également été appliqué en 2021 sur les 76 placettes de taillis de châtaignier. Cette manière de noter le dépérissement est sur le terrain assez différente du protocole proposé par l'IGN en 2014 et repris en 2021. Toutefois, on observe une bonne

Figure 1 - Évolution des dépérissements de châtaignier sur le territoire du Fumélois entre 2014 et 2021

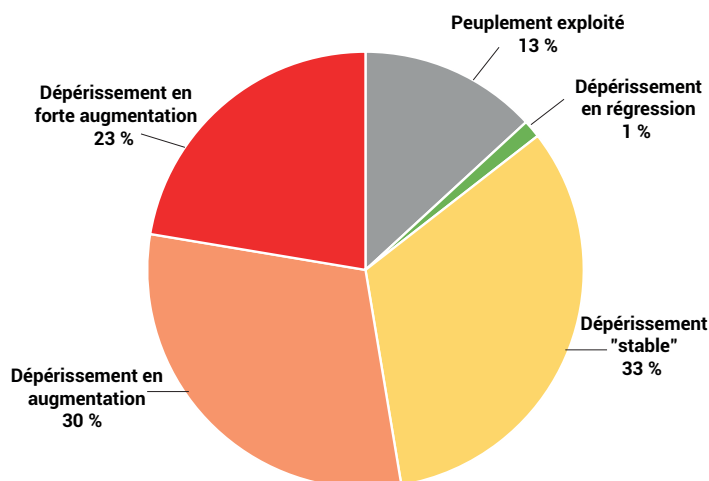
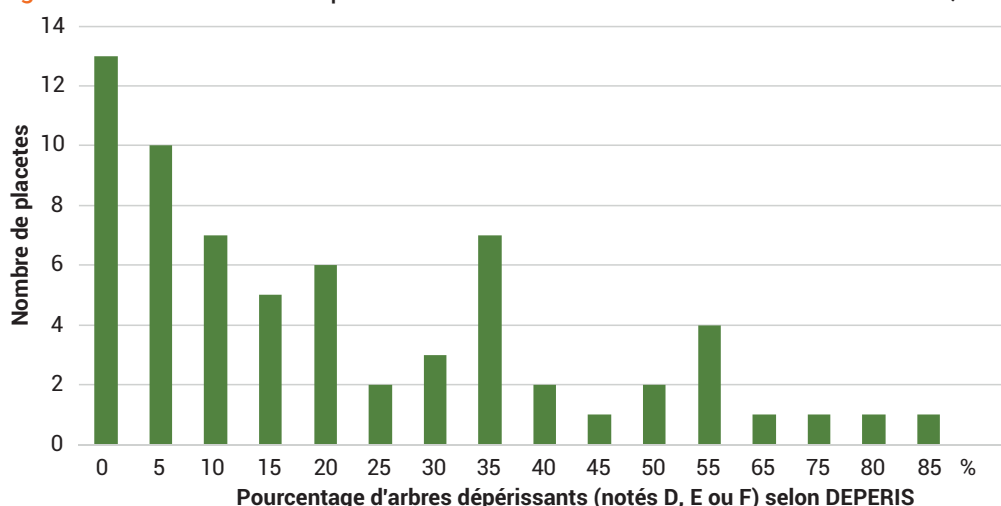


Figure 2 - Classement des placettes en fonction du nombre d'arbres notés D, E ou F

corrélation entre les notations des deux protocoles. Concernant DEPERIS, 47 % des placettes ont plus de 20 % des arbres notés D, E ou F. En extrapolant à la surface de taillis de châtaignier, on peut donc considérer que 1 500 ha de ce territoire seraient éligibles à la reconstitution selon le label Bas-Carbone. Même si les conditions d'éligibilité se durcissaient en passant à 40 % des arbres notés D, E ou F, ce sont tout de même 630 ha qui seraient potentiellement concernés par ce label. Sachant que les placettes visitées en 2021 étaient les moins touchées par le dépérissement, il s'agit ici d'estimations basses du potentiel de projet label Bas-Carbone. Une autre méthode du label Bas-Carbone peut s'appliquer aux taillis de châtaigniers en très bon état sanitaire et sur les meilleures stations : il s'agit de la méthode « balivage », où un gain carbone est espéré à la fois grâce à l'allongement de la durée de révolution et grâce à la production de produits bois de plus longue durée de vie. Malheureusement, la crise sanitaire qui touche les châtaigniers du territoire offre peu de possibilité de monter des projets carbone de balivage.

Vers des projets carbone localement financés ?

Le développement de projets forestiers labélisés Bas-Carbone est exponentiel en France : fin 2022, ce sont 314 projets en forêt qui ont reçu le label Bas-Carbone. Au total, près de 13 millions d'euros ont déjà été investis, majoritairement par des entreprises, pour financer des travaux

forestiers et permettre la séquestration future de 0,58 MtCO₂. Les différentes études du marché montrent que cette demande devrait s'accroître encore durant les prochaines années. Mais qu'en est-il de la demande des entreprises locales pour des projets de reconstitution de châtaigniers ? Un questionnaire a été envoyé à 114 entreprises du Lot-et-Garonne, du Sud de la Dordogne et de l'Ouest du Lot. Il a été adressé aux responsables du service qualité ou RSE (responsabilité sociale des entreprises) dans la majorité des cas, voire à la direction des plus petites entreprises. L'objectif était d'évaluer leur degré d'implication dans des démarches RSE, puis de voir si elles seraient prêtes à financer des projets de contribution carbone localement, c'est-à-dire à moins de 80 km de leur implantation. L'analyse suivante porte sur les 30 réponses reçues au questionnaire, complétées par des entretiens téléphoniques ou présentiels avec les quelques entreprises désireuses d'en savoir davantage sur le sujet de la compensation carbone.

Les entreprises répondantes sont principalement des petites et moyennes entreprises (PME) comme le montre la Figure 3. Un nombre important d'entre elles font partie du secteur agricole et agroalimentaire (14 entreprises sur 30).

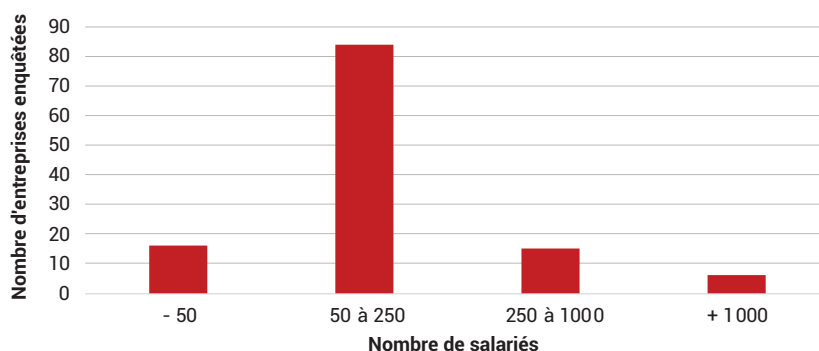
D'autres priorités que le carbone

Les résultats de l'enquête montrent que seules 5 entreprises sur 30 ont un service dédié à la RSE et que 6 d'entre elles ont

Un marché carbone local

pour renouveler les châtaigneraies du Fumélois ?

Figure 3 - Dimension des entreprises enquêtées



BIBLIOGRAPHIE :

IGN, 2014. Le massif du Fumelois et Monflanquinois : une ressource d'avenir en Aquitaine. *Étude ressource bois en Fumelois et Monflanquinois* – lot 1.

Lefevre, J., 1998. *Guide de gestion des peuplements de châtaignier en Aquitaine*. Centre régional de la propriété forestière d'Aquitaine, Bordeaux.

ADEME, IGN, 2019. *Contribution de l'IGN à l'établissement des bilans carbone des forêts des territoires* (PCAET). 30 pages.

REMERCIEMENTS :

Merci à Frédéric Ledun, Jérôme Carmeille et Vincent Coquillas du CRPF Dordogne pour leur aide sur le terrain et leurs précieux conseils.

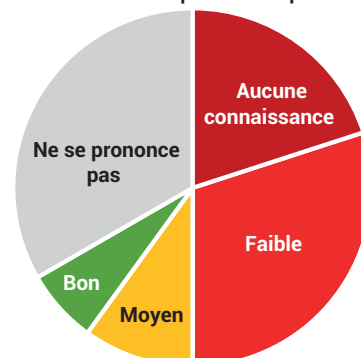
effectué un bilan carbone. Parmi ces 6 entreprises, une l'a fait par obligation réglementaire car elle comporte plus de 500 salariés : les 2 autres entreprises de plus de 500 salariés ayant répondu à l'enquête n'ont donc pas respecté la réglementation (comme 57 % des entreprises obligées selon un bilan de l'ADEME de 2018). À l'inverse, il faut souligner que 5 entreprises de moins de 500 salariés ont fait leur bilan carbone de manière volontaire.

Les réponses au questionnaire ont mis en évidence que la moitié des personnes interrogées ont peu ou pas de connaissances sur les aspects financiers, techniques et réglementaires de la compensation carbone. Enfin, 47 % des entreprises répondantes indiquent ne pas être intéressées par un projet de compensation carbone local. Seules 10 % des entreprises sont directement intéressées. Ce résultat surprenant au regard de l'engouement actuel pour le label Bas-Carbone s'explique en partie par la petite taille des entreprises interrogées. Les entretiens ont également mis en évidence que les préoccupations portent à ce moment-là essentiellement sur la crise sanitaire et ses conséquences économiques.

Vers une compensation régionale ?

L'avenir de la compensation carbone locale se situe probablement à une échelle plus large, par exemple à l'échelon régional. En Nouvelle-Aquitaine, un partenariat

Figure 4 - Niveau de connaissance du mécanisme de compensation carbone parmi les entreprises répondantes



a été noué entre l'association ACCLENA (ex. Aquitaine-Carbone), la Coopérative Carbone de La Rochelle et le CNPF. Le partenariat a pour objectif de créer une offre de projets bas carbone dans la région, à destination des entreprises régionales qui veulent ancrer leur action sur le territoire. Les deux premiers projets viennent d'être financés et lancent cette dynamique innovante. ■

Résumé

La fonction de puits de carbone des forêts est pénalisée par les évolutions en cours du climat. Cela concerne tout particulièrement le châtaignier, une des essences clé de Nouvelle-Aquitaine. Pour analyser de façon précise ces évolutions, une étude a été entreprise dans les forêts du Nord du Lot-et-Garonne. Sur l'intervalle de temps 2014-2022, les résultats confirment une progression des dépérissements, avec des peuplements de moins en moins en mesure de séquestrer du carbone. La reconstitution de ces peuplements en mauvais état sanitaire peut bénéficier du label Bas-Carbone. Quelques entreprises locales sont prêtes à financer des travaux forestiers pour rendre ces peuplements plus efficaces pour séquestrer du carbone. Cela leur permettrait simultanément de compenser au moins une partie de leurs émissions.

MOTS CLÉS : châtaignier, carbone, dépérissement, label Bas-Carbone, entreprises.

« BioClimSol vient confirmer ou infirmer mon avis sur une parcelle »

Propos recueillis par
François d'Alteroche

Alice de Gournay est gestionnaire forestière indépendante à Saint-Julien-le-Petit, au sud-est de la Haute-Vienne. Elle a bénéficié d'une formation à BioClimSol en septembre 2021. Depuis, elle utilise régulièrement cet outil.

Dans quel cadre vous êtes-vous familiarisée avec l'utilisation de l'outil BioClimSol ?

C'était lors d'une formation organisée en Corrèze par Grégory Sajdak en septembre 2021. Elle s'est déroulée sur deux jours et a réuni une dizaine de participants. Après une matinée en salle qui nous a permis de nous familiariser à l'application BioClimSol, la formation s'est poursuivie par trois demi-journées sur le terrain au cours desquelles nous avons eu à l'utiliser sur trois peuplements de châtaigniers très différents. Nous avons confronté nos avis respectifs sur ce qu'il conviendrait d'envisager sur le devenir de ces parcelles dans les années à venir. C'est un outil facile à utiliser. Pas la peine d'être un expert en informatique pour bien l'avoir à sa main. Le fait d'accorder une grande part à la pratique lors de ces formations est essentiel.

Qu'est-ce qui vous a amené à faire cette formation ?

Quand j'ai débuté mon actuelle activité professionnelle (en 2005), j'étais au départ assez sceptique sur tout ce qu'il nous était donné d'entendre sur les évolutions du climat. À l'occasion d'une fête sur la montagne limousine en 2017, qui avait pour thème la forêt et la sylviculture, j'ai assisté à la présentation de « Sylvofutur », une aide à la décision pour le propriétaire ou le gestionnaire, mis au point par la Chambre d'Agriculture de la Creuse et valable à cette échelle. Cette présentation m'a fait réaliser le risque majeur que constituerait, pour nos métiers, le fait d'avoir un temps de retard sur les évolutions du climat. L'important n'est pas tant de savoir comment ce climat a déjà évolué

depuis une trentaine d'années, mais comment ces évolutions vont se poursuivre dans les décennies à venir.

Comment utilisez-vous BioClimSol dans vos activités au quotidien ?

Gestionnaire de forêts privées depuis 2005, j'habite en Haute-Vienne, à la limite de la Creuse. J'interviens sur des propriétés situées dans ces deux départements, mais également en Dordogne. Le plus souvent les chantiers se situent dans un petit rayon autour de chez moi, sur un secteur aux conditions écologiques homogènes. Mais, lorsque je m'en éloigne, je suis un peu désarçonnée. Par exemple au nord-ouest de Limoges, un peuplement de douglas à 300 mètres d'altitude, sur sol quasiment plat, présente des mortalités d'arbres anormales, çà et là. De plus, un coup de vent a créé plusieurs trouées suffisamment importantes pour que la question d'un reboisement se pose. La découverte d'une nappe temporaire à 35 cm de profondeur explique l'un et l'autre phénomène, mais quelles essences peuvent être adaptées à ce contexte ? En Dordogne, je suis confrontée à des sols que je ne connais pas, et à des taillis de châtaigniers d'origine récente mais très peu « poussants ». Comment se l'expliquer, et le châtaignier, pourtant bien présent sur cette zone, a-t-il encore un avenir productif au regard du réchauffement en cours ? J'apprécie particulièrement l'aide de BioClimSol pour ces propriétés, pour mieux cerner l'évolution probable des peuplements en place, et le comportement de certaines essences dans le cadre d'un projet de boisement. Cela vient confirmer ou infirmer ce que je pensais.

Quels sont les volets qui vous ont le plus particulièrement séduit ?

J'ai été agréablement surprise par la précision des données climatiques, topographiques et de microrelief alimentant BioClimSol et que l'utilisateur doit, pour certaines d'entre elles, confirmer et compléter lors de l'étude d'un cas. C'est, par exemple, le degré de confinement d'un terrain à ajouter. Cela rejoint l'intuition que chacun peut avoir quant à l'influence de tel ou tel facteur particulier, comme le relief voisin qui protège du rayonnement ou de l'assèchement de l'air. Cela me donne confiance dans les avis de vigilance obtenus en résultat, même si je ne me suis pas interrogée plus avant sur les algorithmes qui sous-tendent ces résultats.

La précision de ces données permet de « rendre justice » aux variations des stations, qui se produisent parfois à l'échelle de quelques mètres, et ainsi de s'appuyer au mieux sur ces variations dans le choix des essences ou la conduite des peuplements. C'est ainsi que j'interprète le résultat favorable trouvé pour certaines essences traditionnelles menacées par le réchauffement : en exposition froide, et probablement avec d'autres facteurs particuliers de la station, elles peuvent être conservées comme essences-objectif ou être plantées.

Pouvez-vous préciser ?

BioClimSol permet de se projeter dans le futur à partir des scénarios issus des données prospectives pour les évolutions du climat telles qu'elles sont attendues pour les années à venir. L'outil n'est pas en mesure de prendre une décision à notre place, mais il nous apporte de vrais éléments de réflexion sur le devenir de certaines essences dans différentes stations. Je l'utilise donc comme un complément d'information que j'associe à mes notions sur l'autécologie des essences, et à mon expérience du terrain.

Qu'en disent les propriétaires ?

Bien des propriétaires sont parfaitement conscients des évolutions à venir pour le climat. Ils s'interrogent sur ce qu'il convient de faire sur leurs parcelles. Les diagnostics proposés par BioClimSol

élargissent la base des discussions que nous avons avec eux sur leurs choix de gestion. Cela permet de conforter un choix initialement prévu ou à l'inverse de le remettre en question. BioClimSol est également un outil précieux pour les propriétaires qui ont hérité ou acheté leur forêt depuis peu. Ils n'habitent pas forcément sur place et par conséquent connaissent souvent moins bien leurs terrains qu'un propriétaire de longue date. Dans la mesure où un reboisement représente un investissement conséquent, nous avons une grosse responsabilité dans le choix de telle ou telle essence ou association d'essences.

Est-ce que l'utilisation de BioClimSol a déjà remis en question des décisions que vous auriez prises différemment sans cet outil ?

Le choix des essences pour un reboisement se complexifie compte tenu des évolutions du climat. Avec ses modèles prédictifs, cette application est un outil supplémentaire pour mieux nous guider dans nos choix. Elle permet de s'ouvrir à des essences que l'on n'avait pas forcément envisagées au départ même s'il est toujours important de toujours confronter ces données à notre connaissance du terrain.

L'une de mes surprises concerne le **pin sylvestre** que je considérais comme quasi « indestructible » et particulièrement « coriace ». Or pour certaines stations des plateaux Limousins situées à des altitudes voisines de 500 m, les notes données par BioClimSol pour cette essence sont au moins aussi alarmantes que celles pour l'épicéa commun. Le **pin laricio** ne présente pas ces signaux d'alarme. Cela m'incite à adopter cette essence dans des reboisements, en mélange avec plusieurs essences feuillues à basse altitude, et le **douglas** toujours en mélange avec des feuillus à l'intérieur du Massif. Même dans ce cas, je préfère ne pas me limiter au douglas comme essence de rapport de première génération, car le réchauffement risque de ne pas se limiter à « + 2° C ». Lors de notre formation, notre attention a bien été attirée sur le fait que dans mon secteur nous nous situons déjà à « + 1° C ».

Pour Alice de Gournay, BioClimSol gagnerait à être élargi au chêne rouge, d'autant que ce dernier semble avoir un bon comportement dans son secteur.



Philippe Gaudry © CNPF

Brefs rappels sur BioClimSol

BioClimSol est un outil numérique de diagnostic sylvo-climatique et d'aide à la décision à l'échelle de la parcelle forestière (voir aussi le dossier du n° 264 de Forêt-entreprise). Développé par le CNPF depuis 2010, son objectif est d'aider le forestier dans la gestion des peuplements sur pied ou pour le choix des essences lors d'un renouvellement dans un contexte de changement climatique.

L'acronyme **BioClimSol** se décompose en :

- **Bio** pour la prise en compte du vivant, en l'occurrence une essence, ou un peuplement
- **Clim** pour la prise en compte du climat,
- **Sol** pour la prise en compte des facteurs compensateurs ou aggravants le climat, liés au sol et à la topographie, en particulier la disponibilité en eau.

Utilisable depuis un smartphone ou une tablette, BioClimSol permet de cartographier des « zones de vigilance climatique » spécifiques à chaque essence. Ces zones sont couplées à un diagnostic de la station et du peuplement, pour préconiser des recommandations sylvicoles pour la gestion des peuplements sur pied ou des propositions d'essences pour les reboisements. L'application calcule un indice « Bioclimsol (IBS) » en intégrant le relevé de terrain, le climat, la carte de vigilance climatique et le climat futur. La valeur de l'IBS varie de 0 à 10 et précise si une essence est plus ou moins en adéquation stationnelle au regard du risque de dépérissement. 40 essences ont été intégrées, même si la totalité d'entre elles ne disposent pas encore d'un indice IBS.

Comment rendre l'utilisation de BioClimSol plus performante ?

Les placettes de mesure qui ont permis de mettre en relation des facteurs écologiques et des niveaux de dépérissements, pour chaque essence, jouent un rôle important dans les modèles prédictifs de BioClimSol. Il semble donc important que les utilisateurs contribuent à élargir cette base de données, en partageant leurs diagnostics avec le CNPF, dans la mesure où leur étude de terrain a été complète. C'est ce que j'ai accepté sans problème. BioClimSol gagnerait à être élargi à d'autres essences. Pour ma part, je suis en attente du côté du chêne rouge, car il semble avoir un bon comportement dans mon secteur sur sol filtrant et même en position topographique défavorable. Il reste nécessaire de diversifier les essences dans les reboisements et la conduite des peuplements, même s'il faut se résoudre à abandonner certaines essences qui ne sont plus adaptées.

Auriez-vous un besoin de formation complémentaire sur BioClimSol ?

J'aurai davantage besoin de réponses à certaines questions que me suggère l'emploi de cet outil plus qu'à une véritable formation complémentaire. C'est le cas de la mesure du pH, laquelle joue beaucoup sur le résultat et les propositions finales. La prise de cette mesure est délicate, et il est probablement nécessaire de la répéter, et de changer d'emplacement dans la parcelle, pour qu'elle soit fiable. Serait-il

possible d'y substituer une évaluation du degré d'acidité basé sur la flore, ou de croiser les deux données ? Par ailleurs, l'évaluation du dépérissement peut être satisfaisante dans le cadre de la pratique individuelle du gestionnaire, mais pas totalement pour la contribution à l'outil BioClimSol, car il faut en ce cas s'assurer d'avoir la même manière de noter que l'ensemble des contributeurs. Je crois devoir faire un pas de plus de ce côté-là, ainsi que sur les formations ARCHI, pour mieux cerner l'évolution en cours de peuplements existants. Les données météorologiques intégrées dans l'application concernent la période 1980-2010, la prochaine version qui sortira en 2023 utilisera les données 1990-2020 et sera plus près des conditions actuelles. ■

En savoir +

Plusieurs vidéos détaillant les protocoles de diagnostic de terrain sont disponibles sur la chaîne Youtube du CNPF :

<https://www.youtube.com/c/CNPF-forêt>

Résumé

Gestionnaire forestière indépendante dans le Limousin, Alice de Gournay utilise régulièrement BioClimSol. Il vient en appui à ses connaissances propres et à son expérience pour appréhender au mieux les différents scénarios envisageables pour un peuplement à prendre en charge au long terme ou pour un reboisement. Cette application est un atout pour confirmer ou infirmer un premier avis.

MOTS CLÉS : BioclimSol, Gestion Forestière, Limousin

Vigil'encre : une application smartphone dédiée à l'épidémiosurveillance de la maladie de l'encre du châtaignier

Cécile Robin, Tatiana Allery, Marylise Marchand, Jean-Marc Armand - UMR BIOGECO, UMR SAVE, INRAE.

La maladie de l'encre du châtaignier se transmet par voie racinaire. Les agents pathogènes sont des microorganismes du sol originaires d'Asie introduits en Europe à la fin du XIX^e siècle. Les scientifiques de l'INRAE ont mis au point une application pour informer sur les maladies du châtaignier, identifier les symptômes et signaler la localisation des peuplements atteints. Vigil'encre est disponible sur les plateformes de téléchargement.

Il est de plus en plus courant d'observer, dans les peuplements forestiers ou les vergers, des châtaigniers dépérissants, c'est-à-dire présentant des pertes importantes de ramification et/ou de feuilles. La sécheresse, une mauvaise adaptation à la station et l'âge des souches sont souvent invoquées pour les expliquer. Plus difficile à diagnostiquer, la maladie de l'encre est cependant souvent la cause de ces dépérissements et mortalités.

Connaître les causes des dépérissements observés est indispensable dans les prises de décisions sylvicoles. De plus, circonscrire avec précision l'aire de distribution de la maladie de l'encre est aussi une nécessité pour évaluer les risques futurs auxquels seront soumis les peuplements de châtaigniers.

Pour atteindre ces objectifs, une démarche de science participative a été initiée. Une application smartphone, Vigil'encre, a été conçue. Elle est désormais disponible pour reconnaître, en forêt ou en vergers, les principales maladies du châtaignier. Cet outil de reconnaissance, mis à la disposition des forestiers, permet d'élaborer un diagnostic qui peut être confirmé au laboratoire et faire des signalements d'encre ou d'autres maladies.

Agents pathogènes exotiques

La maladie de l'encre du châtaignier est causée par *Phytophthora cinnamomi* et *P. cambivora*, deux microorganismes du sol. Originaires d'Asie, ce sont des espèces exotiques envahissantes qui, une

fois introduites aux Etats-Unis d'Amérique et en Europe, ont eu un effet dévastateur dans les écosystèmes forestiers du fait du grand nombre d'espèces végétales qu'elles peuvent infecter. En Europe, les principales essences forestières sensibles sont les châtaigniers et certaines espèces de chênes. Plusieurs d'entre elles sont hôtes potentiels de *Phytophthora cinnamomi* et/ou *cambivora*.

Parmi les essences utilisées en France et en Europe, le chêne rouge (*Quercus rubra*) figure parmi les plus sensibles avec le chêne vert et le chêne liège. Les chênes sessiles et pédonculés le sont moins. Il existe peu de données sur les chênes pubescent, cerris ou tauzin.

Phytophthora cinnamomi fait partie des 100 espèces envahissantes reconnues, au niveau mondial, comme les plus nuisibles pour les écosystèmes.

Symptômes de l'encre

L'encre du châtaignier est une maladie racinaire qui se manifeste par deux types de symptômes : des lésions au niveau du collet et de la base des troncs, d'où s'écoule un liquide noir (qui a donné le nom à la maladie) et/ou un dépérissement généralisé de l'arbre. Ces deux symptômes sont les conséquences des infections racinaires causées par ces *Phytophthora* spp. (Photos 1, 2, 3).

Les primo-infections ont lieu au niveau des fines racines. L'agent pathogène, sous la forme de filaments microscopiques, colonise et tue les tissus racinaires et



A et B : dépérissement et encre du châtaignier ,
C, D : symptômes sur semis,
E : lésion corticale au collet.

corticaux de l'arbre. Arrivé au niveau du collet, l'écorce se fissure, les tissus nécrosés suintent et l'encre apparaît. Le fonctionnement hydrique de l'arbre est altéré lorsqu'une part importante du système racinaire est détruite, provoquant son flétrissement et dépérissement. Par ailleurs, les infections racinaires augmentent fortement la sensibilité des châtaigniers à la sécheresse. De ce fait, les arbres peuvent dépérir bien avant que des symptômes soient observables au niveau du collet. Il est dans ce cas difficile de distinguer un arbre atteint de l'encre d'un arbre souffrant uniquement d'un manque d'eau.

Propagation dans le sol

Cette maladie se transmet d'arbre en arbre par l'intermédiaire de propagules, appelées zoospores formées dans les racines infectées. Grâce à leurs flagelles elles se déplacent dans l'eau du sol en direction des racines du même arbre ou d'un arbre voisin qu'elles infectent. À chaque saison, en fonction de l'humidité du sol, et donc des précipitations, les arbres infectés émettent un grand nombre de zoospores. C'est ainsi que des foyers d'inoculum peuvent se former très rapidement.

Entre deux pics de sporulation, si les conditions environnementales sont défavorables à leur multiplication et crois-

sance, les *Phytophthora* entrent dans des phases de conservation, sous la forme de spores protégées par des parois épaisses et renfermant des réserves. Ces spores ont la capacité de « germer » et former de nouvelles zoospores lorsque les conditions redeviennent favorables. Les espèces de *Phytophthora* peuvent ainsi persister plusieurs mois dans le sol ou dans des plants vivants. Ces plants peuvent rester asymptomatiques pendant les premiers stades d'infection. C'est ainsi que des plants élevés en pépinières peuvent se révéler être des « porteurs sains » (Decourcelle et Robin, 2009). Pour initier un foyer d'encre dans une parcelle forestière, il suffit donc que des plants ou du sol infecté par *P. cinnamomi* ou *P. cambivora*, y soient introduits.

Pourquoi le diagnostic est important ?

Faire un diagnostic exact est important pour définir quelles peuvent être les mesures prophylactiques à mettre en place pour éviter la dissémination des *Phytophthora* spp., adapter et modifier le plan de gestion et raisonner le reboisement (Robin et Gaudry, 2019).

Il est important de savoir si une parcelle est contaminée par les *Phytophthora* car le matériel végétal (tiges ou racines



infectées) et le sol (présent sur des outils, chaussures, véhicules, ou sur des animaux, sauvage ou domestiques) issus de cette parcelle et transportés dans une parcelle saine, peuvent être à l'origine de nouveaux foyers de maladie. Les travaux sylvicoles sont donc à raisonner en fonction de cela. Dans la parcelle contaminée, il faut de plus proscrire le reboisement avec des essences sensibles à l'encre. Il est aussi crucial de pouvoir reconnaître des plants de châtaigniers infectés par l'encre lorsque des plantations ont été réalisées dans des parcelles supposées saines. Cependant les plants de pépinières sont des vecteurs potentiels confirmés de *Phytophthora* spp. (Robin et Husson, 2018). La détection et l'élimination des plants infectés le plus précocement possible limite le développement de nouveaux foyers.

Le diagnostic avec Vigil'encre

L'application Vigil'encre peut être téléchargée sur tous les modèles de téléphones portables (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.inra.VigilEncre> ; <https://apps.apple.com/fr/app/>

vigilence/id1471955505) et elle est également disponible sur un site web (http://ephytia.inra.fr/fr/P/157/Vigil_encre).

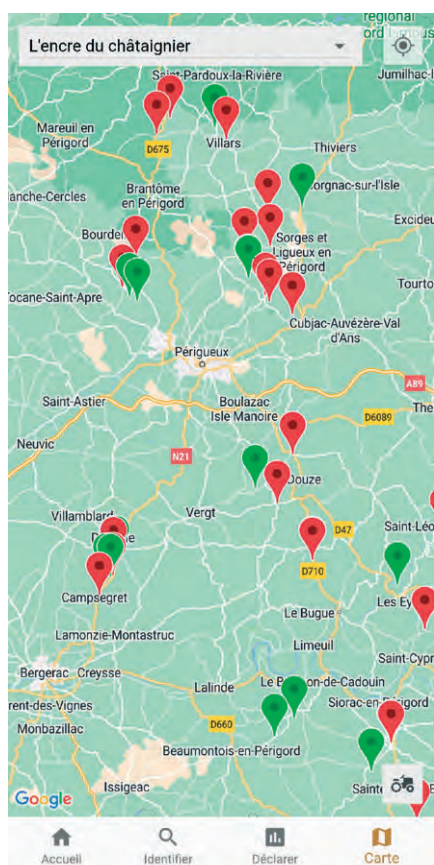
Elle est destinée aux propriétaires de parcelles forestières ou vergers de châtaignier, mais aussi à tous les usagers de la forêt et au grand public. Elle est organisée autour de trois fonctions, qui sont :

- informer sur les maladies du châtaignier,
- identifier les symptômes et les maladies,
- signaler des châtaigniers présentant des symptômes.

Sur la page d'accueil de Vigil'encre (Fig. 1A) sont proposées plusieurs fenêtres et documentations sur le châtaignier (biologie, distribution utilisation, reconnaissance), la maladie de l'encre, d'autres maladies (le Chancre du châtaignier, *Phytophthora ramorum*, le Cynips).

Un propriétaire, technicien ou gestionnaire de forêt souhaitant avoir une aide pour établir un diagnostic sur ses châtaigniers dépérissants pourra utiliser la fonction « identifier » (Fig. 1B). Les symptômes observés pourront être ainsi comparés à ceux qui sont illustrés dans Vigil'encre. Pour l'encre les symptômes peuvent être observés au niveau des racines ou du collet, au niveau du tronc ou des feuilles.

Figure 2 - Cartographie des signalements effectués sur Vigil'encre



Les confusions possibles avec d'autres maladies ou symptômes sont renseignées au niveau de la page d'accueil (Fig. 1A). En ouvrant la page « Déclarer » (Fig. 1C), il est possible de signaler des symptômes attribuables à l'encre, au Chancre et au Cynips. Pour chaque problématique, des informations précises sont demandées sur le site où est fait le signalement et le type de peuplement de châtaigniers. Il est possible de géolocaliser le signalement et de déposer des photos des symptômes observés. Ces informations vont permettre de confirmer le diagnostic effectué et de renseigner une base de données. Pour

confirmer le diagnostic, INRAE offre la possibilité aux utilisateurs de Vigil'encre d'envoyer des échantillons de sol et/ou de plants afin de réaliser un diagnostic au laboratoire. Les procédures à suivre sont détaillées au niveau de la page d'accueil. La cartographie des signalements réalisés est également fournie (Fig. 2).

Outil de science participative pour l'épidémiosurveillance de l'encre

Les signalements d'encre et de dépérissements sont stockés dans une base de données exploitable pour l'épidémiosurveillance des *Phytophthora*. Les utilisateurs de Vigil'encre participent ainsi aux recherches réalisées par INRAE sur l'encre du châtaignier. Le rôle des différents facteurs écologiques permettant la dispersion et propagation dans l'environnement de *P. cinnamomi* et *P. cambivora*, à l'échelle locale ou régionale, doit être précisé. Une connaissance précise de la répartition des agents pathogènes permettra de mieux comprendre ces mécanismes et de mieux comprendre les interactions entre sécheresse et encre.

L'utilisation de matériel tolérant ou résistant à l'encre permettrait de limiter son impact en forêt ou en vergers. La résistance des châtaigniers à l'encre est déterminée génétiquement et varie au sein de l'espèce. C'est dans les foyers de la maladie qu'il est possible d'identifier des arbres qui survivent aux infections et pourraient être résistants. Il est donc nécessaire de bien identifier ces foyers ! ■

BIBLIOGRAPHIE

Decourcelle T., Robin C., 2009. Détection de *Phytophthora cinnamomi* et *P. cambivora* sur plants de chêne et châtaignier élevés en pépinières forestières. In : Colloque des 20 ans du Département Santé des Forêts, Beaune, France.

Robin C et Gaudry J. 2019. La maladie de l'encre complexifie la sylviculture du châtaignier. *Forêt-entreprise*, N° 247, juillet-août 2019, p. 59-64.

Robin C. Husson C. 2018 Pourquoi et comment contrôler les maladies des arbres forestiers en pépinières (Synthèse de l'atelier), RFF, Numéro 6, 2018, Ateliers REGEFOR 2017 683-690. <https://doi.org/10.4267/2042/70323>.

Résumé

La maladie de l'encre du châtaignier est causée par des agents pathogènes racinaires (*Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cambivora*). En détruisant les racines, ils provoquent un dysfonctionnement hydrique des arbres puis leur mort. La sensibilité des châtaigniers à l'encre est déterminée génétiquement et varie au sein de l'espèce. C'est dans les foyers de la maladie qu'il est possible d'identifier des arbres résistants. Il est pour cela indispensable d'avoir une connaissance précise de la répartition des agents pathogènes. C'est un des objectifs de Vigil'encre, une application mise au point par INRAE. Elle permet d'abord de reconnaître les symptômes de la maladie. Un formulaire permet de déclarer les symptômes constatés sur l'arbre, de géolocaliser ce dernier et de joindre des photos. Après étude de ce formulaire envoyé via l'application, les chercheurs solliciteront le participant pour prélever des échantillons (sol ou tissus végétaux), pour analyses. Lesquelles permettront ensuite d'évaluer la distribution de la maladie.

MOTS CLÉS : Châtaignier, maladie de l'encre, application Vigil'encre.

La méthode ARCHI appliquée au châtaignier sur le terrain Limousin

Propos recueillis par François d'Alteroche, rédacteur Forêt & Innovation

La méthode ARCHI est un outil de diagnostic visuel du dépérissement. Elle caractérise les arbres selon leur état physiologique et interprète les symptômes d'un dépérissement sans identifier leurs causes. Avis de deux techniciens utilisateurs de cette méthode en l'appliquant au châtaignier dans le Limousin.

Guilhem Vaganay, technicien forestier au Centre régional de la propriété forestière (CRPF) Nouvelle-Aquitaine, (correspondant observateur du DSF). « **J'ai recours à ARCHI pour des demandes d'exploitations anticipées** »

Sur quel type de peuplement utilisez-vous ARCHI ?

Compte tenu du secteur sur lequel je travaille (sud est de la Haute-Vienne, depuis les frontières de la Dordogne avec des taillis de châtaigniers parfois dépérissants, jusqu'au plateau de Millevaches, avec des peuplements feuillus ou résineux), je l'utilise sur des forêts incluant une bonne part de chênes et/ou châtaigniers. Le principal intérêt d'ARCHI est d'avoir les moyens de dire si un peuplement est condamné ou potentiellement résilient. Pour les deux situations extrêmes - peuplement sain et vigoureux ou au contraire fatigué et dépérissant - la question ne se pose pas. Mais pour toute la gamme des situations intermédiaires, ARCHI est un bon moyen d'affiner un diagnostic. Pour le châtaignier, c'est un outil difficile à utiliser sur des peuplements au stade taillis. Les dix premières années un taillis est forcément vigoureux. Ce n'est qu'après que les premiers signes de stress apparaissent. Pour avoir un diagnostic fiable, l'utilisation ne peut être envisagée qu'à partir du moment où les tiges sont individualisées. Cela correspond à des arbres de franc pied d'au moins 30 à 40 ans. Il convient également de savoir garder un ratio raisonnable entre le temps passé à réaliser le diagnostic et la valeur espérée du peuplement.

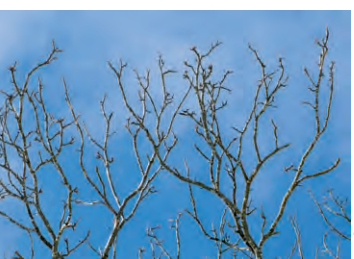
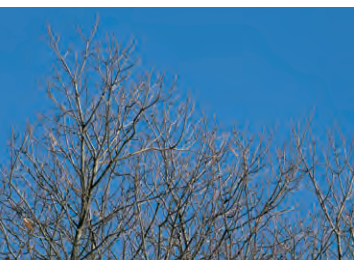
Combien faut-il de temps pour réaliser un diagnostic ?

Sur un peuplement, on voit assez vite ce qui est important. Pour les besoins de mon travail, je n'ai pas non plus besoin de faire une analyse dans les détails arbre par arbre. L'objectif est d'abord de connaître la qualité globale du peuplement. Pour réaliser une placette circulaire d'une vingtaine d'arbres, non choisis, sur une zone représentative du peuplement, un diagnostic ARCHI prend en moyenne de 20 à 30 mn. Mais il faut y passer davantage de temps si le peuplement inclut une certaine diversité côté stations : altitude contrastée, changement de versant, affleurement rocheux attestant d'une moindre épaisseur de sol...

Y a-t-il une grosse différence d'appréciation pour deux espèces de feuillus différentes, par exemple chêne pédonculé et châtaignier ?

J'ai été formé il y a deux ans sur les deux clés ARCHI châtaignier et ARCHI chêne. Oui bien entendu il y a une différence entre ces deux essences. Elles portent sur l'aspect de la ramification (cf photos), sur le port des branches et bien d'autres volets liés à l'architecture aérienne de l'arbre. D'ailleurs, même entre un chêne sessile et un chêne pédonculé il y a des différences. J'ai le plus souvent recours à ARCHI pour des demandes d'exploitations anticipées par rapport à ce que projetait initialement la planification retenue dans le Document de Gestion car le peuplement semble condamné. Au final, c'est bien loin de se traduire forcément

Ces deux photos illustrent sur des châtaigniers une ramification normale d'un arbre en bonne santé (photo du haut) et celle, appauvrie, d'un arbre dépérissant (photo du bas).



Grégory Sadiak © CNPF

par une coupe rase. On rencontre fréquemment des peuplements mélangés où, par exemple, on conseillera l'extraction de châtaigniers dépérissants au profit de chênes ou d'autres essences. En effet, sur une même station, des châtaigniers dépérissants ne signifient pas forcément que les autres essences présentes sont elles aussi dépérissantes !

Bruno Geneix, Technicien forestier territorial au CRPF et Conseiller forestier Sud-Est Corrèze
« ARCHI permet de mieux analyser comment une parcelle risque d'évoluer »

Pourquoi avoir opté pour une formation à la méthode ARCHI ?

Avant de la suivre pour le châtaignier début 2022, j'avais déjà bénéficié de cette même formation appliquée au sapin et, depuis, j'en ai suivi une troisième avec pour cible le pin sylvestre. Sur mon secteur du sud de la Corrèze où l'altitude est dans une fourchette comprise entre 250 et 800 m, ces trois essences font partie des plus confrontées à des dépérissements. C'est en particulier le cas du châtaignier, un feuillu très présent dans notre département. Sur mon secteur, la zone la plus atteinte est située entre Brive et les bordures des deux départements du Lot et de la Dordogne. Je souhaitais donc en savoir davantage afin d'être mieux armé pour répondre aux questions des propriétaires.

Quels sont les facteurs qui expliquent ces dépérissements ?

Il y en a plusieurs et, malheureusement, ils se conjuguent pour aggraver le phénomène. On peut d'abord citer des problèmes de sylviculture. Dans le département, nous avons beaucoup de taillis de châtaigniers âgés de 30 à 50 ans pour lesquels on constate des dépérissements. Cette problématique concerne même parfois des taillis de moins de 30 ans. Le contexte économique difficile pour cette essence fait que ces taillis sont exploités moins régulièrement qu'auparavant. Trop souvent ils vieillissent sans pour autant être éclaircis. Cette absence d'interventions les rend plus sensibles aux risques sanitaires. Viennent ensuite les problèmes liés aux conditions climatiques (sécheresse, températures excessives), puis la problématique liée au Chancre et



Benjamin Chapelet © CNPF

au *Cynips*, largement présent sur notre secteur. Des lâchers de micro-guêpes (*Torymus sinensis*)¹ dans le cadre de la lutte biologique contre cet insecte ainsi que les gelées printanières tardives que nous avons constatées ces dernières années ont pour l'instant permis de contenir le phénomène dans les peuplements de châtaigniers forestiers. La météo amplifie souvent la problématique des dépérissements mais elle est également parfois à même de contenir leur importance ! Dans un contexte sanitaire et climatique qui devient vraiment de plus en plus compliqué, établir un diagnostic ARCHI est un atout supplémentaire pour mieux analyser comment une parcelle risque d'évoluer et à partir de là suggérer une intervention à un propriétaire.

Qu'est-ce qui explique l'actuelle moindre exploitation des peuplements de châtaigniers sur votre secteur ?

En Corrèze, nous avons de moins en moins de débouchés pour les produits issus de cette essence. C'est une des principales raisons qui explique le vieillissement et la sous-exploitation des peuplements. Et plus ils vieillissent, plus ils dépérissent ! C'est d'abord un problème économique. Des taillis de châtaigniers qui, à une époque, se vendaient sur pied autour de 8 000 € l'hectare pour être coupés à blanc se vendent actuellement péniblement 2 000 € l'hectare ! Dans ces conditions, la rentabilité de cette essence est clairement posée. 8 000 €/ha tous les trente ans cela peut valoir le coup. Mais seulement 2 000 € tous les trente ans cela modifie complètement la donne ! Il y a peu d'achat pour une utilisation en parquet et en Corrèze, cela relève essentiellement de scieurs de Haute-Vienne qui disposent déjà d'une offre abondante dans leur département. Le débouché du piquet de clôture est nettement moins rémunérateur et il souffre de la concurrence du robinier, globalement plus prisé des éleveurs car plus durable même s'il est plus coûteux. ■

Les formations en période hivernale permettent de mieux apprécier l'architecture des arbres et rassemblent classiquement une douzaine de personnes autour du formateur.

¹ *T. sinensis* est un micro-hyménoptère originaire de Chine, tout comme le cynips. C'est un parasitoïde spécifique de cet insecte et c'est pour cette raison qu'il a été choisi dans le cadre de la lutte biologique contre le cynips.

Des sites pour vulgariser la gestion

Grégory Sajdak et Michel Chartier, CNPF-IDF

La question des dispositifs de terrain à mettre en œuvre pour les phases de vulgarisation de la gestion dans les peuplements de châtaigniers dépérissants se pose régulièrement. Dans le cadre du projet SPNA, le choix s'est porté sur des formats différents mais complémentaires. Par ailleurs se pose souvent la question d'une application pour mieux les appréhender pédagogiquement.

La diffusion tant des connaissances techniques que de l'usage de nouveaux outils est une phase essentielle pour atteindre des utilisateurs et les sensibiliser à de nouvelles pratiques. C'est pour répondre à cet objectif qu'une action spécifique a été intégrée au programme SPNA. Elle visait à mettre en place des sites écoles sous la forme de parcelles de références et de martélosopes afin de disposer, de sites accessibles et suivis dans le temps pour des actions de vulgarisation et de formation. Initialement ces sites ont été pensés comme des zones privilégiées pour la présentation de différentes pratiques sylvicoles, notamment d'amélioration. Après plusieurs échanges avec les techniciens et ingénieurs du CRPF et acteurs de la châtaigneraie Périgourdine, l'approche de cette action a été revue afin de mieux répondre aux besoins des gestionnaires et propriétaires de châtaigniers.

Compte tenu de l'état du marché pour cette essence et des dépérissements importants observés localement, l'objectif n'est pas tant d'améliorer les peuplements, si tant est qu'ils soient améliorables, mais de les renouveler. C'est pourquoi il a été décidé au final de ne maintenir qu'un seul site de martéloscope, sur les 3 prévus initialement, au profit de plusieurs sites de références – plus appréciés – qui serviront de sites de démonstration et de vulgarisation autour des travaux de renouvellement.

11 sites de références en Dordogne

Le principe des sites école est de proposer un panel d'actions envisageables après la coupe du taillis : dessouchage, layonnage, éclaircie, détourage, plantation et changement de variété, diversification (mélange pin-taillis). En fonction de ces

critères, 11 sites de références ont été localisés en Dordogne, en lien avec ingénieurs et techniciens du CRPF. **Voici les données qui ont été relevées susceptibles d'intéresser les gestionnaires et propriétaires de châtaigner :**

- dendrométriques (âge, circonférence, surface terrière, hauteur dominante, densité de francs pieds et souches, nombre de brins par souche),
- climatiques (températures, pluviométrie),
- pédologiques (topographie, description du profil, calcul de la réserve utile, mesure du pH),
- sanitaires (dépérissement, pathogènes...).

L'intérêt de ces sites de référence est qu'ils présentent une grande diversité de types de peuplements de châtaigniers (purs et en mélanges) de tous âges (de 2 à 34 ans) et différents modes de gestions. On peut alors proposer un parcours pédagogique à la carte, selon les besoins, montrant différentes situations du châtaignier dans la région. Aussi, trois de ces sites proposent des comparaisons directes avec des peuplements témoins : deux proposent d'illustrer les effets d'une éclaircie, et le troisième l'effet d'un croquage de souche en plein pour privilégier le renouvellement via les francs pieds et éviter le dessouchage. Ces sites de références ont fait l'objet d'une description détaillée à travers la rédaction d'une fiche synthétique. Dans un futur proche il sera nécessaire d'harmoniser la présentation de ces fiches et de les compléter.

Site du martéloscope de Meilhards, en Corrèze

Les martélosopes sont utilisés depuis 25-30 ans comme supports pour des journées de vulgarisation ou de formation sur le martelage d'un peuplement. Ils ont surtout été développés au cours des 10-15 dernières années de façon variables, en fonction des régions et des financements sur des programmes généralement en lien avec la futaie irrégulière. Ainsi, une parcelle d'un hectare a été localisée en Corrèze à Meilhards grâce au personnel CRPF du secteur. Il s'agit d'un peuplement mélangé de châtaignier, chêne et hêtre. 340 arbres de plus de 20 cm de diamètre ont été inventoriés. Avec l'aide d'un stagiaire, le travail suivant a été réalisé :

- numérotation des arbres, identification des essences et division de la parcelle en 4 quadras,
- mesure des circonférences, hauteurs dominantes,

L'arbre n° 179 du martéloscope. Les numéros peints au pochoir sont tous orientés de la même manière pour une meilleure visibilité.



Grégory Sajdak © CNPF

Figure 1 - Peuplement initial, répartition du nombre de tiges par hectare et par essence

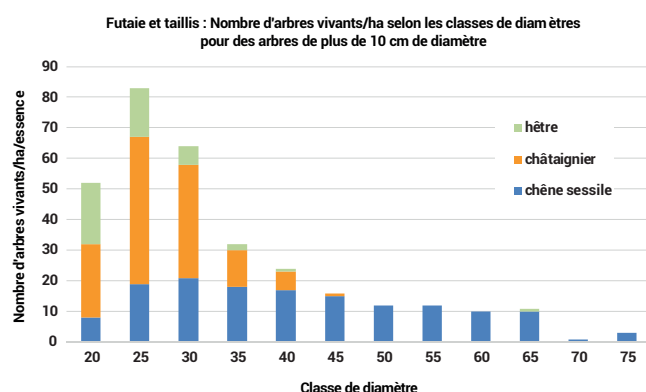
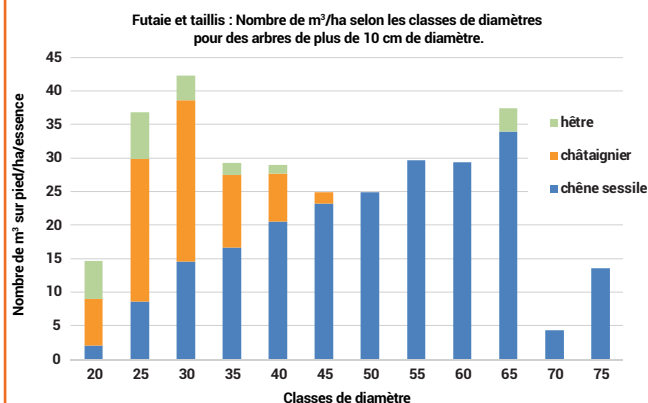


Figure 2 - Peuplement initial, répartition du volume en m³ par essence



- évaluation de l'état sanitaire de chaque arbre dominant ou codominant avec la méthode ARCHI,
- typologie des dendromicrohabitats (17 types trouvés sur 48 possibles)¹,
- estimation de la qualité des arbres,
- diagnostic BioClimSol.

Ces relevés permettent de caractériser le peuplement initial avant l'exercice de martelage (Fig. 1 et 2).

La question principale qui se pose sur ce peuplement est la manière de gérer un peuplement feuillu mélangé dans un contexte de climat changeant en répondant à ces questions :

- Les essences sont-elles adaptées à la station ?
- Le seront-elles dans plusieurs dizaines d'années ?
- L'itinéraire sylvicole envisagé est-il compatible avec l'état sanitaire du peuplement ?

Une application numérique pour bien valoriser les martelosopes

L'utilisation des martelosopes pour la réalisation d'exercices amène la question de l'exploitation des données et la mise à disposition des résultats des exercices de terrain. C'est pour répondre à ces enjeux que le programme SPNA a souhaité développer une application de terrain à partir d'applications sous tableurs déjà existants. Cet outil doit simplifier l'animation des séances de vulgarisation de terrain. Pour se faire, cet outil vise à :

- présenter les martelosopes (descriptif du peuplement),
- permettre de réaliser les exercices de martelage en sous-groupe (effectif restreint de participants pour plus d'interactions),
- donner des informations à l'animateur pour suivre les groupes en temps réel,
- sélectionner les données accessibles aux participants et orienter l'exercice sur une ou plusieurs thématiques,
- présenter les résultats des différents groupes en fonction d'objectifs visés (production, sanitaire, habitats etc.

L'application est divisée en deux parties (photo) :

- « **formateur** » : interface permettant de gérer la session, suivre le martelage des groupes et le dispositif
 - « **marteleur** » : interface de consultation de la zone de martelage, de la saisie du marquage et de l'affichage de résultats de marquages (graphiques, tableaux... issus de calculs)
- La production de l'outil est réalisée par le Service du Développement Numérique du CNPF. Ce dernier se base sur un cahier des besoins réalisé dans le cadre de l'action. L'outil réalisé est utilisable sous une plateforme Android. Il nécessitera des tests sur plusieurs sites pour éprouver sa robustesse avant d'être pleinement opérationnel.

Valorisation des sites et de de l'outil

En 2023, il est prévu de travailler sur une communication de l'existence des sites écoles vers les groupements de développement de la région Nouvelle-Aquitaine. Concernant ces sites, il s'agit de créer un parcours pédagogique pouvant alimenter des réflexions sur des possibilités techniques de renouvellements après la coupe de taillis. Pour le marteloscope il devrait permettre d'évoquer la conduite de peuplements mélangés. L'outil mobile pourra ainsi être testé dans un cas réel. ■



Page d'accueil de l'application martelage.

1 <https://www.wsl.ch/fr/publications/guide-de-poche-des-dendromicrohabitats-description-et-seuils-de-grandeur-pour-leur-inventaire.html>

RAPPEL :

un marteloscope est un ensemble de tiges référencées, sur un espace géographique délimité, servant de support à un exercice pédagogique de martelage. (Vocabulaire forestier - Éd. CNPF-IDF - p. 315)

Résumé

Le projet SPNA a permis au CNPF de mettre à disposition deux outils de vulgarisation et de formation. Le premier est un réseau de sites de références sur le châtaignier en Dordogne, présentant les solutions possibles après une coupe de peuplement de châtaigniers déperissants. Le deuxième outil est une application de terrain permettant de réaliser des exercices d'éclaircie sur un marteloscope en prenant en compte la qualité des bois, l'état sanitaire des arbres avec la méthode ARCHI ainsi que la biodiversité par le recensement des dendromicrohabitats.

MOTS CLÉS : Marteloscope, gestion, vulgarisation, châtaignier, formation, site de référence, éclaircie, application.

Vers un usage combiné des différents outils pour le diagnostic des châtaigneraies

Michel Chartier, CNPF-IDF, Orléans

Le programme SPNA a permis de tester ou mettre aux points plusieurs outils de diagnostic. Face à la diversité de ces derniers, les questions qui se posent aujourd'hui sont : quels outils va-t-on utiliser ? dans quel ordre ? et pour évaluer quels points ?



Les productions cartographiques issues de la télédétection, les travaux sur la maladie de l'encre rendus disponibles grâce à l'application Vigil'encre, ainsi que les outils ARCHI et BioClimSol sont aujourd'hui à intégrer comme des solutions complémentaires. Ils permettent de diagnostiquer et d'envisager l'avenir des peuplements de châtaignier en se donnant des priorités. Nous synthétisons ici quelques réflexions d'appropriation de ces outils.

Objectif : prioriser les diagnostics des peuplements

Pour un technicien, en préalable à un déplacement sur le terrain, les cartes éditées grâce aux modèles de télédétection¹ permettent d'identifier trois types de peuplements :

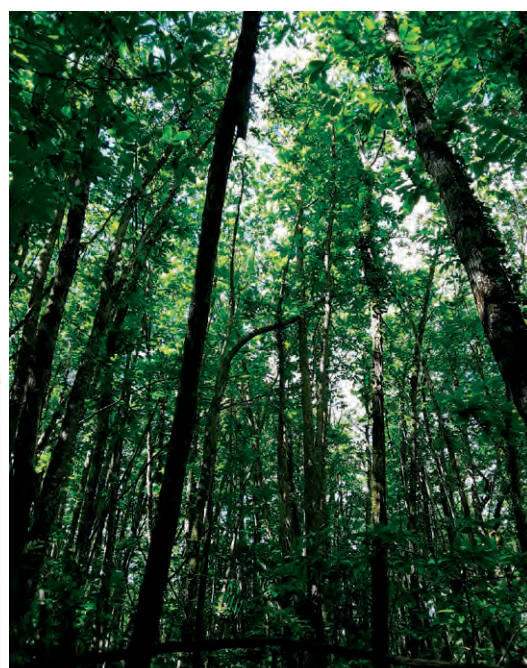
- **sains** : moins de 20 % d'arbres dépérissants,
 - **dépérissants à très dépérissants** : entre 20 et 75 % d'arbres dépérissants,
 - **morts** : plus de 75 % d'arbres très dépérissants.
- Ils se repèrent alors facilement dans le paysage par la présence de nombreux arbres présentant des branches mortes.

Par ailleurs, plusieurs outils sylvo-climatiques proposent une représentation spatialisée de présences-absences d'essences ou de risques (probabilités) d'observer des dépérissements selon différents scénarios climatiques.

C'est le cas de l'outil BioClimSol. En dehors de l'application de terrain, il permet au personnel du CNPF de disposer de cartes pour visualiser les zones à risques de dépérissement. Ces niveaux varient de « modéré », « élevé » à « maximal ». Ainsi, les outils disponibles permettent de combiner cartes des dépérissements et niveaux de vigilance, pour prioriser le diagnostic des peuplements les plus à risques (photo ci-dessous).

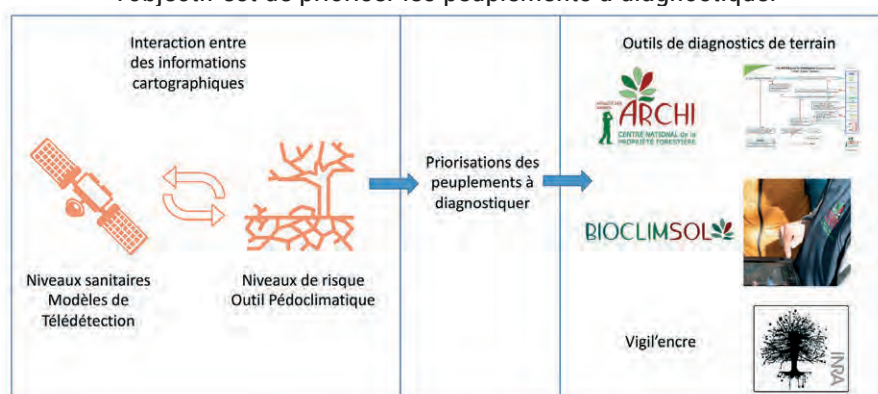
Nous proposons ici par exemple une analyse de différents cas pouvant être rencontrés par le technicien et les besoins complémentaires de diagnostics qui en découlent (voir Tableau 1).

Pour cas d'usage nous utilisons la cartographie des niveaux de dépérissement à partir de la télédétection (reflet des dépérissements au climat actuel) avec une cartographie BioClimSol des probabilités de dépérissement dans une hypothèse à + 2° C pour le climat des années à venir et pour un sol à tendance limoneuse.



Michel Chartier © CNPF

Figure 1 - Schéma d'utilisation des divers outils : l'objectif est de prioriser les peuplements à diagnostiquer



Taillis de châtaignier sain qui nécessitera un diagnostic complémentaire en fonction du niveau de vigilance pédoclimatique.

Nous nous appuyons sur les recommandations de gestion des peuplements sur pieds également éditées dans le cadre de l'outil BioClimSol (*Forêt-entreprise* n° 264).

Cas des zones classifiées saines par la télédétection :

- **en zone de vigilance pédoclimatique à risque « modéré »** : les peuplements ne présentent, à priori, pas de problèmes particuliers (observables par télédétection) et leur avenir (sur des bases topo-climatiques) ne semble pas compromis. On peut émettre l'hypothèse que ces peuplements ne nécessitent pas de diagnostics urgents et que les visites à réaliser auront comme objectifs de définir la sylviculture du peuplement : coupes d'améliorations ou de renouvellement.
- **en zones de vigilances pédoclimatique à risque « élevé » et « maximal »** : ces peuplements nécessitent des diagnostics complémentaires de terrain. Il convient de vérifier en premier lieu que le peuplement (et l'essence) est en place et que des facteurs de compensation peuvent compléter une situation topo-climatiques défavorable : micro-topographie, réserve utile²... L'application de terrain BioClimSol sera ici utilisée pour connaître localement ces éléments et envisager, si nécessaire, la substitution du châtaignier par une ou plusieurs autres essences.

Cas des zones classées dépérissantes à très dépérissantes par la télédétection :

- **tous niveaux de vigilance climatique** : comme nous avons pu le voir dans l'article précédent³, le modèle de télédétection identifie avec moins de certitude ces peuplements intermédiaires. Il convient de confirmer tout d'abord l'existence et le niveau de dépérissement du peuplement. Par ailleurs, la caractérisation de la station sera importante pour se projeter sur l'avenir de la châtaigneraie. L'application BioClimSol permettra de répondre à ces différentes interrogations.

En complément, une notation ARCHI permettra de se positionner sur le niveau de résilience du peuplement. En fonction de ce dernier, et de l'état de maturité des arbres, il faudra envisager une amélioration du peuplement au profit des tiges résilientes ou saines, un enrichissement avec d'autres essences ou son remplacement.

Cas des zones classifiées comme mortes par la télédétection :

- **tous niveaux de vigilance climatique** : les peuplements sont ici très atteints et la proportion d'arbres dépérissants laisse présager que le châtaignier n'a pas d'avenir. Des diagnostics complémentaires doivent tout de même permettre de visualiser si des arbres sains ou résilients sont présents et leur nombre. Malheureusement, dans une grande majorité des cas, il faudra déjà prévoir les possibilités d'enrichissements ou de reboisements. Les outils ARCHI et BioClimSol seront ici encore sollicités pour réaliser ces diagnostics de terrain.

Le cas de l'encre

Sur l'ensemble des zones identifiées par télédétection, la présence de l'encre sera également à rechercher grâce à l'application Vigil'encre. Comme nous avons pu le voir dans l'article de Cécile Robin⁴ sa présence est parfois observée dans un peuplement identifié comme sain. Une détection sur la parcelle amènera à repenser l'avenir du châtaignier sur cette station et à envisager une substitution de l'essence en plein ou par enrichissement. Comme nous venons de le voir, les outils testés ou mis en place dans le cadre du projet SPNA se complètent. Ils permettent de proposer des aides à la gestion pour mieux identifier et appréhender l'avenir des peuplements de châtaignier. Un effort de vulgarisation et de développement reste à mener et s'appuiera, entre autres choses, sur des réunions et des formations. C'est pour répondre à ce besoin que les parcours pédagogiques et les martelosopes ont été pensés et présentés dans ce numéro. ■

² Cf. *Vocabulaire forestier*, p. 445. Éd. CNPF-IDF.

³ Voir article pages 20 à 24 de ce même dossier.

⁴ Voir pages 34 à 37 de ce même dossier.

REMERCIEMENTS :
Benjamin Cano (CNPF-IDF), Véronique Chéret (Univ. Toulouse, INRAE, UMR DYNAPOR INRAE).

MOTS CLÉS

Télédétection
SPNA, Outils
de diagnostic,
Vigil'encre,
ARCHI,
BioClimSol.

Niveau de dépérissement par télédétection

Zones de vigilance pédoclimatiques	Niveau de dépérissement par télédétection			
	Sain	Dépérissant	Très dépérissant	Ruiné
	Modéré	Confirmer tout d'abord l'existence et le niveau de dépérissement du peuplement. Par ailleurs, la caractérisation de la station sera importante pour se projeter sur l'avenir de la châtaigneraie. Utilisation d'outils de diagnostics complémentaire (ARCHI et BioClimSol)		Peuplement à peu ou pas d'avenir. Visualiser si des arbres sains ou résilients sont présents et leurs nombres (ARCHI). Utiliser BioClimSol pour le choix des essences en enrichissements ou reboisements
	Élevé			
	Maximal			
	Pas de diagnostics urgents. Définir la sylviculture du peuplement : coupes d'améliorations ou renouvellement du peuplement.			
	Diagnostics complémentaires de terrain : peuplement en place ? facteurs de compensations du climat ? si besoin renouvellement/enrichissement ? Utilisation d'outils de diagnostics complémentaire (ARCHI et BioClimSol)			

Connaître la ressource de la forêt privée via les documents de gestion

Jean-Paul Gayot,
CNPf Nouvelle-Aquitaine

Les programmes de travaux des Plans Simples de Gestion agréés permettent de mieux connaître par année et par secteur les surfaces qui seront à exploiter, planter, élaguer et éclaircir. Dans le Limousin, c'est pour les peuplements de résineux que ces données sont les plus précisément connues.

Au moment de l'instruction de chaque Plan Simple de Gestion (PSG), les saisies concernant les peuplements résineux décrits sont généralement précises : à l'année près concernant l'âge du peuplement comme en matière de dates d'intervention surtout si la notion de 1^{re}, 2^e, 3^e éclaircie continue d'être renseignée par tous les rédacteurs.

On dispose alors, à l'échelle régionale, d'une analyse très fiable de la ressource résineuse facilement mobilisable par essence et par classes d'âge à échéance de 10-12 ans. En effet, ce ne sont plus des surfaces statistiques, mais des surfaces réelles (à l'are près). De plus, leur probabilité de mise en œuvre effective est très forte puisqu'en Limousin, elle dépasse 80 %. À plusieurs reprises, nous avons mené ce type d'analyse à différentes échelles territoriales ; à chaque fois, les résultats consolidés ont été très intéressants.

Concernant la ressource feuillue du Limousin, la précision est moindre. D'une part, le cycle total de production des bois d'œuvre feuillus est beaucoup plus long que pour les résineux ce qui rend l'âge exact du peuplement beaucoup plus aléatoire. D'autre part, le pas de temps entre deux éclaircies feuillues est parfois supérieur à la durée d'application d'un PSG. Les imprécisions des descriptions telles que « feuillus divers » concernent fréquemment des surfaces importantes (plusieurs hectares) et l'absence d'intervention prévue ou encore l'absence (de précision) d'âge, rendent difficile d'identifier s'il s'agit d'aulnaies-saulaies de fonds humides, de taillis de chêne, de châtaignier, de charme ou de robinier (la seule information implicite étant l'absence d'objet immédiat de récolte, que le peuplement soit jeune ou suranné).

On perd ainsi, très souvent, les peuplements feuillus à potentialité de bois d'œuvre et les accrus sur bon sol. D'autant qu'ils ne bénéficient pas non plus des soins de sylviculture nécessaires à leur amélioration dès le jeune âge.

Aujourd'hui, les peuplements feuillus ne peuvent plus être considérés ni comme des surfaces accessoires, ni sans sylviculture appropriée d'autant que le savoir-faire est maîtrisé.

On doit pouvoir mieux identifier les potentialités de bois d'œuvre feuillu. Pour l'heure, ce sont principalement les coupes de bois d'industrie et de bois d'énergie feuillu qui sont identifiables, mais elles constituent un autre type d'information. La connaissance des capacités de production de bois d'œuvre de la forêt privée gérée permet de quantifier les ressources majoritaires auxquelles elle contribue. Cette meilleure connaissance permet également de coordonner l'accompagnement technique correspondant et d'apprécier plusieurs éléments contribuant à leur pérennité ainsi qu'à l'adaptation de l'outil de transformation local.

Quelles autres projections sont possibles ?

Plusieurs vérifications, à l'instant « t », sont réalisables. Pour une essence donnée, un type particulier de récolte ou une intervention de sylviculture particulière (si la nomenclature permet de le/la distinguer), une appréciation de sa fréquence et de son évolution sur une dizaine d'années sont très souvent possibles. Cela renseigne sur la disponibilité de la ressource dans les documents de gestion et sur sa pérennité à court et moyen termes. Ces projections font prendre conscience des ordres de grandeur

L'objectif est de miser sur la régénération naturelle pour cette parcelle de 1,5 ha de douglas.



à l'œuvre dans une région. Par exemple, en 2020, des interrogations sur le reboisement ont vu le jour sur le territoire du PNR de Millevaches (124 communes réparties sur la Corrèze, la Creuse et la Haute-Vienne). L'analyse spécifique des 33 000 ha de conifères de ce secteur (gérés dans le cadre d'un PSG agréé en cours de validité) a permis d'établir 2 réalités concomitantes : l'arrivée à maturité des reboisements résineux des années 60, suivie du triplement du rythme des reboisements, en raison du renouvellement des peuplements de cette classe d'âge des surfaces de récolte à maturité et des surfaces de reboisement inscrites dans les PSG (en cours) de ce secteur. Autre avantage, ces informations sont aussi compatibles avec celles de la forêt publique formalisées dans les aménagements de l'Office National des Forêts (ONF).

Ces possibilités de caractérisation de la ressource mobilisable des forêts privées (dotées d'un plan simple de gestion durable en cours de validité) sont encore peu connues. Certes, assez complexes à collecter, il est néanmoins possible de les développer à partir des saisies régionales (encore hétérogènes à l'échelle nationale) mais souvent très fiables à l'échelle des 22 ex-régions.

Identifier la ressource en bois mobilisable

Le développement des documents de gestion en forêt privée a été initié en 1963 avec les PSG d'abord obligatoires pour les propriétés forestières de plus de 25 ha ; puis plus récemment, étendus aux propriétés forestières de taille plus modeste avec les Codes de bonnes pratiques sylvicoles (CBPS+) ou les règlements types de gestion (RTG). Ces documents perpétuent avec constance plusieurs avantages. Ils restent des outils descriptifs performants (de droit privé et donc confidentiels) en même temps qu'ils constituent un outil fonctionnel et utile pour le propriétaire et ses successeurs. Si leur forme évolue, initialement papier à numérique (et papier) aujourd'hui, ils conservent toute leur transversalité technique et législative faisant d'eux une garantie de gestion durable, en même temps qu'un préalable incontournable de la traçabilité du bois commercialisé (PEFC ou FSC) qui atteint 60 % en Limousin. Ils formalisent les choix de chaque proprié-



Jean-Paul Gayot © CNPF

taire et apportent, à chaque parcelle, une garantie de la continuité de gestion adaptée à chacun des peuplements concernés. À l'usage, les propriétaires forestiers apprécient le confort et l'efficacité que procure la mise en œuvre du PSG de leur forêt. Et surtout, ils ne sont plus dans un climat désagréable de questionnements et d'indécisions permanents et d'actions ponctuelles plus ou moins heureuses.

Au niveau collectif, une meilleure connaissance de la ressource

Aujourd'hui, les PSG permettent une consolidation collective, que seul le CNPF peut produire avec l'accord de ses responsables professionnels. Cette nouvelle dimension explique l'importance de la voix du CRPF dans toutes les instances interprofessionnelles et administratives. Cette connaissance de la ressource contribue aussi à améliorer l'action complémentaire de l'État en faveur de la filière forêt-bois. De même, quand la société s'inquiète de supposées dérives de la forêt métropolitaine, ce sont des éléments factuels de réponse à prendre en compte partout où la forêt privée est très présente, notamment en Limousin où elle représente 95 % de la surface forestière totale. Les contenus des PSG, des RTG et des CBPS+ convergent de plus en plus vers une nomenclature comparable et un échéancier prévisionnel. Ils constituent aussi un outil d'observation spatialisé performant, exempt de biais statistique, à l'échelle d'un territoire et fiable à l'échelle de la décennie en cours. Les surfaces de forêt privée ainsi gérées sont en constante augmentation en Limousin : elles représentent, au 31 décembre 2021, 105 000 ha de PSG agréés en cours de validité et 8 000 ha de CBPS+. Complétés des 33 000 ha de forêts publiques gérées en référence à un aménagement de l'ONF, le Limousin compte désormais 146 000 ha de forêt gérée durablement, soit de l'ordre de 25 % des 585 000 ha que compte la forêt limousine. ■

Sur cette parcelle deux plantations feuillues sur bon sol étaient prévues : la première a été réalisée en 2022, la seconde le sera en 2027.

La méthode ARCHI a 12 ans

La méthode ARCHI a été mise au point en 2010. Elle s'adresse aux forestiers, aux écologistes, aux arboristes, aux enseignants et aux chercheurs. Elle est parfois utilisée dans un contexte éloigné de la sylviculture à proprement parler.

Christophe Drénou, CNPF-IDF¹, Toulouse

¹ Centre National de la Propriété Forestière (CNPF), Institut pour le développement forestier (IDF).

La méthode ARCHI est un protocole d'observation de l'architecture aérienne des arbres servant à reconnaître le stade de développement d'un végétal et à diagnostiquer son état physiologique. Elle a fait l'objet d'une synthèse en 2021 (Voir Bibliographie).

Une méthode qui fait école

La méthode ARCHI change entièrement notre relation à l'arbre. Elle nous invite à accepter qu'un arbre n'ait pas toujours l'aspect d'un arbre. Elle nous oblige à prendre en considération la cinétique lente du végétal, donc à savoir attendre,

surveiller, anticiper et planifier. Elle donne les moyens d'adapter les interventions aux états physiologiques. Enfin, elle permet de nuancer certains jugements pessimistes en estimant le potentiel de résilience des arbres stressés.

Des publications récentes, telles que le guide ONF « Adapter les forêts publiques au changement climatique en Provence-Alpes-Côte d'Azur » (Bouillie, 2021) ou la synthèse INRAE « Comprendre et modéliser le fonctionnement hydrique des arbres » (Courbet *et al.*, 2022) intègrent et décrivent la méthode ARCHI.

Le terme « suppléant », proposé à la place de « gourmand » (Drénou, 2014), a rapidement reçu l'approbation des professionnels. La chercheuse Catherine Lenne l'adopte dans son dernier ouvrage (2021), tout comme le forestier Pascal Mathieu (2021). Le fascicule P.E.1-R0 définissant les règles professionnelles en matière de travaux d'entretien des arbres (2013) l'officialise. Cette nouvelle appellation se répand dans les pays francophones ainsi qu'en Espagne « suplente », en Italie « sostituti » et en Allemagne « ersatztriebe ».

L'approche cyclique des états physiologiques, venue se substituer à l'échelle linéaire classique, inspire les arboristes cherchant à rendre compte des processus de résilience mécanique (Trouillet, 2022). Des écoles (École d'Ingénieurs de Purpan, Toulouse), facultés (Université de Limoges, Licence professionnelle « Métiers des ressources naturelles et de la forêt ») et centres de formation (AgroCampus



18 essences disposent d'une clé de diagnostic

Espèces	Clés de diagnostic ARCHI
Chênes pédonculé, sessile et pubescent	1 clé unique
Chênes vert et Chêne-liège	
Hêtre	
Châtaignier en taillis, futaie ou verger	1 clé
Platane	1 clé
Douglas	1 clé
Sapin pectiné	1 clé
Épicéa commun	1 clé
Pins sylvestre	1 clé unique
Pin maritime	
Pin à crochet	
Pin noir d'Autriche, Pin laricio de Corse, Pin noir de Salzmann	
Cèdre de l'Atlas	1 clé

47 de Nérac, Certificat de Spécialisation « Arboriste Élagueur ») se sont appropriés la méthode et la présentent à leurs élèves. De son côté, le CNPF forme environ 100 professionnels par an.

Les utilisateurs de la méthode se répartissent entre organismes de recherche (INRAE, Cirad), instituts techniques (CRPF, ONF, DSF, Institut Méditerranéen du Liège), associations (Conservatoires d'Espaces Naturels, Parcs Naturels Régionaux), villes, bureaux d'étude, centres de formation, etc.

L'intérêt de la méthode ARCHI pour ses quatre principaux utilisateurs

Une méthode différente

En matière de diagnostic des dépérissements, les méthodes classiques, en France comme à l'étranger, utilisent une échelle de gradation linéaire. Elles définissent un arbre de référence, c'est-à-dire un sujet modèle sans défaut, identifient à l'opposé un individu moribond, et ordonnent les situations intermédiaires selon un ordre croissant de déficit foliaire et de mortalité des branches. Cette approche présente trois inconvénients. D'une part, stades de développement et états physiologiques se mélangent. D'autre part, les suppléants sont ignorés, ou, lorsque ce n'est pas le cas, sont considérés comme des facteurs aggravant. Enfin, l'enchaînement linéaire des symptômes suggère une dynamique irréversible, ce qui, dans la nature, est loin d'être la réalité. Par ailleurs, les protocoles

associés se limitent généralement à deux grilles de lecture, une pour la totalité des essences feuillues, l'autre pour tous les résineux.

Avec la méthode ARCHI, la logique est totalement différente.

Premièrement, chaque espèce requiert en amont une étude botanique afin de mettre à jour ses spécificités morphologiques et physiologiques. Cette phase exploratoire réserve souvent des surprises. Qui savait, avant 2010, que le Douglas a la capacité de produire des suppléants orthotropes² à même le tronc au sein d'un feuillage entièrement rougi ? Que l'aptitude du Chêne-liège à émettre de vigoureux suppléants est nettement inférieure à celle du Chêne pédonculé ? Que le Pin maritime utilise ses rameaux courts pour construire, en cas de besoin, de nouvelles branches maîtresses ?

Aujourd'hui, 18 essences, 10 résineux et 8 feuillus, sont connues.

Pour chacune, ou par groupe d'espèces proches, une clé de diagnostic ARCHI est disponible.

Deuxièmement, la méthode ARCHI ne cherche pas à caractériser un arbre de référence. En revanche, pour chaque essence, elle s'attache à mettre en évidence la séquence normale du développement. Il s'agit donc de connaître la dynamique ontogénique naturelle pour savoir quand le végétal s'en écarte (dépérissement) et quand il y retourne (résilience).

Troisièmement, une distinction claire est

² Un suppléant orthotrope (du grec *orthos* : droit, et de *tropos* : direction) a une direction de croissance verticale et une symétrie radiale, il reproduit l'architecture du tronc par répétition.

faite entre ce qui relève des symptômes de dégradation (ramification appauvrie par exemple) et ce qui découle des processus de restauration (apparition de suppléants, nature de ceux-ci, dédifférenciation ou redressement d'axes, etc.).

Six états physiologiques sont définis et attribués à chacun des quatre stades de développement que sont l'individu jeune, l'adulte, le sujet mature et l'organisme sénescant. L'arbre **sain** est conforme à son stade de développement. L'arbre **stressé** présente des signes de dépérissement mais aussi des réactions. Il est généralement prématuré de se prononcer sur son avenir, mais il convient de ne pas condamner tous les individus stressés car certains peuvent s'en sortir. On distingue trois catégories de résilience. La **résilience** parfaite conduisant à la reconstitution d'un houppier à l'identique, la **descente de cime** aboutissant à un nouveau houppier à une hauteur moindre, et le **repli**, se caractérisant par une compartimentation du houppier en deux, la partie haute dépérissant et la partie basse continuant à se développer normalement sans produire de suppléants.

Enfin, quand les stress sont trop intenses, durent trop longtemps ou reviennent trop rapidement, l'arbre se trouve en situation de **dépérissement irréversible**. Une page internet dédiée à la méthode est consultable en ligne : <http://www.cnpf.fr/archi/> Il existe une bonne corrélation entre les états précédents et la largeur des cernes (Lebourgeois et al., 2015) ou l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) mesurant l'activité photosynthétique du feuillage (Drénou et al., 2014).

Climat, liège et campings : trois exemples d'application

En 2019, une étude a été menée conjointement avec les espagnols dans le cadre de l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (projet Canopée, Interreg Poctefa EFA 028/15). Parmi les questions posées : observe-t-on une migration des végétaux ligneux vers les hautes altitudes ? Plusieurs essences ont fait l'objet d'investigation, en particulier les peuplements de Pins à crochet dans la réserve naturelle de Néouvielle des Hautes-

De gauche à droite, trois exemples d'application de la méthode ARCHI : suivi de l'impact du changement climatique sur les peuplements naturels de Pins à crochet en montagne, prise en compte de l'état physiologique des Chênes lièges pour retarder ou avancer les levées de liège, mise au point d'un outil de diagnostic du patrimoine arboré des campings du groupe Sandaya.



Christophe Drénou © CNPF

Pyrénées. La problématique nécessitait de savoir inventorier les individus sains, les dépérissants, les morts et, pour ces derniers, de ne pas confondre les mortalités prématurées avec celles dues au vieillissement naturel. C'est précisément sur ce point que la méthode ARCHI, en donnant des critères de reconnaissance de la sénescence, s'est révélée appropriée. Elle est aujourd'hui appliquée sur le terrain afin de tester l'hypothèse initiale (Drénou et Cantero, 2019).

Il existe une essence originale que le forestier blesse tous les douze ans et ceci pendant plus de 150 ans, c'est le Chêne-liège. Cette essence a en effet besoin d'environ une douzaine d'années pour récupérer physiologiquement après la levée de son écorce. C'est une moyenne variant selon les stations, les années et les arbres eux-mêmes. Depuis longtemps, les subériculteurs français et catalans réclamaient des critères objectifs de décision afin de retarder ou avancer cette durée, en particulier en contexte de stress climatique. Une étude spécifique a été entreprise (projet Ectadapt, Interreg Poctefa EFA 011/15). Désormais, avec

Perspectives

Un guide de poche des DMA

Un DendroMarqueur Architectural, ou DMA, est une singularité morphologique de l'architecture d'un arbre donnant des indications objectives sur l'ontogénèse et l'état physiologique du végétal. Les DMA se placent à l'échelle de l'individu, sont visuels et nombreux. Il n'est pas toujours facile de les nommer, une certaine confusion existant dans la bibliographie, et leur interprétation requiert souvent l'avis de spécialistes. La méthode ARCHI s'appuie sur l'utilisation de DMA, mais ces derniers ont également une valeur intrinsèque. Par ailleurs la méthode ARCHI ne se sert pas de tous les DMA aujourd'hui recensés. Une synthèse sur le sujet apparaît nécessaire. Il est temps de lister, nommer et décrire les principaux DMA existant en milieu tempéré, préciser leur valeur diagnostique, puis les faire connaître aux professionnels. Sur le modèle du guide suisse des dendromicrohabitats (Bütler *et al.*, 2020), le projet d'un guide de poche des DMA (format A6, 60 pages) a reçu le soutien du RMT Aforce et de plusieurs associations du monde de l'arbre d'ornement (SFA, A.R.B.R.E.S, Sequoia et Copalme).

Une appli DiagARCHI

Une appli reprenant le principe des clés ARCHI, utilisable sur tablette et smartphone, a été développée en partenariat avec le Cirad et l'INRAE. L'outil fonctionne sur la base d'une série de requêtes associées à des aides iconographiques en pointant les niveaux d'observation (arbre entier, houppier, cime, etc.) et la nature des observations (ramification, mortalité, suppléants, etc.). Une mémorisation des questions/réponses pour chaque série de requêtes et l'obtention de scores à l'échelle d'un peuplement, pur ou mélangé, sont possibles. Simple, rapide, autonome, transportable et disponible à tout moment, cet outil sert à guider l'utilisateur sur le terrain et à calibrer les notations entre observateurs. La mise à jour de l'appli avec les nouvelles clés ainsi que sa diffusion font partie du projet précédent.



la méthode ARCHI, un examen visuel du houppier permet à la fois de connaître le niveau de maturité d'un sujet et son état de santé. Ainsi, les levées de liège sont suspendues si un dépérissement de type irréversible est constaté, retardées sur les sujets présentant des symptômes de stress, avancées sur les adultes sains et réalisées selon le calendrier habituel sur les individus matures et sains (Drénou et al., 2019).

En 2021, dans le cadre de son plan de progrès RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises), le groupe Sandaya gérant une quarantaine de campings en Europe s'est tourné vers le CNPF pour appliquer la méthode ARCHI à son patrimoine arboré. Des solutions ont été mises en œuvre afin de tenir compte de la densité de la population des vacanciers, de l'étendue de la zone géographique concernée (de la Belgique à l'Espagne en passant par

tout le littoral atlantique français et la côte méditerranéenne), de la disparité des milieux naturels (berges, dunes, sols secs et/ou gorgés en eau, etc.), de la diversité des structures arborées (boisements, alignements, arbres isolés, etc.), et de la multitude de formes végétales (formes naturelles, artificielles, étêtées, palmiers, etc.). Une version de la méthode ARCHI, adaptée aux acteurs de SANDAYA, privilégiant les observations visuelles et s'appuyant sur un plan d'échantillonnage ad hoc a été imaginée. Deux formations, de trois jours chacune, ont été organisées à l'attention des référents Espaces Verts des campings. Ceux-ci disposent dorénavant d'une méthode permettant de connaître le niveau d'homogénéité de leurs espaces verts, d'estimer objectivement l'état général des arbres à enjeux, de hiérarchiser les priorités en termes d'interventions et de réaliser des plans de gestion à long terme. ■

BIBLIOGRAPHIE

Bouillie J., 2021 - *Adapter les forêts publiques au changement climatique en Provence-Alpes-Côte d'Azur* – guide de gestion des peuplements de production vulnérables et dépérissants. Éd. ONF, 152 p.

Bütler R., Lachat T., Krumm F., Kraus D., Larrieu L., 2020 - *Guide de poche des dendromicrohabitats : Description et seuils de grandeur pour leur inventaire*. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. Suisse, 59 p.

Courbet F., Martin-St Paul N., Doussan C., Limousin J.-M., Simioni G., 2022 - *Forêts et changement climatique : comprendre et modéliser le fonctionnement hydrique des arbres*. Éd. Quae., 144 p.

Drénou C., Lambert J., Chéret V., 2014 - *Jumelles et satellites : des outils pour la*

surveillance sanitaire des forêts. *Forêt-entreprise*, n° 214, 12-21.

Drénou C., 2014 - Du gourmand au suppléant. Vocabulaire botanique, technique, anthropocentrique ? *La Garance Voyageuse*, n° 105, 6-11

Drénou C., Cantero A., 2019 - Diagnostiquer le dépérissement au-delà des apparences : la méthode ARCHI appliquée dans les Pyrénées. *La Forêt Privée*, n° 365, 36-41

Drénou C., Piazzetta R., Lecomte B., Mariton B., 2019 - La méthode ARCHI appliquée au chêne-liège, *Forêt Méditerranéenne*, T. XL, n° 1, 55-66

Drénou C., 2021 - La méthode ARCHI. In : « *La taille des arbres d'ornement – Architecture – Anatomie – Technique* ». Éd. CNPF-IDF, Paris, p. 22-54.

Lebourgeois F., Drénou C., Bouvier M.,

Lemaire J., 2015 - Caractérisation de la croissance des chênaies pédonculées atlantiques dépérissantes : effets des sécheresses et relation avec l'architecture des houppiers. *Revue Forestière Française*, vol. LXVII, n° 4, 333-351.

Lenne C., 2021 - *Dans la peau d'un arbre, secrets et mystères des géants qui vous entourent*. Éd. Belin, Paris, 492 p.

Mathieu P., 2021 - *Slow Forêt, cultiver les forêts en respectant l'environnement*. Éd. Ulmer, Paris, 224 p.

Travaux d'entretien des arbres – Règles professionnelles, 2013 – UNEP – AITF – FFP – HORTIS, 31 p.

Trouillet P., 2022 - Méthode d'analyse des états mécaniques des arbres : échelles linéaires et scores cliniques prédictifs. *La lettre de l'arboriculture*, SFA, n°104, 9-13

Résumé

ARCHI est une méthode d'évaluation visuelle de la vitalité des arbres. Elle permet de réaliser un diagnostic double, à la fois ontogénique (les stades du développement) et physiologique (les états physiologiques). ARCHI se distingue des protocoles consistant à identifier un individu jugé « normal » d'une part, un sujet moribond d'autre part et à classer tous les intermédiaires selon un ordre croissant de déficit foliaire et de mortalité des branches. ARCHI identifie les écarts à la normale d'une architecture, et, lorsque ceux-ci sont constatés, s'intéresse aux stratégies de retour à la normale. Cette approche distingue les arbres engagés dans un processus de résilience et, au contraire, les individus bloqués dans une situation irréversible. Cet article décrit la méthode et donne trois exemples d'application.

MOTS CLÉS : ARCHI, Résilience, Stade de développement, États physiologiques.

Mieux connaître les noyers forestiers en Hauts-de-France

Plusieurs expérimentations sont menées en Hauts-de-France sur le noyer, sujet d'échanges avec le groupe national des feuillus précieux de l'IDF. Pour cette essence, l'état des lieux de la ressource réalisée par le CRPF Hauts-de-France, indique que les entretiens et élagages assureront une production de grumes de qualité, dans la majorité des plantations.

Noémi Havet, Martin Duhamel et Gilles Poulain, CNPF Hauts-de-France

L'étude a été réalisée en 2019 et 2020 à partir des informations connues ou recensées auprès des acteurs de la forêt privée pour l'essentiel. Sur la région des Hauts-de-France, l'objectif était d'effectuer une analyse aussi exhaustive que possible de l'état actuel de la ressource en noyers forestiers, de son ancienneté (plantations anciennes et récentes) ainsi que d'une évaluation des disponibilités quantitatives et qualitatives à moyen terme (2020 à 2060). Ce premier travail financé, grâce au Conseil régional des Hauts-de-France, constitue aujourd'hui une base de travail. Il sera complété au fil du temps, notamment par des observations visant à évaluer d'éventuels aspects sanitaires, d'adaptation aux changements climatiques, voire d'évolution de la croissance, ainsi que des conditions d'accès à la ressource.

Au niveau méthodologique, la première partie a été consacrée à la récolte des

informations disponibles au sein d'une première base de données (BDD) alimentée « à dire d'expert » ou pour l'essentiel à partir des outils CNPF : bases de données Ilex (placettes d'expérimentations) et Merlin (documents de gestion durable). Un travail de classification et de vérification des données a été effectué à partir de cette première base de données.

À l'issue du tri, deux bases de données effectives sont ainsi constituées :

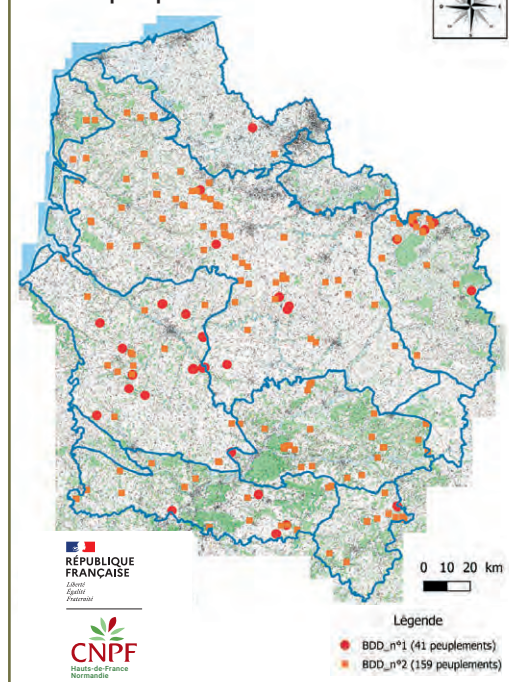
- la première regroupe les sites sur lesquels les caractéristiques de 41 peuplements étaient clairement identifiées ;
- une seconde contient des informations jugées insuffisantes sur 159 peuplements mais qui méritent quand même d'être archivées pour le futur.

À noter également l'abandon de certains peuplements (48), faute d'informations fiables et notamment de localisation précise.

Tableau 1 - État des lieux des données récoltées avec le tri des peuplements selon les informations disponibles

	Nombre de peuplement	Couche cartographique	Coordonnées GPS	Surface du peuplement	Année de plantation	Structure du peuplement	Composition du peuplement	Aspect qualitatif
BDD n°1	41	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BDD n°2	159	✓	✓	Incomplet	Incomplet	Incomplet	Incomplet	Incomplet
BDD n°3	48	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Figure 1 - Localisation des peuplements recensés



Gilles Poulain © CNPF



Exemple d'une noyeraie composée d'arbres hybrides élagués tels que l'on trouve fréquemment en région Hauts-de-France.

Tableau 2 - Répartition des peuplements étudiés en fonction de la hauteur de bille élaguée des noyers

Hauteurs de bille élaguée	0 m	2 m	4 m	6 m	6 m et +	Total
Nombre	7	6	12	10	6	41
Pourcentage	17 %	15 %	29 %	24 %	15 %	100 %

Pour les deux premières bases de données, un couplage avec une couche cartographique (SIG) a pu être réalisé grâce aux coordonnées GPS vérifiées sur le terrain ou issues des cartes de peuplements des documents de gestion durable ou des images aériennes et satellitaires.

L'analyse géographique de la localisation des peuplements a été menée sur les deux premières bases de données et on aboutit à un total de 200 peuplements. Elle montre sans surprise que la ressource a généralement été implantée sur des situations topographiques favorables de vallon, vallée large et de plaine ou plateaux fertiles.

Il ne se dessine pas de « bassin de production » en tant que tel, mais plutôt une répartition assez homogène sur le territoire liée à la géologie et au climat mais aussi à l'intérêt suscité par l'essence. Largement conseillés depuis une trentaine d'années, les noyers hybrides (croisement de noyer commun et de noyer noir) constituent plus du tiers de la ressource (34 %) devant le noyer noir d'Amérique (24 %), les noyers en mélange avec d'autres feuillus (22 %) et le noyer commun (17 %). Les 3 % restants sont des noyers plantés en mélange.

La surface moyenne des peuplements est de **0,90 hectare**, mettant en relief l'atomisation et la rareté de la ressource.

L'âge moyen des peuplements issus de plantations est de **22 ans**. Les plus anciennes plantations datent de 1979 et les plus récentes de 2019. Cette ressource, relativement jeune, présente logiquement une structure de type perchis, petit bois (PB) et bois moyen (BM).

Les peuplements de Gros Bois (GB) et de Très Gros Bois (TGB) sont pour l'instant absents. L'aspect qualitatif de la ressource a quant à lui été étudié sur les 41 peuplements de la première base de données. Pour qualifier celle-ci, c'est la hauteur de bille élaguée qui a été retenue. Pour rappel les diamètres des différentes catégories de bois sont les suivants :

$17,5 \leq \text{PB} < 27,5 \text{ cm}$, $27,5 \leq \text{BM} < 47,5 \text{ cm}$, $47,5 \leq \text{GB} < 67,5 \text{ cm}$ et $\text{TGB} \geq 67,5 \text{ cm}$.

(Voir tableau 2 ci-dessus) :

- Les 17 % de peuplements non encore parcourus en élagage concernent, à la date de l'étude, les plus jeunes noyeraies, encore celles au stade des premiers entretiens (dégagement, taille).
- La hauteur minimale de bille acquise de 4 mètres et plus permettant les valorisations optimales est atteinte pour 68 % des

peuplements, voire un peu plus pour ceux dont l'élitage se situe entre 3 et 4 mètres.

Ce résultat intéressant montre le dynamisme et la perception particulière des sylviculteurs de noyers souvent proches de la recherche d'une culture d'arbres diversifiés, en petit nombre et de qualité.

La projection – qui reste théorique – de la disponibilité de la ressource, a également été étudiée sur ces 41 peuplements à court terme (2020-2039) et à moyen terme (2040-2059). Elle diffère selon les noyeraies compte tenu de l'étendue relative des catégories de diamètre de chaque structure (Perches-Petits Bois -Bois Moyen) et de l'analyse des accroissements pour un certain nombre de placettes régulièrement mesurées.

L'accroissement en circonférence retenu pour estimer l'année prévisionnelle de récolte varie en moyenne à partir du stade PB de 2,5 à 3 cm/an pour le noyer noir d'Amérique, souvent introduit en enrichissement forestier ou en mélange, à 3,5 à 4 cm/an pour les noyers hybrides majoritairement installés à plus faible densité en milieu plus ouvert (boisement de terres agricoles). Ces accroissements sont issus de nos placettes d'expérimentation mesurées et d'un premier travail de synthèse technique réalisé pour cette essence en région.

Selon la croissance, sujette à de nombreux facteurs et rarement linéaire, on peut estimer que le passage d'une catégorie de diamètre à l'autre (PB-BM-GB-TGB) mettra de 10 à 20 ans, en moyenne 15 ans, dans le cas d'une sylviculture mettant en œuvre des éclaircies régulières, pour produire des bois de diamètre 50-60 cm voire plus en 45-70 ans.

Dans le cas d'un objectif de production finale de très gros bois de haute valeur ajoutée (en faible densité à l'hectare), la date de récolte prévisible devrait s'allonger un peu. Ce marché, dont l'offre est actuellement inexistante en région, semble aujourd'hui répondre à la demande des acheteurs spécialisés.

En guise de conclusion, l'étude menée, sur un échantillon limité et non exhaustif, donne un aperçu de la qualité actuelle et prévisionnelle de la ressource en croissance de noyers en région Hauts-de-France. Les paramètres de l'arbre objectif définis par les acheteurs sont une bille de pied courte avec de la qualité, un diamètre adéquat et une couleur plutôt foncée¹. Cette tendance probablement durable doit inciter les acteurs régionaux à poursuivre l'effort pour promouvoir et diversifier les noyers que ce soit par exemple en plantations d'enrichissement, après coupes rases ou partielles de frênaies mais également dans la conduite des peuplements notamment au stade des éclaircies régulières.

Il est en effet à craindre que :

- trop d'arbres bien menés conduisent à différer les éclaircies de PB. Couper en bois de chauffage des tiges en surnombre et élaguées à 4 mètres, voire davantage, est souvent psychologiquement délicat. C'est cependant absolument nécessaire pour l'avenir dans la mesure où ni les petits diamètres, ni les surbilles noueuses n'ont la faveur des acheteurs.
- sous l'effet du manque de débouché en bois d'œuvre pour la catégorie des BM, le dynamisme des éclaircies soit également ralenti ou stoppé au détriment de la vitalité des arbres, alors que la production de GB ou TGB, objectif visé en 45-70 ans, impose de faibles densités finales permettant en outre la structuration et la diversification des peuplements.

Dans le cadre de la mission de formation-vulgarisation du CRPF, la poursuite d'une communication ciblée et de réunions d'information sur les noyers apparaît, en ce sens, pertinente. ■

¹ Pour être en mesure d'être valorisés pour le tranchage ou l'ébénisterie, les bois de noyers ne doivent présenter aucun défaut. Ceci est possible et « maîtrisable » avec une densité faible et une petite hauteur de bille acquise. On peut rechercher un élagage naturel avec une densité plus importante et une plus grande hauteur de bille mais cet élagage sera incomplet et de qualité insuffisante pour permettre une valorisation optimale.

Résumé

Une étude prospective sur l'état actuel de la ressource en noyers en Hauts-de-France permet d'estimer la disponibilité future dans les prochaines décennies. La plupart des propriétaires installent cette essence sur des surfaces limitées, et sont attentifs à leur qualité, car deux tiers des peuplements visités obtiennent la qualité de bille souhaitée. Fort de l'expérience acquise, le travail de vulgarisation sur cette essence sera poursuivi pour développer son implantation et intéresser les marchés spécifiques qui lui sont dédiés.

MOTS CLÉS : noyers, ressource, Hauts-de-France.

Les mésanges, auxiliaires naturelles de régulation de la processionnaire du chêne

Tess de Backer et Benjamin Cano, CNPF Hauts-de-France - Normandie
avec la collaboration de Sébastien Maillier, Picardie Nature

La processionnaire du chêne est en progression dans les régions Grand Est et Hauts-de-France. Parmi l'ensemble des oiseaux capables de consommer les chenilles de cette espèce, les mésanges bleues et charbonnières figurent en première place. Les mesures visant à faciliter leur reproduction favorisent la lutte biologique visant à contenir les effectifs de cet insecte.

Dans un contexte de changements climatiques de plus en plus prononcés et marqués par des hivers globalement plus doux chaque année (en France), les cycles des organismes vivants (animaux, végétaux ou fongiques) sont perturbés. Du côté des insectes, cela peut se traduire par des phases de pullulation importantes et répétées d'une année sur l'autre. C'est le cas de la Processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*), qui connaît une importante progression dans les régions Grand-Est et Hauts-de-France depuis plusieurs années. Encore localisés, les dégâts et problèmes sanitaires qu'elle provoque peuvent freiner la croissance des arbres et causer de sérieuses démangeaisons aux hommes et animaux qui passent ou travaillent à proximité.

Face à ces problématiques émergentes dans les chênaies du Nord de la France, il existe encore peu de documentation sur la dynamique et les moyens de régulation de *T. processionea*. Quelques travaux de recherche et des projets de lutte fleurissent dans les autres régions impactées (Île-de-France, Grand-Est, région PACA) mais les principales parutions sur les méthodes de régulation ont plutôt pour objet la Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), bien plus documen-

tée en raison de sa forte présence dans les pinèdes maritimes du Sud-Ouest.

Le contexte forestier, de par ses caractéristiques et la gestion durable qui l'accompagne, se prête particulièrement bien à la méthode dite de **lutte biologique**. Son principe repose sur un processus écologique courant : la prédation d'êtres vivants par d'autres êtres vivants. Cette méthode consiste à favoriser (voire introduire) des organismes qui vont consommer les espèces dommageables ou limitantes pour la production végétale, la croissance des arbres, la qualité des fruits, etc. L'objectif de la lutte biologique est bien de réguler la population d'une espèce considérée comme ravageuse et non de l'éradiquer. Les forêts constituant de véritables réservoirs de biodiversité, ils se composent naturellement d'**auxiliaires de lutte*** pouvant aider propriétaires et gestionnaires dans la régulation de la chenille processionnaire. Plus particulièrement dans ce cadre, le premier rôle est attribué aux oiseaux pour leur consommation connue d'insectes durant la belle période, notamment les chenilles défoliatrices. Les chauves-souris, dont le rôle est plus difficile à appréhender (leur étude requiert du matériel spécialisé) sont quant à elles consommatrices de papillons au stade adulte, limitant ainsi le nombre de pontes et donc de chenilles potentielles.

La plasticité écologique de la mésange bleue lui permet d'occuper un nombre assez diversifié de milieux : bosquets, ripisylves, haies bocagères, jardins.



© Eric Penet

La mésange bleue

La mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*) est un passereau forestier. Son poids est habituellement compris entre 9 et 12 g pour une envergure de 12 à 14 cm. Son espérance de vie peut atteindre une quinzaine d'années et son optimum écologique se situe en forêt de feuillus. Sa densité peut y atteindre 2,5 couples à l'hectare. On la trouve également en forêt mixte mais avec une densité moindre. Sa plasticité écologique lui permet d'occuper un certain nombre de milieux : bosquets, ripisylves, haies arborées du bocage, parcs, vergers et jardins. Petit oiseau vif et agile, la mésange bleue est essentiellement insectivore et se nourrit dans les houppiers. Les chenilles de lépidoptères constituent une grande part dans son régime, surtout au moment de l'élevage des jeunes. En saison inter-nuptiale, l'espèce varie son régime alimentaire en consommant des graines et des fruits.

La mésange bleue se reproduit d'avril à juillet. C'est un nicheur cavernicole, c'est-à-dire que les petits sont élevés dans une cavité naturelle ou artificielle dans les arbres. L'entrée de la cavité doit être suffisamment restreinte pour éviter toute concurrence avec des espèces de plus grande taille comme la mésange charbonnière. Les cavités arboricoles constituent des nids privilégiés, mais la mésange bleue peut aussi occuper des cavités rupestres (falaises), des trous dans des murs ou des fronts de taille dans des carrières. Espèce anthropophile (i.e. qui vit souvent dans les lieux fréquentés par l'Homme), elle est également capable d'utiliser des infrastructures humaines pour installer son nid (tuyaux, poteaux creux ou encore agglomérés en ciment). Les nichoirs artificiels sont particulièrement appréciés, dans la mesure où ils sont installés hors de portée des prédateurs de couvées ou nichées (écureuils).

Le nid est fait de mousse, d'herbes sèches et d'autres éléments végétaux. Sa coupe est garnie de poils d'animaux. La ponte compte de 9 à 13 œufs dont l'incubation n'excède pas 15 jours. Seule la femelle couve, le mâle s'occupant du ravitaillement. Les jeunes sont nourris par le couple. Leur envol se produit à l'âge de 19-20 jours mais l'émancipation totale n'intervient qu'au bout de 4 semaines. Une seconde ponte a souvent lieu en fin du printemps.



© Eric Penet

La mésange charbonnière

Légèrement plus lourde que la mésange bleue, la mésange charbonnière fait 23 à 26 cm d'envergure pour un poids de 16 à 21 g. Elle peut vivre jusqu'à 15 ans. C'est un oiseau forestier capable de fréquenter de nombreux biotopes, mais avec une préférence pour les forêts de feuillus. En Europe, sa préférence va à la chênaie où sa densité peut dépasser 3 couples à l'hectare. La plasticité de son écologie lui permet d'occuper à peu près toutes sortes de milieux arborés, naturels ou artificiels (parcs et jardins, vergers, bocage, ripisylve, etc.). Son régime alimentaire est diversifié : à la belle saison, l'espèce est largement insectivore. Sa reproduction est par ailleurs conditionnée par la disponibilité en chenilles de lépidoptères avec lesquelles les jeunes sont majoritairement nourris. En période inter nuptiale, elle se tourne vers les nouvelles sources de nourriture qui se présentent, à savoir les fruits et les graines. La nidification est printanière, essentiellement d'avril à juin. Le nid est construit dans une cavité arboricole ou rupestre, toujours à l'abri des regards. Les nichoirs artificiels sont également très facilement occupés.

Le nid est fait de matériaux divers, feuilles, herbes et mousses, tandis que des poils et des plumes garnissent la coupe où seront déposés les œufs. Sa construction échoit à la femelle, ravitaillée par le mâle qui s'occupe surtout de la défense du territoire. Les mésanges ont une stratégie de reproduction basée sur une grande fécondité. Une femelle peut pondre jusqu'à 18 œufs par couvée, le plus souvent de 5 à 12. L'incubation dure 13 ou 14 jours. Le séjour au nid est d'environ 3 semaines mais l'émancipation totale des jeunes n'intervient qu'au bout de 6 semaines. Les secondes pontes sont communes.

Cet article complète l'état des lieux des connaissances existantes sur la Processionnaire du chêne et sur certains de ses régulateurs naturels, très communs en forêt : les mésanges. Des actions simples, présentées par la suite, peuvent être prises pour favoriser la présence de ces dernières dans un massif forestier. Le tout s'insère dans un projet initié par le CRPF Hauts-de-France en 2020 et appuyé par Picardie Nature. Il a pour objectifs de disposer de données régionales sur le sujet et de favoriser la biodiversité dans les forêts privées grâce à deux sites d'études mis en place en concertation avec des propriétaires volontaires. Ce projet n'a pas pour visée de démontrer que les mésanges constituent la solution unique et efficace pour éliminer les chenilles, mais bien de fournir une première base de réflexion sur l'étude de l'influence de ces oiseaux sur les populations de processionnaires. Les partenariats directs avec les propriétaires et les gestionnaires forestiers sont des moyens efficaces de

faire prendre conscience des enjeux de lutte biologique vis-à-vis de ces chenilles et de sensibiliser au rôle des oiseaux dans la gestion forestière.

Parmi l'ensemble des oiseaux capables de consommer des chenilles processionnaires, ce qui nécessite une certaine insensibilité aux poils urticants, les mésanges figurent en première place dans la littérature. À titre d'exemple pour la processionnaire du Pin, un seul couple de mésanges peut consommer jusqu'à 500 chenilles par jour pendant la période de nourrissage des jeunes (source ONF). Deux espèces se distinguent :

- la **mésange bleue** (*Cyanistes caeruleus*),
- la **mésange charbonnière** (*Parus major*).

Favoriser la présence de mésanges en forêt

Les mésanges bleues et charbonnières affectionnent les forêts de feuillus, en



© Fabien Berardi

Le grand calosome est lui aussi un consommateur de chenilles processionnaires.

Pas uniquement les mésanges

Les mésanges ne sont pas les seuls prédateurs de la Processionnaire du chêne. Certains mammifères comme les chiroptères et différents insectes sont friands de leurs larves ou de leurs papillons.

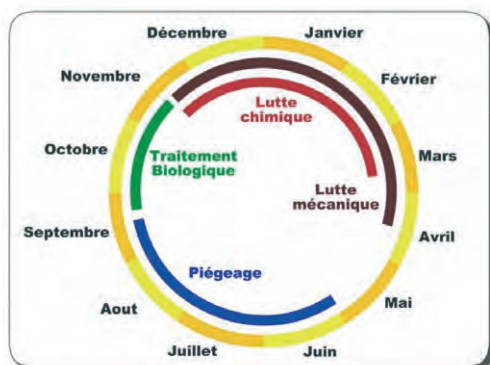
Les chauves-souris s'alimentent d'insectes volants, dont des papillons. Ainsi, INRAE a montré en 2015 que les activités des chiroptères et des papillons de la Processionnaire du pin étaient corrélées. Le renforcement observé de l'activité de prédation par les chauves-souris s'est traduit par une réduction du potentiel de reproduction des populations de cette processionnaire ce qui a conduit à une diminution significative des infestations l'année suivante. Il est donc démontré qu'en forêt tempérée les chiroptères assurent un service écosystémique de régulation des insectes ravageurs.

La préservation des habitats des chiroptères type arbres à cavités, bien qu'un lien entre la prédation des chiroptères et les niveaux de population de Processionnaires du chêne reste à démontrer, pourrait favoriser leur venue et ainsi compléter l'action des mésanges sur les chenilles.

Une autre alternative repose sur l'introduction de Grands calosomes (*Calosoma sycophanta*, photo ci-contre). Espèce prédatrice entomophage*, le Grand calosome est un coléoptère européen qui consomme de manière préférentielle des chenilles, y compris celles protégées par des poils urticants comme les processionnaires (cf. p. 60). *C. sycophanta* possède donc un rôle important de régulation dans l'écosystème forestier. Là encore, des données manquent à ce sujet mais le calosome représente un auxiliaire de lutte crédible. Le niveau des populations n'est pas connu de manière précise mais il a été observé cet été dans des parcelles forestières du sud de l'Aisne.

Enfin, divers insecticides biologiques ou des pièges à phéromones peuvent être utilisés pour réduire les populations de papillons et/ou de chenilles. Toutes ces méthodes sont complémentaires et, associées, peuvent permettre de lutter efficacement contre la processionnaire.

Chaque type de lutte s'utilise à une période précise de l'année, ce qui permet d'échelonner les actions dans le temps.



particulier les chênaies, et sont donc généralement présentes dans les massifs de nos régions. Elles occupent habituellement des cavités arboricoles comme des anciennes loges de Pics ou des cavités issues de branches cassées ou pourries. Ainsi, la préservation d'arbres à cavités et d'arbres sénescents répartis de façon homogène au sein des parcelles forestières permet d'accueillir naturellement des couples de mésanges dans le boisement. Néanmoins, dans les boisements jeunes proposant peu de cavités arboricoles, la pose de nichoirs peut inciter ces oiseaux à s'installer de manière permanente en attendant le vieillissement du peuplement et l'apparition de cavités naturelles. Laisser du bois mort et des arbres à microhabitats contribue à leur garantir une source de nourriture et des abris à toute période de l'année.

En cas d'installation de nichoirs, la pose doit se faire au début de l'automne (avant période de nidification) et de préférence à une hauteur supérieure à 1,80 m pour éviter la venue de prédateurs. Le trou d'entrée doit être orienté de façon à abriter la couvée des vents dominants et des rayons du soleil. Le bois est le meilleur matériau : le métal ou le plastique sont sujets aux surchauffes et à la condensation interne. La couleur des parois doit être neutre et le bois utilisé doit être de préférence naturellement résistant à l'humidité (mélèze, épicéa, pin, cèdre, chêne, robinier, etc.). L'épaisseur des parois doit au minimum être de 15 mm. Enfin, les nichoirs doivent être correctement fixés aux arbres et autres supports pour éviter leur déplacement voire leur chute à cause du vent ou de la pluie (utiliser du fil électrique gainé et des attaches métalliques). Une plaque de métal peut être ajoutée autour de l'ouverture pour éviter que pics et rongeurs agrandissent le trou, consomment la couvée et/ou s'installent dans le nichoir.

Différents modèles existent en fonction de l'espèce que l'on cherche à accueillir, leur composition en bois ou en béton-bois étant indifféremment occupés par les oiseaux.



La pose de nichoirs peut inciter ces oiseaux à s'installer avec un diamètre de trou d'entrée à respecter : de 25 à 28 mm pour les mésanges bleues et 30 à 32 mm pour les mésanges charbonnières.

© Eric Pénét

Ci-dessous un tableau présentant les caractéristiques des nichoirs à poser pour deux espèces (Mésange bleue et Mésange charbonnière) :

Caractéristiques/espèces	Mésange bleue	Mésange charbonnière
Diamètre trou d'entrée	25-28 mm	30-32 mm
Dimensions (H x L x l)	23 x 13 x 13 cm	23 x 14 x 14 cm

Un nettoyage annuel à l'automne est indispensable pour éviter le développement de maladies au sein des couvées et nichées futures. Il est donc pratique de disposer de nichoirs à toit ou parois amovibles. En forêt, il est conseillé de placer des nichoirs à raison d'une densité de 2 à 3 par hectare, pour respecter les territoires que s'attribuent les couples de mésanges lors de leur installation (espacer les nichoirs de 30 m minimum). Au-delà de cette limite, le même couple risque d'occuper plusieurs nichoirs. Si des arbres à microhabitats présentent des cavités propices aux couvées de mésanges dans les parcelles forestières (trous circulaires de petit diamètre), il est inutile de rajouter des nichoirs : les habitats naturels doivent être respectés et conservés tels quels. Dans le cas contraire, les nichoirs peuvent être posés sans restriction dans tout un massif forestier, de préférence près des points d'eau s'il en existe et éloignés des chemins pour garantir la tranquillité des oiseaux. Pour les ornithologues en herbe, de petites caméras peuvent être installées à l'intérieur ou à proximité pour suivre la nidification. Les mésanges ne sont pas des oiseaux farouches : avec un peu d'entraînement et une paire de jumelles on peut vite se faire une idée des espèces qui occupent la forêt.

Focus sur le projet « des mésanges en forêt » avec des propriétaires volontaires

En réponse à la demande de plusieurs propriétaires de lutter contre la processionnaire du chêne par des moyens écologiques, plusieurs sites d'études ont été mis en place dans les départements de l'Aisne (02) et de la Somme (80) :

- Dans l'Aisne, le CETEF a commandé des nichoirs pour les installer dans les forêts de propriétaires volontaires. L'une d'elle a été retenue pour mettre en place une étude plus poussée avec un protocole d'évaluation des niveaux de populations de chenilles processionnaires en plus du suivi des mésanges ;
- Dans la Somme, un deuxième site d'étude a été défini, avec le même protocole.

Pour les deux sites d'études, le protocole est le suivant : état des lieux des populations d'oiseaux au printemps (transects), comptage des nids de processionnaires et évaluation de la défoliation des chênes (placettes circulaires) en début d'été, pose de nichoirs en fin d'automne puis suivi annuel d'occupation des nichoirs, couplé au comptage des chenilles et à l'estimation de la défoliation des arbres. Deux types de parcelles ont été définies (surface comprise entre 1 et 2 ha) : des témoins sans nichoirs et des sites d'expérimentation avec nichoirs, possédant la même gestion et dont les peuplements sont les plus similaires possibles en termes de composition et de structure afin de limiter les biais d'observation. Les nichoirs ont été placés à 30 m les uns des autres afin de maximiser la présence des mésanges tout en respectant les limites territoriales attribuées à ces espèces en forêt.

La participation des propriétaires étant moteur dans ce projet, des réunions de vulgarisation et des journées de comptage seront proposées sur les différents sites d'études pour faire connaître la démarche auprès du plus grand nombre et

promouvoir le rôle des auxiliaires naturels tels que les oiseaux dans la gestion forestière.

Protocole de suivi des populations de processionnaires

L'objectif d'évaluer les niveaux de populations de chenilles a nécessité l'élaboration d'un protocole spécifique. Un échantillon de 20 chênes aléatoirement implantés dans chacune des modalités du dispositif expérimental, a fait l'objet de ces notations individuelles. Adaptées des protocoles existants du DSF, les grilles d'évaluation utilisées ont reposé sur deux approches complémentaires :

Évaluation de l'intensité de colonisation :

Pour chacun des arbres échantillons : comptage par observation directe (aux jumelles) du nombre de colonies de chenilles (sous forme de nids ou d'agréations, voire de processions de chenilles), selon une grille de catégories de calibres. Pour chaque catégorie de calibre, un score de 0 à 100 est attribué et se cumule lors du comptage pour aboutir à une note finale par arbre échantillon.

Évaluation de l'intensité des défoliations.

Notation des intensités de défoliations dans le houppier fonctionnel, selon les grilles habituelles du DSF (en classes de % de surface foliaire consommée).

Évaluation de l'état sanitaire global des arbres :

Des notes de déficit foliaire, mortalités de branches et de pertes de ramifications, sont également relevées sur chaque arbre, dans le but d'évaluer l'impact à plus long terme des défoliations (autre volet d'étude en perspective), mais surtout d'identifier d'éventuels facteurs exté-

rieurs susceptibles d'influencer ou biaiser les conclusions de l'étude. L'ensemble de ces données doit permettre au terme de l'étude, de comparer les niveaux de populations de chenilles dans les modalités avec et sans nichoirs. Cela doit permettre de percevoir et mesurer les gains que procure l'augmentation artificielle de la capacité d'accueil des mésanges.

Limites de l'étude

En contrepartie du fait que cette étude entre dans les domaines d'interactions écosystémiques, le sujet est très logiquement complexe à traiter et impose à la fois une certaine humilité, tant dans l'objectif, que les approches.

Par conséquent, la démarche a pris soin d'identifier les biais qu'il est nécessaire de prendre en compte de l'élaboration des protocoles jusqu'à la formulation des conclusions. Parmi les points de discussion les plus prévisibles, on peut citer :

- à partir d'une certaine densité de nichoirs, les capacités d'accueil des mésanges sont vite saturées (oiseaux assez territoriaux, compétitifs, qui contingentent assez fortement leurs niches spatiales),
- bien que la conception des nichoirs réponde à des cahiers de charges exigeants, cela ne garantit pas à 100% leur occupation par les espèces visées (mésanges),
- les populations de départ de mésanges peuvent être très variables d'un bout d'un massif (voire d'une parcelle) à l'autre,
- un nettoyage annuel des nichoirs est requis pour une installation des oiseaux plus rapide,
- les relevés d'occupation des nichoirs, peuvent perturber les oiseaux et compromettre l'expérience,
- les populations de chenilles processionnaires peuvent être soumises à de fortes fluctuations provoquées par d'autres facteurs indépendants de la prédation (exemple : un orage peut suffire à effondrer localement des populations de chenilles),
- les mésanges ne se nourrissent pas que de processionnaires et pourraient s'orienter vers d'autres ressources alimentaires (proies dont l'abondance doit donc être aussi caractérisée),

- indépendamment des mésanges, d'autres prédateurs se nourrissent aussi de chenilles durant des stades larvaires pouvant être différents (niches temporelles),

- certains prédateurs (chauve-souris par exemple) s'en prennent quant à eux aux papillons adultes. Leur pression de prédation durant les vols nuptiaux de l'année n-1 peut donc avoir un impact sur les populations de chenilles de l'année n,

- les phénomènes de gradation cycliques sont bien connus chez les processionnaires et en général temporaires. Gouvernés par tout un tas de facteurs (dont la prédation, mais aussi compétition avec d'autres défoliateurs, ou encore les aléas naturels), les mécanismes d'autorégulation provoquent bien souvent l'effondrement des populations de chenilles consécutivement à 1 voire 2 années de phases épidémiques,

- la période estivale durant laquelle le développement des chenilles se déroule, offre des ressources alimentaires abondantes qui se traduisent par des besoins probablement moins exigeants des oiseaux insectivores (contrairement aux chenilles processionnaires des pins qui représente une ressource alimentaire hivernale bien plus ciblée par les oiseaux).

L'étude prend donc soin d'avancer en tenant compte de l'ensemble de ces considérations, contrairement à bon nombre de publications dont la multiplication récente tend à croire que les mésanges représentent une solution « miracle ». Il est probable au contraire, qu'il faille enregistrer des niveaux de populations de mésanges très élevés pour commencer à percevoir un signal sur les populations de chenilles lors de phénomènes de gradation. Mais il faut surtout bien accepter qu'il est le plus souvent très difficile de discriminer dans l'éventuel effet constaté, la part jouée par la prédation des mésanges de celle jouée par d'autres causalités diverses qui pourraient avoir un impact. Objectiver une question d'actualité, d'enjeu important, dans un contexte où le sujet souffre de désinformation et de confusion, est un objectif de l'étude qui prend alors tout son sens !

Biologie de la chenille processionnaire du chêne



Alain Csakvary © CNPF

La Processionnaire du chêne, à distinguer déjà de celle du pin, fait fréquemment l'objet de confusions avec les nombreuses autres espèces de chenilles soyeuses susceptibles de se côtoyer en forêt.



Pour éviter les démangeaisons :

EN FORÊT ET EN PARTICULIER EN CAS DE PULLULATIONS CONNUES DANS LES PARCELLES

- Éviter de fréquenter les massifs forestiers fortement colonisés, particulièrement lors de fortes chaleurs ou si la météo est venteuse (par temps humide, les poils urticants sont moins volatiles et le risque est minimisé) ;
- En voiture : circuler vitres fermées et sur ventilation d'air recyclé ;
- À pied : éviter d'entrer en contact ou de déranger les chenilles. Éviter aussi le contact avec les nids (qu'ils soient habités ou non). Mettre des vêtements à manches longues (si possible à col car la nuque est particulièrement exposée comme les zones du corps sujettes aux frottements avec les vêtements), un pantalon et des chaussures montantes ;
- Après une visite en forêt colonisée, laver les vêtements exposés à des températures supérieures à 40° C de façon à neutraliser la protéine urticante.
- En cas de réaction allergique violente (œdème, difficultés respiratoires, inflammations...), consulter immédiatement un médecin qui orientera la plupart du temps le traitement vers des antihistaminiques.

La Processionnaire du chêne (*Thaumetopoea processionea*) est un Lépidoptère spécifique des chênes (*Quercus* sp.). Cet insecte indigène est présent en Europe de l'ouest et plus particulièrement dans les régions du Nord-Est de la France. Son cycle de vie se décline en trois phases successives : une phase adulte (papillons), une phase larvaire (six stades de chenilles différenciées de L1 à L6) et une phase nymphale (transformation des chenilles en chrysalides, cf. figure). Les chenilles Processionnaires sont caractérisées par un comportement très grégaire et ont la particularité de se déplacer en « processions » dès les premiers stades. Alors que le papillon adulte a plutôt une apparence banale, le distinguant difficilement d'autres espèces nocturnes, les chenilles sont plus caractéristiques. Mais c'est leur comportement grégaire qui permet le plus souvent de les identifier. Néanmoins, la processionnaire du chêne, à distinguer déjà de celle du pin, fait très fréquemment l'objet de confusions avec les nombreuses autres espèces de chenilles soyeuses susceptibles de se côtoyer dans les forêts, pour la plupart non-urticantes d'ailleurs. Le diagnostic par un correspondant-observateur du DSF est alors vivement recommandé. Les chenilles se nourrissent du feuillage de leur arbre-hôte, se regroupant en colonies sur les troncs et charpentières des chênes au fur et à mesure du développement des stades larvaires, jusqu'à la **nymphose**.*

Les risques liés à la processionnaire

La Processionnaire du chêne peut occasionner de véritables problèmes d'ordre sanitaire sur les arbres, les êtres humains et les autres animaux.

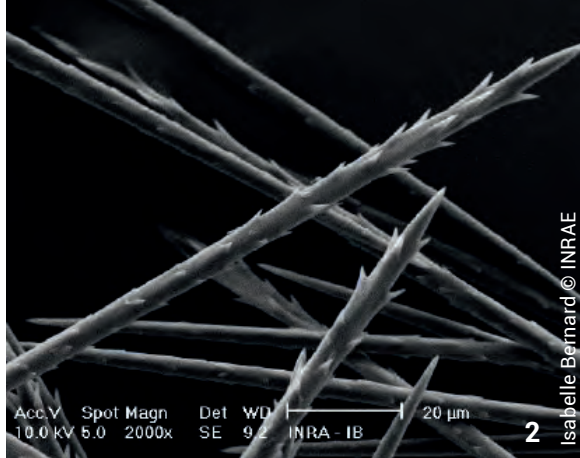
• Arbres

Les chenilles peuvent provoquer d'importantes défoliations sur les chênes



Jean-Claude Martin © INRAE

1



Isabelle Bernard © INRAE

2

(jeunes et adultes), ce qui entraîne un ralentissement de leur croissance car la photosynthèse n'est plus optimale. Ces défoliations, même totales, **ne provoquent pas directement la mort des arbres**, mais ces derniers deviennent plus sensibles aux aléas abiotiques et biotiques : stress hydriques, attaques d'autres parasites et/ou pathogènes, etc.

• Êtres humains et animaux

À partir du stade L3 de la phase larvaire, les chenilles libèrent dans l'air des **poils urticants très allergènes** pouvant provoquer des atteintes cutanées (démangeaisons, œdèmes), oculaires (glaucome, cataracte) ou encore des atteintes respiratoires (crise d'asthme). Ces poils urticants microscopiques, à ne pas confondre avec les soies sensibles bien visibles, sont expulsés par les chenilles lorsqu'elles sont inquiétées. Ils sont ensuite disséminés par le vent. Les reliquats de nids de nymphose*, accrochés sur les grosses branches et les troncs, en sont remplis ce qui conserve leur potentiel d'urtication même au cours de l'hiver et pendant plusieurs années. La protéine (Thaumétopoéine) que les poils libèrent une fois fichés et brisés dans les tissus et muqueuses, déclenche une réaction allergique parfois violente chez certaines personnes. Cette molécule et les anticorps que l'organisme synthétise à son contact, conjuguent leurs effets et catalysent un phénomène auto-immun. La sensibilité aux envenimations grandit par conséquent au gré des expositions à la processionnaire, que notre corps garde en mémoire tout au long de notre vie. Cela explique que les réactions d'hypersensibilité sont souvent rapportées chez les personnes fréquemment en contact avec les chenilles, comme les professionnels de la forêt (Vega *et al.*, 2004). ■

LEXIQUE :

Auxiliaires de lutte :

« alliés » naturels, organismes qui, par leur mode de vie, leur développement et/ou leur alimentation aident à la régulation de populations de certaines espèces/ravageurs de cultures ou d'autres systèmes de production végétale.

Entomophage :

qui consomme des insectes.

Nymphose :

(état de nymphose) transformation d'un insecte en nymphe ; période à laquelle s'opère cette transformation.

1. Les chenilles Processionnaires sont caractérisées par un comportement très grégaire et ont la particularité de se déplacer en « processions » dès les premiers stades (ici stade L3).

2. À partir du stade L3 de la phase larvaire, les chenilles libèrent dans l'air des poils urticants très allergènes pouvant provoquer des atteintes cutanées.

Résumé

Les évolutions du climat favorisent la pullulation de certains insectes. C'est le cas de la processionnaire du Chêne, désormais plus fréquemment rencontrée dans les régions Grand Est et Hauts-de-France. À côté de leur nuisance liée à leur appétit pour la feuille de chêne, les chenilles de cette espèce libèrent dans l'air des poils urticants très allergènes pouvant provoquer chez l'homme des atteintes cutanées, oculaires ou respiratoires. Les mésanges ne sont pas sujettes à ces pathologies et qui plus est se nourrissent volontiers des chenilles de ce papillon en contribuant par là même à sa régulation. Le fait de favoriser la présence d'arbres sénescents ou d'installer des nichoirs adaptés dans les jeunes peuplements favorise la nidification de ces passereaux et réduit d'autant le nombre de chenilles. Un seul couple de mésanges peut consommer jusqu'à 500 chenilles par jour pendant la période de nourrissage des jeunes !

MOTS CLÉS : Lutte biologique, Processionnaire du Chêne, Mésange bleue, Mésange charbonnière.

Remerciements à

Jean-Charles BOUVIER (INRAE Avignon) et Alexis DUCOUSSO (INRAE Bordeaux) pour leurs conseils sur les modalités de pose des nichoirs et les protocoles de suivi des mésanges.

Entre écologistes et forestiers : une querelle d'éthiques ?

David Provost, CNPF Nouvelle-Aquitaine

Depuis quelques années, de nombreuses voix s'élèvent contre certaines pratiques sylvicoles, telles que les coupes rases ou le remplacement de feuillus autochtones par des essences résineuses. Bien que ces observations soient parfois justifiées par des arguments rationnels (volonté de protection des sols forestiers ou de préservation d'un paysage), de nombreuses critiques s'appuient sur des arguments issus de l'éthique environnementale, qui constitue le socle idéologique des militants écologistes. Pour mieux les comprendre, cet article va présenter les deux principales éthiques environnementales, montrer en quoi elles sont difficilement compatibles avec la gestion des forêts, puis proposer une approche pathocentrée¹ de l'éthique, plus rationnelle et plus compatible avec notre profession.

1 Le pathocentrisme est la philosophie qui donne une valeur supérieure aux êtres vivants doués de sensibilité.

2 L'écologie profonde (deep ecology) prône un basculement vers un nouveau paradigme dans le rapport des sociétés à leurs environnements, en opposition avec le modèle dominant

3 Holmes Rolston III, Concerning Natural Value, 1994.

Qu'est-ce que l'éthique environnementale ?

C'est à partir des années 1970 que l'éthique environnementale a été théorisée dans les milieux universitaires, en réaction à la prédominance de l'éthique anthropocentrée selon laquelle toute action doit être évaluée uniquement du point de vue des humains. Pour les penseurs de l'écologie, l'éthique anthropocentrée est incomplète ; il faut donc aller au-delà en accordant à la « nature » (ou à ses composantes) une valeur morale. En éthique environnementale, il existe ainsi deux grandes approches qui rejettent l'anthropocentrisme : le biocentrisme et l'écocentrisme.

Le **biocentrisme**, que l'on associe souvent à la *deep ecology*², stipule que chaque être vivant est une fin en soi, car ils cherchent tous à se maintenir en vie sans autre but que cette existence elle-même. Selon Holmes Rolston, un des pionniers du biocentrisme, il existerait un « vouloir-vivre » universel qui incite au respect³. Autrement dit, chaque être vivant posséderait une valeur morale intrinsèque. Par conséquent, couper un arbre poserait un problème moral en soi, puisque cela irait à l'encontre de son vouloir-vivre.

Le biocentrisme est donc une éthique basée sur la notion de vivant. Or cette conception de la morale se heurte à des difficultés évidentes. D'une part, pour les biologistes, la définition du vivant est loin d'être consensuelle. En effet, il est difficile de définir des propriétés fondamentales qui soient à la fois nécessaires et suffisantes pour qualifier un individu de vivant. Par exemple, selon les critères retenus, certains biologistes considèrent que les virus sont des êtres vivants tandis que d'autres affirmeront qu'il ne s'agit que de machines moléculaires. Il est donc délicat de définir une éthique à partir d'un concept mal défini. D'autre part, le biocentrisme se heurte aussitôt au problème de la hiérarchie des individus. Si la vie est le seul critère de discrimination pertinent, cela impliquerait que la vie d'une pousse de chêne ou d'un champignon aurait autant de valeur que la vie d'un être humain, ce qui est plutôt contre-intuitif, même pour les penseurs écologistes.

L'autre approche principale proposée par les éthiciens environnementalistes, et qui est particulièrement en vogue aujourd'hui dans les mouvements écologistes, est

l'écocentrisme, popularisé au début du XX^e siècle par le forestier américain Aldo Leopold. Contrairement au biocentrisme, qui est une éthique basée sur le vivant, l'écocentrisme est une éthique holiste⁴ qui va au-delà de la simple considération pour ce qui est vivant, et qui repose sur la notion de communauté biotique ou d'écosystème. En d'autres termes, les écocentristes refusent d'accorder une valeur intrinsèque aux êtres vivants (Leopold a d'ailleurs pratiqué la chasse et la pêche durant toute sa vie), mais accordent une valeur à l'ensemble des êtres vivants qui vivent en interdépendance dans une même région ainsi qu'à l'environnement dans lequel ils vivent.

Leopold résumait ainsi sa conception de la morale : « *Une chose est juste lorsqu'elle tend à préserver l'intégrité, la stabilité et la beauté de la communauté biotique. Elle est injuste lorsqu'elle tend à l'inverse*⁵ ». Nul doute que, s'il avait vécu de nos jours, Leopold aurait été un fervent opposant aux coupes rases !

Hélas, cette conception que Leopold avait des écosystèmes, qui repose sur leur intégrité et leur stabilité, est particulièrement datée, puisqu'elle est basée sur une vision occidentale largement fantasmée d'un soi-disant « *équilibre idéal de la nature* ». Au contraire, les récents développements en écologie scientifique ont montré que les équilibres écosystémiques n'étaient que des moments rares et précaires au sein de dynamiques naturelles où les perturbations prédominent largement. Cette notion d'équilibre de la nature est aujourd'hui largement rejetée par les écologues⁶. Les environnementalistes ont donc été amenés à actualiser la formule de Leopold et affirment désormais : « *Une chose est juste lorsqu'elle ne tend à perturber la communauté biotique qu'à des échelles temporelles et spatiales normales. Elle est injuste lorsqu'elle tend à l'inverse*⁷ ». Reste la difficulté à définir ce qu'est une échelle temporelle ou spatiale normale, toute proposition de définition semblant bien arbitraire...

En accordant une valeur intrinsèque aux êtres vivants ou à l'intégrité des écosys-

tèmes, l'éthique environnementale s'oppose donc assez frontalement à un interventionnisme au sein des écosystèmes forestiers.

Pour un biocentrisme, couper un arbre qui posséderait un « vouloir-vivre » apparaît comme un acte immoral, de même que, pour un écocentrisme, il n'est pas acceptable de porter atteinte à l'intégrité et à la beauté d'une forêt en réalisant une éclaircie trop forte ou en introduisant des essences non autochtones.

Bien sûr, rares sont les écologistes se revendiquant exclusivement d'un courant environnementaliste particulier. Bien souvent, une même personne sera à la fois sensible, dans des proportions différentes, aux approches biocentrisme, écocentrisme et anthropocentrisme, c'est-à-dire qu'elle pourra privilégier à différents niveaux les intérêts des humains malgré une sensibilité écologiste. Mais il est certain que de nombreuses critiques envers la gestion forestière actuelle s'appuient clairement, consciemment ou non, sur une éthique environnementale.

■ Vers une approche pathocentrée ?

Au sein de la société actuelle, il devient de plus en plus évident que l'anthropocentrisme pose un certain nombre de problèmes éthiques, à commencer par le manque de considération morale envers les animaux non-humains. Par exemple, il nous paraît évident qu'il est immoral de tronçonner un chien comme on tronçonnerait un arbre. Dès lors, sur la base de quelle éthique pourrions-nous accorder une valeur morale aux animaux, tout en n'accordant pas de valeur morale à un arbre ? De nombreux éthiciens défendent aujourd'hui une position pathocentrée, à savoir une position où il ne faudrait accorder une considération morale qu'aux individus sentients, c'est-à-dire capables d'expériences plaisantes ou déplaisantes⁸. Selon le philosophe François Jaquet et ses collègues, nous aurions ainsi des devoirs moraux envers les vertébrés et certains autres animaux, mais nous

4 Qui considère le « tout », l'ensemble d'un système, plutôt que ses composantes.

5 Aldo Leopold, *Almanach d'un comté des sables*, Aubier, 1995, p. 283.

6 Daniel Simberloff, « The "Balance of Nature" - Evolution of a Panchreston », *PLOS Biology*, 12 (10), 2014.

7 John Baird Callicott, *Beyond the Land Ethic: More Essays in Environmental Philosophy*, 1999, p. 138.

8 Il est important de différencier la sentience de la conscience. La conscience englobe différents aspects de l'esprit (l'intelligence, la conscience de soi, l'intentionnalité...), tandis que la sentience désigne seulement la capacité d'un individu à vivre des expériences subjectives.

9 François Jaquet, Martin Gibert et Valéry Giroux, « Animaux, végétaux, robots : envers qui avons-nous des devoirs moraux ? », The Conversation, 2021.

10 Lincoln Taiz et al., « Plants neither possess nor require consciousness », Trends in Plant Science, 24 (8), 2019.

11 Désigne l'ensemble des caractères morphologiques, anatomiques et physiologiques d'un organisme, résultat de l'expression de son génome et de l'action des facteurs du milieu.

12 Peter Wohlleben, *La Vie secrète des arbres*, Éd. Les Arènes, 2017.

n'aurions aucun devoir moral envers les plantes et les écosystèmes, puisque ces derniers ne sont pas capables d'éprouver du bien-être ou de la douleur⁹.

Pourtant, bien qu'il y ait un consensus chez les biologistes à propos de l'absence de sentience chez les végétaux¹⁰, de nombreuses personnes sont persuadées que ces derniers sont capables de souffrir et qu'ils possèdent également une conscience. Pour défendre cette hypothèse, on mentionne souvent le cas de l'acacia et des koudous, une espèce d'antilope d'Afrique du Sud. Les koudous se nourrissent d'acacias, qui en réponse à leurs agresseurs augmentent en quelques minutes leur concentration en tanin, ce qui les rend non comestibles. En outre, les acacias broutés sécrètent de l'éthylène qui provoque une augmentation du tanin dans les arbres environnants. Il n'en faut pas plus pour que d'aucuns en déduisent que les acacias sont conscients de leur agression, ressentent une forme de douleur et décident de riposter en empoisonnant les koudous et en avertissant les autres arbres dans les parages du danger. Or cette conclusion est bien trop hâtive pour deux raisons principales.

D'une part, l'hypothèse d'une souffrance végétale n'est absolument pas nécessaire pour expliquer le comportement des acacias. Du point de vue de la théorie de l'évolution, il est très aisé d'expliquer comment ces mécanismes sont apparus. Suite à des mutations génétiques aléatoires, certains acacias ont acquis la capacité de produire du tanin au contact de la salive des koudous, et ce nouveau trait phénotypique¹¹ a été conservé puisqu'il représentait un avantage évolutif conséquent. D'autre part, contrairement aux animaux, les végétaux ne possèdent aucun système nerveux central qui pourrait

appuyer l'hypothèse d'une souffrance végétale. Devant l'absence de preuves d'une souffrance végétale, et l'absence de raisons d'y croire, il est raisonnable de considérer les végétaux comme des êtres non sentients, envers lesquels nous n'avons aucun devoir moral.

Malgré cela, un célèbre forestier s'appuie sur l'hypothèse de la souffrance des arbres pour critiquer certaines pratiques de gestion forestière. Il s'agit de Peter Wohlleben, auteur du livre à succès *La Vie secrète des arbres*¹², largement décrié par la communauté scientifique pour son anthropomorphisme. Il affirme notamment dans son ouvrage que « *la plantule du chêne engloutie par un cerf souffre et meurt, comme souffre et meurt le sanglier égorgé par un loup* », ou encore « *quand on sait qu'un arbre est sensible à la douleur et a une mémoire, et que des parents-arbres vivent avec leurs enfants, on ne peut plus les abattre sans réfléchir [...] nous devons traiter les arbres comme nous traitons les animaux, en leur évitant des souffrances inutiles* ». Son livre a été vendu à plus d'un million d'exemplaires dans le monde, dont 250 000 en France, et a ensuite fait l'objet d'un documentaire sorti au cinéma. Nul doute que son œuvre a eu une influence non négligeable sur la vision qu'a aujourd'hui une partie de l'opinion publique sur les forestiers. Mais il est temps que cette dernière comprenne les erreurs de Wohlleben, parfaitement décryptées par Mériem Fournier dans *Forêt-Entreprise* (n° 243 pages 7 à 15).

Un débat difficile mais nécessaire

Dans le contexte actuel d'hostilité envers les forestiers et de reportages à charge envers notre profession, il semble nécessaire d'aborder ces questions relatives à l'éthique. En tant que professionnels de la forêt, nous devons être capables de répondre à nos interlocuteurs lorsque nous sommes interpellés à propos de l'immoralité de couper un arbre ou de réaliser une coupe rase, d'autant plus dans le contexte actuel d'adaptation au changement climatique. Nul doute que ces sujets vont prendre de plus en plus d'ampleur dans les années qui viennent et que le débat ne fait que commencer ! ■

En savoir +

Pour élargir le débat relatif à cette thématique, il est possible de visionner sur internet [youtube.com/watch?v=LXioj2r_Olo](https://www.youtube.com/watch?v=LXioj2r_Olo) l'intégralité d'une conférence organisée dans le cadre de « L'estive », la Scène nationale de Foix et de l'Ariège. Intervenants : Gaëtan du Bus de Warnaffe, ingénieur forestier indépendant dans l'Aude et le philosophe Baptiste Morizot.

Hêtraie-sapinière dans le Sancy

UNE PHOTO À L'HONNEUR



Auteur : Sylvain Gaudin



Ingénieur forestier au CRPF du Grand Est (stations forestières, changement climatique et expérimentation).

Je photographie différents sujets en relation avec la forêt et les milieux naturels. Macrophotographie (botanique, insectes, champignons...), paysages, arbres, peuplements et activités forestières. J'essaye d'avoir une approche à la fois technique et esthétique.

Je voulais avec cette photo prise au téléobjectif dans le Puy-de-Dôme montrer la rudesse des conditions automnales. Une sous-exposition permet de garder la texture des nuages. L'automne aide à différencier les essences et à montrer le mélange. L'ambiance lumineuse illustre bien la notion de versant froid (ubac).

EN VENTE À L'INSTITUT POUR LE DÉVELOPPEMENT FORESTIER

BOIS DE MUSIQUE

La forêt berceau de l'harmonie

2^e édition revue et mise à jour

Jean-Marie Ballu

Le bois a non seulement permis la construction de la plupart de nos instruments de musique, mais au-delà il a façonné notre art musical occidental depuis le Moyen Âge. Ce livre abondamment illustré, montre comment forestiers et luthiers concourent à la naissance d'un bel instrument qui se contemple autant qu'il s'écoute.

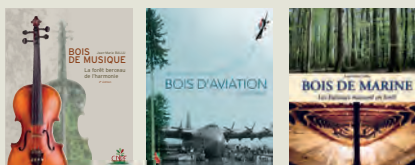
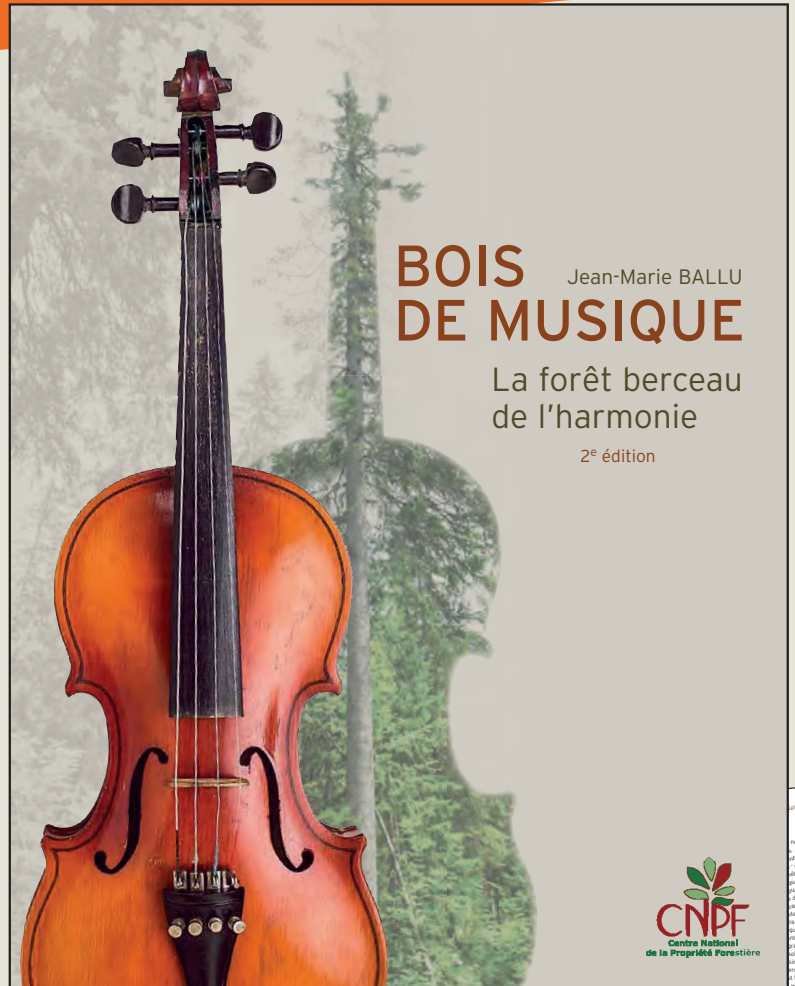
De l'histoire de la musique à la fabrique des instruments, en passant par les différentes espèces d'arbres et les particularités de leur bois, le lecteur découvrira ce lien intime entre forêt et musique, sans oublier les oeuvres musicales inspirées par la sylve. Un beau livre qui vient compléter la collection « Bois de », qui comprend déjà Bois de Marine et Bois d'aviation du même auteur.

192 pages, format 24 x 30 cm.

37 € + frais de port en sus

La collection complète « Bois de »
Bois de musique, 2^e éd. - Bois de Marine - Bois d'aviation

109 € + frais de port en sus




**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

Liberté
Égalité
Fraternité


CNPF

Envoi du catalogue sur simple demande

CNPF - IDF, 47 rue de Chaillot, 75116 Paris

Tél. : 01 47 20 68 39, courriel : idf-librairie@cnpf.fr

Commande en ligne sur www.foretpriveefrancaise.com

rubrique librairie > les publications de l'IDF