

9,50 €

n° 246

Mai - Juin
2019

FORÊT

entreprise

La revue technique des forestiers

Dossier :
Dépérissements,
décrire pour mieux agir

Europe
Recherche forestière

Santé des forêts
2018

Équilibre
forêt-gibier


CNPF
Institut pour le
Développement Forestier

STAGES IDF en 2019

L'IDF est référencé sur Datadock, la plateforme des organismes financeurs de la formation continue. Au-delà de ce référencement, la réponse aux critères définis est un véritable engagement vers une amélioration continue de la qualité de nos stages.

Nous espérons vous accueillir dans nos prochaines formations.



Gestion - Sylviculture

Module 1 : Bien préparer une plantation*	A. Depaix, ONF et J. Fiquepron IDF	Nancy (54)	15-17 oct. – 3 jrs
Module 2 : Bien choisir et planter des plants de qualité*	S. Girard, IDF	Peyrat-le-Château (87)	19-21 nov. – 3 jrs
Module 3 : Bien entretenir une plantation*	A. Depaix, ONF et J. Fiquepron IDF	Nancy (54)	25-27 juin – 3 jrs
Nouveau - Sylviculture de quelques essences qualifiées de précieuses	A. Depaix, ONF	Alsace	11-13 sept. – 2,5 jrs
Usage du guide pratique de l'équilibre forêt-gibier	P. Brossier, CRPF ; D. Pierrard, École de Belval et C. Launay, Domaine du Bois Landry	Champrond-en-Gâtine (28)	15-17 oct. – 2,5 jrs

* Parcours de formation « Réussir ses plantations forestières » co-organisation IDF-Inra-ONF

Diagnostic

Diagnostiquer le dépérissement du douglas avec la méthode Archi	G. Sajdak, IDF et M. Bolac, CRPF	Corrèze	19-20 juin – 2 jrs
Diagnostic des sols et applications forestières	T. Brusten, IDF et S. Gaudin, CRPF	Meuse ou Marne	17-20 sept. – 3 jrs
Autécologie : diagnostiquer une station dans un contexte de changement climatique	J. Lemaire, IDF	St Fortunat-sur-Eyrieux (07)	24-26 sept. – 2,5 jrs
Nouveau - Les enjeux de la santé des forêts	P. Riou-Nivert, IDF et F.-X. Saintonge, DSF	Orléans (45)	9-10 oct. – 2 jrs

Droit et fiscalité

La fiscalité en forêt : mode d'emploi	A. de Lauriston et S. Pillon, CRPF	Nancy (54)	21-22 mai – 2 jrs
Les projets carbone forestiers en pratique	S. Martel et O. Gleizes, IDF	Bergerac (24)	25-26 sept. – 2 jrs
Nouveau - Zonages environnementaux et gestion forestière : mode d'emploi	L. Depeige et P. Beaudesson, CNPF	Dijon (21)	5-6 nov. – 2 jrs
Chemins et voisinage : mode d'emploi	N. Rondeau, Forestiers privés de France	Paris (75)	13 nov. – 1 jr
Associations syndicales, ASGF et GIEEF : mode d'emploi	L. Depeige, CNPF et M. Gizard, avocat	Auzeville-Tolosane (31)	27-28 nov. – 2 jrs

Faune – Flore

Nouveau – Botanique : la nouvelle Flore des plaines et collines	T. Brusten, IDF et C. Bach, CRPF	Loiret	14-17 mai – 3 jrs
Les chiroptères et la gestion forestière	L. Tillon, ONF	Rambouillet (78)	1-4 oct. – 3,5 jrs

Méthodes – Outils

Initiation SIG avec Quantum GIS (QGIS), logiciel libre	M. Chartier, IDF	Orléans (45)	12-13 juin – 2 jrs
--	------------------	--------------	--------------------

N'hésitez pas à nous contacter

Renseignements et inscriptions : 02.38.71.91.14 - idf-formation@cnpf.fr

Retrouvez toutes les informations à jour sur notre site www.foretpriveefrancaise.com, rubrique **Services et formation**.

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

Directeur de la publication
Antoine d'Amécourt

Directrice de la rédaction
Claire Hubert

Rédactrice
Nathalie Maréchal

Conception graphique
Mise en page
Sophie Saint-Jore

Responsable Édition-Diffusion
Samuel Six

Diffusion - abonnements
François Kuczynski

Publicité
Bois International
14, rue Jacques Prévert
Cité de l'avenir - 69700 Givors
Tél. : 04 78 87 29 41

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

Tous droits de reproduction ou de traduction
réservés pour tous pays,
sauf autorisation de l'éditeur.

Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2019
France : 50 € - étranger : 63 €
édité par le CNPF-IDF

Commission paritaire des publications et
agences de presse : n° 1019 B 08072
ISSN: 0752-5974
Siret: 18009235500452

Les études présentées dans Forêt-entreprise ne
donnent que des indications générales. Nous
attirons l'attention du lecteur sur la nécessité
d'un avis ou d'une étude émanant d'une per-
sonne ou d'un organisme compétent avant toute
application à son cas particulier. En aucun cas le
CNPF-IDF ne pourrait être tenu responsable des
conséquences – quelles qu'elles soient – résul-
tant de l'utilisation des méthodes ou matériels
préconisés.

Cette publication peut être utilisée dans le cadre
de la formation permanente.

Dépôt légal : mai - juin 2019



P. Léchère © CNPF

Être objectif face aux dépérissements

La France possède un service de surveillance redoutablement pertinent depuis de longues années, le Département de la santé des forêts (DSF). Des permanents du ministère de l'Agriculture managent des correspondants-observateurs venant d'horizons divers : CRPF, ONF, DDT... Voir ces derniers se former avec enthousiasme est la meilleure preuve de leur intérêt et de la réussite du DSF. L'efficacité de ce réseau est basée sur des relations humaines et une circulation d'informations structurée.

Souvent, les techniciens de CRPF détectent, par leurs observations et expériences, les phénomènes de dépérissement de peuplements forestiers. Ils relèvent la réaction des plantations dans des périodes printanières et estivales contrastées. Il en découle une évaluation et une analyse à l'échelle de la parcelle ou du massif.

Le CRPF devient assez naturellement coordinateur sur le terrain lors d'une gestion de crise. Il est alors facilitateur d'une communication essentielle entre les acteurs de la filière, en lien avec les interprofessions. Par sa connaissance territoriale, il anticipe et alerte avec objectivité des risques durant une crise et aussi ultérieurement. Actuellement, la crise des scolytes en pessières en est malheureusement un exemple.

Pour assurer cette mission, le technicien forestier a besoin d'outils factuels pour évaluer la situation avec objectivité. Les outils présentés dans ce dossier, initiés par des organismes différents, y concourent de façon complémentaire :

- le protocole Dépéris à l'échelle du peuplement, validé par le Département de la santé des forêts ;
- le diagnostic Archi précise la dynamique de dépérissement ou de résilience d'un arbre.

Notre mission consiste aussi à expérimenter, afin de valider et proposer des choix alternatifs au sylviculteur.

Les conseils prudents et avisés de techniciens de CRPF dans un climat changeant ne sont pas toujours facilement audibles.

Intellectuellement, on écarte souvent le scénario du pire... alors que face au changement climatique, il faudrait radicalement changer notre façon de raisonner ! Osons être innovants dans les itinéraires sylvicoles, tout en gardant nos acquis et savoir-faire.

Éric Sevrin, directeur de l'Institut pour le développement forestier



G. Sajdak © CNPF

Calibration et suivi de placettes
Archi en Aveyron.

Numéro suivant N° 247
La télédétection au service
de la gestion

ACTUS



4

A LIRE SUR LE WEB



64

ABONNEZ-VOUS À FORÊT entreprise
OU ABONNEZ L'UN DE VOS PROCHES
La revue technique des forestiers

Renseignements sur : www.foretpriveefrancaise.com
↳ rubrique librairie ↳ les publications de l'IDF
ou par courriel : idf-librairie@cnpf.fr

FORÊT entreprise
N° 246 La revue technique des forestiers

30 % de remise
pour les adhérents
de groupes de développement

ABONNEMENT NUMÉRIQUE
• 1 AN + 2 ANS D'ARCHIVES
39 €

ABONNEMENT PAPIER + NUMÉRIQUE • 1 AN
60 € • ÉTRANGER : 73 €

ABONNEMENT PAPIER
1 AN • 6 NUMÉROS
50 € • ÉTRANGER 63 €

Dossier
Connaître sa forêt :
identifier les stations

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

Centre national de la propriété forestière -
Institut pour le développement forestier
47 rue de Chaillot - 75116 PARIS
Tél. : 01 47 20 68 39



J. Rosa © CNPF

CNPF

6

L'Europe, un appui primordial pour
le développement forestier au CNPF

Benjamin Chapelet, Clotilde Giry, Olivier Picard

SANTÉ DES FORÊTS

10

Bilan 2018 de la santé des forêts

Fabien Carouille

FORÊT-GIBIER

58

La gestion adaptative
de l'équilibre forêt-gibier :
de quoi s'agit-il ?

Anders Mårell, Jean-Pierre Hamard,
Antoine de Lauriston

Dossier :

Dépérissements : la boîte à outils s'enrichit

- | | | | |
|------|--|------|---|
| > 14 | Dépérissements :
la boîte à outils du forestier
s'enrichit
Jérôme Rosa | > 36 | Protocole Dépéris
Méthode de notation simplifiée
de l'aspect du houppier des
arbres forestiers dans un contexte
de dépérissement
Morgane Goudet, Louis-Michel Nageleisen |
| > 16 | Les dépérissements en forêt
Louis-Michel Nageleisen, Morgane Goudet | > 41 | Retour d'expériences sur
l'utilisation de la méthode Dépéris
François-Xavier Saintonge et Jérôme Gaudry |
| > 22 | Dépéris, Archi :
deux outils complémentaires
pour objectiver un dépérissement
Jérôme Rosa, Louis-Michel Nageleisen,
Grégory Sajdak | > 47 | Le fruit de nos expériences
de gestion de crise
Magali Maviel et Patrick Léchine |
| > 25 | La méthode Archi
Un diagnostic architectural des
houppiers pour apprécier l'état
physiologique des arbres
Grégory Sajdak | > 53 | Trop ou trop peu,
le dépérissement du chêne est
une histoire d'eau !
Bernard Breyse, Thierry Améglio,
Philippe Balandier |
| > 28 | « Parlez-vous Archi ? »
Les principales définitions
de la méthode Archi
Christophe Drénou et Yves Caraglio | | |



Les présidents de l'Inra, Philippe Mauguin, d'Irstea, Marc Michel et du CNPF, Antoine d'Amécourt, signent une convention pour cadrer les domaines de coopération mutuelle, le 1^{er} mars 2019 à Paris, au salon international de l'agriculture.



Coopération entre le CNPF et l'Inra, Irstea

Des nouvelles solutions techniques et économiques validées scientifiquement sont attendues par les sylviculteurs face aux défis climatiques et énergétiques. Une convention vient d'être signée entre les organismes de recherche, Inra et Irstea, et de gestion des forêts privées, le CNPF, pour renforcer la coopération, expérimenter et innover plus efficacement.

Les trois partenaires sont complémentaires dans les domaines de la recherche, de l'innovation et du transfert des résultats auprès des sylviculteurs, par le biais de l'Institut pour le développement forestier (Institut technique qualifié) - en lien avec son réseau des CRPF - au sein du CNPF. En cohérence avec les priorités d'action du Plan Recherche et Innovation Forêt Bois 2025, cette coopération vise à :

- accroître les performances du secteur en mobilisant davantage les sciences économiques humaines et sociales et en favorisant la transition numérique pour une sylviculture de précision et le pilotage intelligent des forêts ;
- adapter et préparer les ressources forestières du futur en renforçant la résilience des forêts françaises face aux changements climatiques, en suivant le renouvellement dans un objectif d'équilibre sylvo-cynégétique, en assurant le suivi de la biodiversité forestière et en évaluant les liens entre biodiversité et services écosystémiques, comme le stockage du carbone.

Aujourd'hui, l'Inra, Irstea et le CNPF se concertent régulièrement pour partager et enrichir leurs réflexions prospectives communes, notamment par une participation conjointe à leurs conseils scientifiques, au Réseau mixte technologique AFORCE sur l'adaptation des forêts au changement climatique et à plusieurs projets de Recherche et d'Innovation. L'accueil à l'Inra d'agents du CNPF facilite le transfert de connaissances et de technologies.

La nouvelle infrastructure de Recherche IN-SYLVA France coordonnera les expérimentations, la mise en commun de données, en s'assurant de la diffusion et de la vulgarisation des résultats.

France Bois 2024

**100 000 m³ de bois pour construire
le village olympique de 2024**

Le projet France Bois 2024 est conçu pour favoriser l'utilisation de solutions de construction et d'aménagement en bois, notamment français, dans les réalisations des Jeux olympiques et paralympiques (JOP) de 2024. Porté par ADIVBois, financé par France Bois Forêt (Interprofession nationale) et le Codifab (Comité professionnel des professions de l'ameublement et de la seconde transformation du bois), l'objectif est d'offrir une vitrine aux entreprises bois françaises ; car le bois est incontournable pour atteindre les objectifs carbone des JOP alignés avec l'accord de Paris. 100 000 m³ de bois sont estimés pour construire le village olympique de Paris pour les jeux en 2024.

www.forestopic.com



Le prochain village olympique et paralympique sur la commune de Saint-Ouen-sur-Seine, vu depuis l'Île-Saint-Denis, en 2014.

Mécafor: reconstruction de l'atelier

Suite à l'incendie associé à des revendications anti coupes rases fin décembre 2018, Mécafor, spécialisé dans la mécanisation de travaux forestiers, reconstruit son atelier d'Autun (71). Un bâtiment « vitrine du bois local » est construit en bois massif cloué (BMC) pour les murs porteurs - cette nouvelle technique de construction utilise le gros bois de douglas du Morvan - ; trois façades sont en bardage bois horizontal à claire-voie en douglas. Le groupe CFBL, via sa filiale Mécafor, possède 16 récolteuses, 18 porteurs, 4 pelles mécaniques répartis entre le Limousin, l'Auvergne et la Bourgogne.



Sylvamap: un Plan simple de gestion rédigé en ligne

Sylvamap* lance un nouveau service: la rédaction en ligne de Plan simple de gestion ou document de gestion durable, dans un format numérique compatible avec la télétransmission. Avec les technologies de cartographie et de gestion de projet, cet outil facilite la rédaction et le suivi en ligne du PSG pour les propriétaires ou les gestionnaires.

* Sylvamap développe un outil de gestion forestière numérique pour les propriétaires et gestionnaires. Créé en 2011, actuellement 100 000 ha de forêt sont gérés via Sylvamap.



Augmentation des attaques de scolytes en pessières

Les dommages de scolytes ont pris des proportions inquiétantes dans bon nombre de pessières françaises à l'automne 2018. Le scolyte typographe (*Ips typographus*) est largement présent, le chalcographe (*Pityogenes chalcographus*) est fréquent sur les cimes ou les plus petits diamètres.

Situation actuelle

Les attaques de scolytes sur les épicéas sont entrées en phase épidémique sur la quasi-totalité des pessières de la moitié nord de la France (Grand-Est, Bourgogne Franche-Comté, Hauts-de-France, Normandie...), particulièrement dans les plaines et les zones montagneuses de basse altitude. Le sud du Massif central (Tarn, Aude) et le Massif central ont des foyers importants, mais relativement dispersés alors que le Massif alpin ne semble pas donner des signes de présence plus massive qu'à l'habitude.

Plus largement en Europe, l'Autriche, l'Allemagne, la Belgique, la République tchèque et la Suisse sont aussi concernées par une situation épidémique avec des volumes d'épicéas morts très conséquents.

Les facteurs impliqués dans le déclenchement de cette épidémie sont liés :

- aux sécheresses et chaleurs estivales, qui ont sévi depuis 2015 et notamment celle de 2018, ce qui a probablement permis dans les secteurs de plaine l'établissement d'une troisième génération de typographes et donc une explosion des populations ;
- aux chablis hivernaux dispersés, qui n'ont pas forcément été exploités et sortis à temps des forêts. Les bois restés à terre ont constitué une source de lieux de reproduction ;
- et aux populations de typographe, qui étaient en augmentation depuis 4 ans avec cependant un repli en 2016, après un printemps humide.

Les symptômes sont apparus dans les massifs, résultant de seconde et troisième générations de scolytes. Les taches sont constituées pour partie d'arbres aux houppiers rougissants et pour partie d'arbres aux houppiers encore verts avec un début de chute des écorces sur les troncs.

Évolution probable

Le début d'automne a favorisé la poursuite du cycle des insectes. Un nombre important de scolytes a atteint un stade suffisamment avancé pour passer l'hiver, sur le tronc des arbres, préférentiellement dans la litière.

Le printemps prochain sera une période très importante pour l'évolution des populations : un printemps humide et froid limitera l'envol et la reproduction future alors qu'un printemps « normal », voire chaud et sec, permettra aux populations actuelles d'essaimer normalement et d'attaquer de nouveaux sujets.

Au vu de l'ampleur du phénomène aux niveaux national et européen, cet incident a déjà un impact sur le marché du bois d'épicéa. Dans ce contexte¹, afin de rationaliser les moyens et limiter la saturation des marchés, il convient de prendre des mesures de priorisation des exploitations. Cette analyse devra intégrer l'ampleur des foyers dans les parcelles considérées, mais aussi la situation sylvicole et stationnelle des massifs affectés.

Gestion des foyers

Pour limiter le volume de bois scolyté, les recommandations sont les suivantes pour le printemps :

- des mesures de détection précoce (en privilégiant les abords des foyers 2018) et de neutralisation des foyers (abattage et évacuation hors forêt des arbres porteurs de scolytes dans un délai de 4 semaines ou inactivation des bois sur les places de dépôts) pour limiter les dynamiques de populations ;



Jérôme Bluchet © DDT Vosges

Volume d'épicéas abattus en Europe en 2017-2018

millions de m ³	2017		2018		Total
	Scolytes	Tempête	Scolytes	Tempête	
Allemagne	6	4,65	10	17,1	37,75
Tchéquie	2,5	7,5	20	3,8	33,8
Italie	n/a	n/a	n/a	3,5	13
Autriche	3,5	3	3,5	3,5	13,5
Suisse	0,32	0,5	0,4	1,5	2,72
Total	12,32	15,65	33,9	38,9	100,77

Source : www.timber-online.net/rundholz/2018/12/damaged-wood-in-central-europe-and-italy.html

– les mesures de gestion des bois au cours de la saison de végétation doivent être envisagées pour limiter la présence de bois façonnés en forêt durant les mois de mai à septembre. Durant cette période, les bois frais indemnes de scolytes doivent être évacués du massif dans les 6 semaines après leur abattage (voire 4 au cours des fortes chaleurs estivales). À cette occasion, on peut rappeler l'intérêt de l'abattage mécanisé (par abatteuse), car les écorces sont globalement impropres au développement des scolytes une fois passées dans la tête de l'abatteuse.

La mise en place de ces mesures devrait permettre de limiter la durée de la gradation des épidémies de scolytes.

La filière s'organise

Sur le terrain, les interprofessions Fibois Grand-Est et Bourgogne – Franche-Comté sont coordinatrices de l'organisation de la filière. Les surfaces touchées sont évaluées à 3200 ha fin 2018, pour près d'1 million de m³ touchés, moitié en forêt publique, moitié en forêt privée, avec une perte de valeur estimée à 40 millions d'€ pour les propriétaires. Après la tempête Éléonor qui a touché l'Europe centrale en 2017 faisant près de 60 millions de m³ de dégâts et l'attaque de scolytes qui en a fait à peu près autant en 2018 (évaluations en cours), les cours de l'épicéa sont en forte baisse et vont continuer à chuter en 2019. Un accord-cadre a été mis en place avec l'ONF. Des transports de bois sont envisagés vers la Nouvelle-Aquitaine et la Bretagne qui sont demandeuses de bois. Une cellule de crise nationale est constituée sous l'égide de France Bois Forêts, qui demande que la crise soit déclarée d'ampleur nationale par le ministère. Ce dernier est sollicité notamment pour des aides au transport de bois. Ensuite, il faudra envisager la reconstitution...

¹ Le fruit de nos expériences de gestion de crise, Entretien avec Patrick Lechine et Magali Maviel, CNPF. Forêt-entreprise n° 246, p. 47-52.



10 min

L'Europe, un appui primordial pour le développement forestier au CNPF



par Benjamin Chapelet, Clotilde Giry, Olivier Picard, CNPF



À la veille des élections européennes, comment l'Union européenne influence-t-elle sur le développement forestier français ? Découvrez les nombreux programmes de recherche et d'innovations ou de formation du CNPF qui bénéficient de financements européens.

En savoir +

Pour plus d'information : consulter la rubrique Europe & International sur le site cnpf.fr

¹ www.touteleurope.eu/actualite/elections-europeennes-2019-tout-comprendre.html

* Interreg est un programme européen de promotion de coopération entre les régions européennes et le développement de solutions communes dans les domaines du développement économique et de la gestion de l'environnement.

Le 26 mai prochain¹, les Français sont invités à élire les 79 eurodéputés qui siégeront pour 5 ans au Parlement européen. Sachant que le Parlement européen exerce trois pouvoirs : - législatif, - budgétaire et - de contrôle de l'Union européenne, il est de circonstance de s'interroger sur la place qu'occupe l'Europe dans l'organisation et les activités du CNPF.

Les missions du CNPF, son histoire, sa culture professionnelle, et aussi les sollicitations de ses homologues et partenaires, l'ont conduit à mener, depuis la création du poste Coopérations européennes en 1995, de nombreuses actions de coopération au niveau européen et international. Au total, plus d'une centaine...

À titre indicatif, sur la période 2012-2014, le CNPF est impliqué dans plus de 33 pro-

grammes (19 en CRPF, 14 pour l'IDF), majoritairement des Interreg* transfrontaliers pour les CRPF, et aussi H2020, LIFE +, Interreg B, Erasmus pour l'IDF et/ou les CRPF. Le taux de réussite (projets acceptés/projets déposés) sur cette même période a été de 40 % - un des meilleurs scores parmi les Instituts techniques et organismes homologues du secteur agricole. Dans un contexte global de réforme et de baisse des politiques publiques, diversifier ses ressources financières apparaît pour le CNPF comme une nécessité, afin de stabiliser et pérenniser son fonctionnement et ses activités, en relation avec les priorités définies dans son Contrat d'objectifs. Un exercice qui demande des arbitrages permanents pour garder la cohérence des projets, des résultats recherchés, et des moyens mis en œuvre.



Arboretum Renforce de Bécon-les-Granit (49) avec la plantation de séquoia, cèdre de l'Atlas, pin sylvestre, pin maritime, bouleau pour observer leur adaptation au changement climatique.

E. Paillasa © CNPF-IDF



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 776045



My Sustainable Forest

Earth observation services for silviculture

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 776045



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 776045



Erasmus+



Interreg Grande Région | Großregion



le fonds européen agricole pour le développement rural : l'Europe investit dans les zones rurales



Interreg POCTEFA



Les programmes de coopération territoriale européenne : Interreg

Selon le découpage géographique et les approches mises en œuvre, le programme Interreg permet de promouvoir la coopération entre les régions européennes pour le développement de solutions communes notamment dans le domaine forestier. Les CRPF qui, de par leur position géographique, peuvent en bénéficier (essentiellement les volets A et B) y sont très actifs et mettent en avant des partenariats locaux et transfrontaliers (ex. du groupement franco-espagnol-andorran Forespir). Citons quelques programmes en cours :

➔ **Interreg A²** : coopération transfrontalière (développement régional intégré entre régions frontalières) ;

- **Regiowood II³** (2017-2020) : approche de la ressource disponible, promotion des documents de gestion durable et renouvellement des peuplements pauvres dans le Grand Est ;
- **Canopee⁴** (2016-2019) : changement climatique et adaptation des forêts des Pyrénées en Nouvelle Aquitaine et Occitanie, projet porté par le GEIE Forespir ;

➔ **Interreg B⁵** : coopération transnationale (constitution de grands groupes de régions européennes).

Deux projets coordonnés par l'EFI Atlantic, bureau régional de l'EFI (Institut forestier européen), appelé désormais EFIPLANT consacré aux forêts de plantations.

- **Sustforest +⁶** (2018-2021) : mise en place d'une stratégie territoriale pour un approvisionnement durable en résine naturelle européenne en Nouvelle Aquitaine ;
- **Reinforce^{7, 8}** (2009-2012) : mise en place d'un outil de suivi des effets du changement climatique sur les écosystèmes de la façade atlantique ;

➔ **Interreg C⁹** : coopération interrégionale (échange d'informations et partage d'expériences) ;

- **Futureforest¹⁰** (2007-2013) : aider l'Europe à faire face aux changements climatiques.

Les programmes d'éducation et de formation professionnelle : Leonardo et Erasmus

Dans le cadre de sa mission de conseil et de formation des propriétaires et gestionnaires forestiers, le CNPF a pris part à divers programmes de coopération européenne dans le domaine de l'éducation et de la formation professionnelle, notamment **Tree Doctor** (programme Leonardo, 1997-2001) et **eforOwn +** (programme Erasmus¹¹, 2016-2019). Ces dispositifs ont permis d'appuyer des initiatives nationales tel que le Plan d'information à distance des propriétaires forestiers (Paifad - jemeformepourmesbois.fr¹²) et de créer des partenariats durables avec nos homologues européens.

Le programme de recherche et d'innovation : Horizon 2020

Grâce à son expérience spécifique de la recherche-action en lien avec les propriétaires et gestionnaires forestiers, le CNPF est sollicité par ses partenaires pour participer à divers projets très sélectifs dans le cadre du programme européen de recherche et d'innovation H2020¹³. Plusieurs programmes H2020 (actions de **recherche et réseaux thématiques** en particulier) permettent de valoriser l'expérience des équipes et les travaux des CRPF et de l'IDF selon les enjeux géographiques et les thématiques prioritaires. Le CNPF est particulièrement impliqué dans plusieurs *Topics* tels que *Rural Renaissance*

² https://ec.europa.eu/regional_policy/fr/policy/cooperation/european-territorial/cross-border/

³ www.regiowood2.info/

⁴ www.opcc-ctp.org/fr/canopee

⁵ ec.europa.eu/regional_policy/fr/policy/cooperation/european-territorial/trans-national/

⁶ www.sust-forest.eu/

⁷ Paillassa E. (coord) 2015. *Reinforce, réseaux de sites expérimentaux face au changement climatique*. Forêt-entreprise n° 223 dossier p. 22-47.

⁸ www.iefc.net/newsite/sitereinforce/

⁹ www.interregeurope.eu/

¹⁰ www.futureforest.eu

¹¹ info.erasmusplus.fr/

¹² Flouret I., 2017. *Le site jemeformepourmesbois.fr, la boîte à outils de la formation*. Forêt-entreprise n° 234 p.6-9.

¹³ www.horizon2020.gouv.fr/



Dans le cadre du projet Incredible : création de réseaux dédiés aux principaux produits forestiers méditerranéens non ligneux.

¹⁴ www.incredibleforest.net

¹⁵ mysustainableforest.com/

¹⁶ rosewood-network.eu/

¹⁷ facesmap.boku.ac.at/

¹⁸ Giry C., Didot F. (coord.), 2018. *Les évolutions de la propriété forestière en Europe, Facesmap*. Forêt-entreprise n°241 p. 20-48.

¹⁹ ec.europa.eu/easme/en/life

²⁰ www.lifegoprofor.eu/fr/

²¹ lifeforestco2.eu

²² Rupil L. et al., 2019. *Quels outils pour estimer les stocks de carbone du pin maritime dans les Landes ?* Forêt-entreprise n° 245 p. 39-42.

²³ www.foreccast.eu

²⁴ www.cepf-eu.org/

²⁵ www.forestplatform.org

(RUR) et les réseaux thématiques du PEI-AGRI (Partenariat européen pour l'innovation) avec **Incredible**¹⁴ (2017-2020) : valorisation des produits, services et filières forestiers méditerranéens ; *Earth Observation* (EO) avec **MySustainableForest**¹⁵ (2017-2020) : développement d'un service d'information géographique pour favoriser la gestion forestière durable ; et *Societal Challenges* (SC) avec **Rosewood**¹⁶ (2017-2020) : échange et développement de pratiques innovantes dans la filière bois énergie.

À noter aussi, dans cette même « famille » de programmes, les projets de type **COST**, qui ont pour objectif de renforcer la coopération scientifique et technologique par des activités de réseautage. Le CNPF a en particulier été très actif au sein du COST **Facesmap**¹⁷ (2012-2016)¹⁸, qui portait sur les changements sociaux de la propriété forestière en Europe et les impacts en matière de gestion et de politique forestière.

Enfin, les programmes **Era-Net** (*European Research Area Network*) mettent en réseau les programmes nationaux et régionaux de R & D et les différents systèmes de financement afin de permettre la prise en charge collective des actions qu'ils n'auraient pu mettre en œuvre individuellement. Les initiatives *Era-Net* sont ouvertes à toute thématique scientifique ou technologique. Ils permettent, une fois les coopérations transnationales identifiées et les politiques de financement coordonnées, de lancer des appels à propositions conjoints. Le CNPF a été approché par ses partenaires de la recherche à quelques occasions, mais aucune action n'a vu le jour jusqu'à maintenant sur ce guichet assez spécifique.

Le programme pour l'environnement et le climat: LIFE

Ce programme spécifique permet de financer des projets de R & D, de diffusion, et d'aide à la décision pour la prise en compte de l'environnement et du climat.

Le CNPF est actuellement impliqué dans plusieurs projets Life¹⁹ parmi lesquels on peut citer :

► **Biorgest** (2017-2023) : améliorer la biodiversité des forêts méditerranéennes en Catalogne et en Occitanie, et adapter l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) à la Catalogne ;

► **Goprofor**²⁰ (2017-2022) : adapter l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) à l'Italie et participer au développement d'une base de données européennes sur les bonnes pratiques de gestion mises en évidence dans les projets LIFE afin de favoriser l'échange d'expérience et la formation des gestionnaires forestiers ;

► **Forest CO2**²¹ (2016-2019)²² : améliorer les méthodes de calcul de séquestration carbone pour le pin maritime et le pin d'Alep et développer des projets de compensation carbone volontaires ;

► **Foreccast**²³ (2016-2019) : développement d'outils pour adapter les peuplements forestiers au changement climatique dans le Haut-Languedoc.

Les perspectives pour le CNPF au niveau européen

Le CNPF participe aux politiques forestières européennes de diverses manières via différents canaux :

- membre associé de l'Institut européen des forêts (EFI), par l'intermédiaire de son adhésion au GIP Ecofor ;
- sollicité en appui R & D, via Fransylva, par la Confédération européenne des propriétaires forestiers²⁴ (CEPF) ;
- membre du groupe de soutien national de la plate-forme technologique²⁵ pour la filière bois ;
- membre de la Commission Europe et internationale du réseau des ICTA, animé par l'ACTA ;
- membre du Comité spécialisé Europe et international du Conseil de la Forêt et du Bois.



B. Chapelet © CNPF

Première réunion du réseau Forext des organismes forestiers de développement et de vulgarisation les 4 et 5 avril 2019 à Montpellier (34).

Dès la mise en place au niveau national de la stratégie Europe 2020, le CNPF soutenu par le MAA, a initié un collectif de 11 acteurs forestiers nationaux pour établir une note commune en faveur d'une meilleure intégration des enjeux forestiers dans le cadre du dispositif du PEI-AGRI²⁶. Cette mobilisation a débouché d'une part sur la participation à deux *Focus groups* sur la biomasse et le changement climatique, et d'autre part sur une expertise thématique « Forêt et changement climatique » faisant la promotion auprès des acteurs forestiers régionaux des Groupes opérationnels *via* le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader). Par ailleurs, on peut noter que le futur programme R & D Horizon Europe (2021-2027), actuellement en préparation, sera renforcé avec un budget en hausse. Ce programme finance notamment les réseaux thématiques du PEI.

Nos homologues forestiers se mobilisent également au niveau européen. Avec le soutien du Centre forestier finlandais (Metsäkeskus), l'EFI a initié la création récente du réseau européen des organismes forestiers de développement et de vulgarisation **Forext**²⁷ (*FOREst EXTension network*) afin de renforcer la coopération internationale autour de problématiques forestières (gestion, mobilisation, changement climatique, éducation et formation...). Le CNPF s'est associé à cette démarche depuis le début et a même accueilli la 1^{re} réunion officielle du bureau *Forext* les 4 et 5 avril 2019 à Montpellier (34), soit 22 participants européens de 16 organismes et 9 pays. Cette collaboration permettra à l'avenir de favoriser des réponses communes à des appels à projets de plus en plus sélectifs.

Le poste Coopérations européennes au CNPF

En 1995, le poste Coopérations européennes a été créé et confié à Clotilde Giry, jusqu'en 2018. Les objectifs, affichés et atteints durant ces 23 années, ont été d'accroître le porte-

feuille de projets, d'établir, puis renforcer des liens durables avec les partenaires européens, d'améliorer la visibilité de notre établissement hors frontières; et en interne, de créer un réseau des correspondants Europe présents dans chaque CRPF, tout en faisant reconnaître la valeur ajoutée de ces actions pour le CNPF. Suite au départ en retraite de Clotilde Giry début 2019, Olivier Picard est en charge de l'animation et la coordination des projets de R & D et des coopérations européennes. Il mobilisera donc ses connaissances et son réseau de relations externes, avec l'appui des correspondants R & D et Europe des CRPF, pour aider au développement des partenariats et projets interrégionaux et européens, sur les thématiques prioritaires de l'établissement.

Conclusion

Les financements européens présentent un levier puissant, qui vient étayer, enrichir et donner une envergure et une crédibilité scientifique et technique plus large aux actions du CNPF, qui s'inscrivent dans la ligne du Contrat d'objectifs. En outre, les programmes européens sont souvent attractifs et stimulants pour les équipes. Il importe donc de renforcer les moyens pour assurer le montage et le suivi administratif et financier de ces projets sélectifs, qui tendent à se complexifier et s'alourdir; d'autant plus, que les engagements du CNPF dans ces projets se sont beaucoup étoffés depuis 2010.

À défaut d'une politique forestière commune, il est à noter que le Parlement européen a préconisé un cadre européen incluant des mesures relatives à la forêt, en posant les bases de la première Stratégie forestière européenne²⁸, approuvée il y a maintenant 20 ans. Le rôle de nos représentants politiques et organismes forestiers au niveau européen et surtout dans ces programmes de coopération est donc déterminant, non seulement pour l'allocation des budgets, mais aussi pour promouvoir notre vision du développement forestier. ■

²⁶ www.reseaurural.fr/le-partenariat-europeen-pour-l-innovation-agri

²⁷ www.efi.int/projects/forext-forest-extension-network

²⁸ www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/105/the-european-union-and-forests



These projects have received funding from the European Union.

Bilan 2018 de la santé des forêts

Par Fabien Carouille, Département de la santé des forêts

Le climat en 2018 n'a pas été propice pour les peuplements forestiers : les tempêtes, la neige, mais surtout la très longue sécheresse ont éprouvé les arbres et autorisé la multiplication des ravageurs opportunistes, à l'image des scolytes de l'épicéa, dont la pullulation déjà amorcée les années précédentes pourrait continuer en 2019 et au-delà...

L'année 2018 s'est ouverte sur un hiver globalement doux, abondamment arrosé et secoué par quelques tempêtes, en particulier Eleanor, qui a laissé des chablis diffus dans l'est et le sud de la France. Au cours du printemps, qui a été bien arrosé sauf dans le nord de la France, quelques chutes de neige tardives ont occasionné des dégâts sur les peuplements déjà feuillés. Mais la sécheresse a constitué l'événement climatique majeur de cette année : à la fois longue et ininterrompue, elle a perduré de juin à fin octobre, sauf pour les régions sous influence méditerranéenne, qui ont paradoxalement connu une abondance de précipitations. La combinaison de ce déficit hydrique et de la canicule estivale a provoqué des jaunissements et des rougissements précoces de houpriers (hêtre, charme, chêne, châtaignier, tilleul, bouleau... mais aussi sapin et douglas) dès la fin juillet. Ces symptômes ont été notamment observés sur l'ensemble du massif forestier de la Harth (Haut-Rhin), dans le Jura et plus généralement sur des stations à faible réserve utile en eau, des lisières, des versants exposés au sud...

Les jeunes plantations ont également été victimes de ces conditions estivales en particulier dans l'est de la France (Grand Est et surtout Bourgogne-Franche-Comté). La situation est d'autant plus préoccupante que les effets retardés des sécheresses antérieures, comme celle de l'été 2017, se font encore ressentir.

Les résineux

Signe de l'accumulation des événements climatiques défavorables et de l'affaiblissement des peuplements, les dégâts d'insectes sous-corticaux des pins ont eu globalement tendance à augmenter, même si la situation est loin de l'état de pullulation généralisée qui s'est abattue sur épicéa : l'hylésine destructeur a sévi sur le pin d'Alep, le sténographe et le bupreste bleu sur pin sylvestre. La multiplication des dégâts dus au *sphaeropsis* des pins suit la même logique : les attaques les plus sévères concernent les peuplements implantés sur des stations à faible réserve utile en eau : substrats caillouteux, filtrants, sur des versants exposés au sud... En Ardèche et dans la Drôme, ce sont plus de 50 000 m³ de pins noirs d'Autriche moribonds suite aux attaques de ce champignon, qui ont été récoltés au cours de l'année 2018.

En revanche, les effets de la maladie des bandes rouges sur pins laricio ont été plus restreints et tardifs en 2018, conséquence de la sécheresse de l'année 2017, défavorable à la maladie.

Le plan de surveillance du nématode du pin¹ s'est poursuivi selon les mêmes modalités que les années précédentes, à savoir, pour les correspondants-observateurs du DSF, la localisation des peuplements de pins dépérissants et une participation aux pié-

A. Guerrier © CNPF



¹ Pour plus d'information, veuillez consulter : <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/82785?token=005f280f7263d1c1781ed05049969c3e>



M. Mirabel © CNPF

geages de *Monochamus*, l'insecte vecteur du nématode. La présence du ravageur n'a pas été découverte en forêt. Néanmoins, la détection de nématodes vivants du pin dans des sacs d'écorces et sur des palettes confirme le risque d'introduction. Ces détections sur produit bois transformé ont entraîné un renforcement du plan de surveillance. Le risque d'introduction est réel et invite à redoubler de vigilance.

Dans les peuplements de douglas adultes, les conditions de sécheresse et de chaleur ont également laissé des traces en provoquant des dégâts diffus de rougissements de cimes et de dessèchements de tiges vers la fin de l'été, avec en général un effet marqué le long des lisières sud. On en a trouvé depuis les Ardennes jusqu'en Ardèche, en passant par le Morvan et le Beaujolais. L'expérience de la sécheresse-canicule de 2003 a montré que ce genre de phénomène peut perdurer quelques années après la sécheresse initiale.

La présence de la cécidomyie des aiguilles du douglas détectée en 2015 en Wallonie paraît se généraliser dans le nord de la France et continue son expansion vers le sud de l'aire du douglas. L'impact de cet insecte n'est pas encore clairement défini et reste sous la surveillance du Département de la santé des forêts. Toujours sur douglas, le phénomène des nécroses cambiales² en bandes, qui déprécient les bois et conduisent au dépérissement des tiges, continue d'être signalé à de multiples occasions, notamment en Bourgogne. Malgré d'importantes recherches de l'Inra, les éléments causaux de ce phénomène très impactant demeurent mal compris.

La présence et les dégâts de *Phytophthora ramorum* sur mélèze en Bretagne ont de nouveau constitué une des préoccupations majeures de l'année 2018 pour cette essence : après plusieurs identifications du pathogène en 2017 dans le Finistère, une nouvelle détection a été réalisée en 2018 à proximité d'un des foyers initiaux. Une centaine d'autres observations, majoritairement sur mélèzes, ont été effectuées dans le nord-ouest, ainsi qu'en Nouvelle-Aquitaine : le pathogène n'y a pas été retrouvé, confirmant jusqu'à présent la concentration de la présence et des dégâts du pathogène dans l'extrême ouest de la Bretagne.

L'aspect essentiel de cette année sylvosanitaire reste, toutes essences confondues, la crise de l'épicéa liée aux attaques de scolytes (typographe et chalcographe essentiellement) dans les peuplements de Bourgogne-France-Comté et de la région Grand Est. Les facteurs impliqués dans le déclenchement de cette épidémie sont :

- les sécheresses et chaleurs estivales, qui ont sévi depuis 2015, et notamment celle de 2018, ce qui a provoqué dans les secteurs de plaine une explosion des populations, avec l'établissement d'une troisième génération de typographes ;
- les chablis hivernaux dispersés (de la tempête Eleanor notamment) qui n'ont pas forcément été exploités et sortis à temps des forêts ;
- les populations de typographe qui étaient en augmentation depuis quatre ans (malgré un repli en 2016 en raison des conditions printanières humides).

Les peuplements de plaine, le plus souvent issus des reboisements des années 1960-1970, sont les plus affectés par cette épidémie.

En savoir⁺

La lettre du DSF :
agriculture.gouv.
fr/actualite-en-
sante-des-forets

² Goudet M., Baubet O., Vanstael B., Mozziconacci Y., Avrial B., 2013. *Les nécroses cambiales en bande sur douglas*. Forêt-entreprise n° 212 p 9-11.

³ Insectes qui consomment les tissus entre l'écorce et l'aubier.

À ce jour, le volume scolyté est estimé à près de 600 000 m³ pour Grand Est, 350 000 m³ en Bourgogne-Franche-Comté et 100 000 m³ en Normandie et Hauts-de-France (Aisne en particulier). Dans les Alpes et le Massif central, les dégâts sont négligeables, même si on a assisté à une remontée des populations en cours d'année. Cette épidémie dans l'est de la France n'est pas un cas isolé : elle intervient dans un contexte international similaire dans toute l'Europe centrale.

Dans les sapinières des Vosges, du Jura et du Massif central et dans une moindre mesure des Pyrénées et des Alpes, les dégâts des insectes cambioxyphages³ du sapin (scolytes *Pityokteines* et surtout pissode) sont également en nette augmentation, profitant de l'affaiblissement du sapin.

Les symptômes de rougissements de régénération de sapin, mis en relation avec la sécheresse et la canicule de 2018, se sont multipliés cette année, dans le Mâconnais, le Jura, les Pyrénées catalanes... Des bioagresseurs opportunistes, en général des scolytes ou des *Rhizosphaera*, viennent profiter de l'état sanitaire défaillant des arbres pour leur porter un coup fatal.

Les plantations

Les principaux préjudices portés aux jeunes plantations ont été de deux ordres cette année : les chutes de neige lourde tardive (mi-mai) ou précoce (fin octobre) ont occasionné des dégâts chez les jeunes peuplements de feuillus ou de mélèzes, qui présentaient des feuilles au moment de l'événement. Cela s'est traduit par des plants couchés ou cassés : la Lozère, les Hautes-Alpes, la Loire, le Puy-de-Dôme, la Nièvre et le Rhône sont principalement concernés pour le mélèze.

⁴ Chute des jeunes rameaux par abscission.

Jeunes douglas rougis en Côte d'Or.



la sécheresse a été évidemment éprouvante pour les plantations : pour le douglas par exemple, 8 % des plants installés en 2017/2018 sont morts, et ce taux atteint presque 15 % dans la région Grand Est, allant jusqu'à 30 % en région Bourgogne-Franche-Comté, la plus impactée par la sécheresse. Dans ce genre de conditions, le soin apporté à la préparation de la plantation et le choix de plants de qualité sont déterminants pour l'avenir du peuplement.

Les feuillus

Les attaques de rouilles foliaires du peuplier et autres pathologies foliaires ont été limitées cette année en raison des conditions climatiques, avec toutefois quelques attaques tardives sur les peupleraies les plus sensibles.

Chez le hêtre, des dépérissements sont observés sur le premier plateau du Jura et la forêt de Chaux, en lien avec des contextes stationnels contraignants, des sols parfois tassés par les passages d'engins forestiers, et une alternance de périodes de sécheresse et d'engorgement, corrélées à des épisodes de fortes chaleurs, ayant eu lieu au cours de ces dernières années.

L'état du chêne reste globalement stable en 2018, portant relativement peu les traces des conditions climatiques de cette année : quelques rougissements précoces et décurtations⁴ limitées ont eu lieu. Néanmoins, les zones actives de dépérissement perdurent et concernent pour la plus grande part des chênes pédonculés, plutôt sur stations hydromorphes, soumises à des alternances d'engorgement et de sécheresse, voire de températures caniculaires. La collybie à pied en fuseau est souvent associée à ce genre de faciès (Yonne, Nièvre, Haute-Saône) et peut jouer un rôle actif dans ce processus.

Les chutes de neige lourde qui ont eu lieu à la fin du mois d'octobre, alors que les arbres étaient encore feuillés, ont occasionné des dégâts non négligeables chez les chênes adultes (bris de branches et de cimes) et les jeunes peuplements, en particulier dans la Nièvre, l'Allier et la Loire.

Conséquence logique de la sécheresse, le niveau de dommages dus à l'oïdium demeure très limité, aussi bien sur peuplements adultes que sur jeunes plantations.

La processionnaire du chêne a poursuivi son expansion dans de nombreux massifs du nord



R. Lacheze © CNPF



R. Lacheze © CNPF



R. Lacheze © CNPF

Nécroses cambiales en bande sur douglas après exploitation.

de la France en 2018. Elle s'est exprimée par une recrudescence du nombre d'arbres porteurs de nids, mais sans défoliations marquées. Cela a été le cas dans une grande partie des chênaies de la Plaine de Lorraine et de la Woëvre, plus ponctuellement sur des chênes des plateaux calcaires de Meuse et de Haute-Marne, en Champagne humide et dans la plaine d'Alsace, dans l'est de la Normandie, en Île-de-France et Franche-Comté... Néanmoins, des défoliations très marquées ont été signalées dans certains massifs forestiers du nord de la Woëvre, de la plaine lorraine et de l'Yonne. Comme en 2017, ces pullulations sont à l'origine d'allergies et d'urtications pour les personnes fréquentant ces massifs forestiers ou résidants à proximité. Les populations de bombyx disparate ont également augmenté un peu partout en France. Si les chenilles ont été visibles, elles n'ont causé qu'assez peu de défoliations : seules les forêts du sud de la Corse (sur chêne liège), des gorges de l'Ardèche (sur chêne vert) et des environs de Sélestat (67) (sur chêne pédonculé mais aussi sur érables) ont subi de sévères défoliations. Il est possible que la présence de cet insecte croisse encore au cours de l'année 2019.

Le cynips du châtaignier poursuit son extension spatiale mais son impact va décroissant dans la mesure où son parasitoïde régule fortement les populations quelques années après son arrivée. Le cas des régions les plus anciennement contaminées l'illustre dans la mesure où on a pu y constater une diminution très importante du nombre de galles, allant jusqu'à rendre non décelable la présence de l'insecte galligène. Il s'agit cependant de la seule bonne nouvelle pour cette essence : les dégâts d'encre du châtaignier se sont de nouveau étendus en 2018, la sécheresse estivale révélant la présence d'arbres au système racinaire déficient car rongés par le pathogène au

cours des périodes plus arrosées. On trouve de nombreux cas en Île-de-France, Bretagne, Sologne, en basse vallée de la Loire, et désormais dans les Cévennes et le Lot. Dans l'ouest de la France, les zones épargnées par le phénomène deviennent rares, ce qui, ajouté aux dégâts causés par le chancre et au vieillissement général des peuplements, dresse un panorama sanitaire du châtaignier assez dramatique.

Pour les frênes, la chalarose demeure le problème numéro 1, qui a continué sa progression vers le nord-ouest en 2018. En Bretagne, il ne reste plus guère que le département du Finistère qui ne soit pas contaminé. Plus au sud, la maladie s'est établie en Haute-Vienne, mais a stagné aux portes de Bordeaux et dans le sud de la Drôme. En-deçà de la ligne de front, la situation continue de se dégrader lentement et les récoltes d'arbres dépérissants se poursuivent à un rythme soutenu.

En conclusion

Il est évident que l'année 2018 a été très éprouvante pour les peuplements forestiers ; cependant il est encore trop tôt pour dresser le bilan de toutes les conséquences, qui vont se faire ressentir au cours de l'année 2019 et au-delà. S'il fallait établir un palmarès des années les plus difficiles d'un point de vue climatique, on pourrait la ranger certainement à côté de 2003... Mais comparaison n'est pas raison : en 2003, l'été caniculaire avait été entrecoupé d'orages sporadiques et précédé d'un printemps sec, alors qu'en 2018, c'est l'automne qui est resté sec, tandis que la limpidité du ciel n'a pas été troublée de tout l'été... **La préservation de la mémoire de ces conjonctures climatiques exceptionnelles, si inquiétante qu'elle soit, est absolument nécessaire pour anticiper l'avenir, qui nous en promet d'autres...** ■

Dépérissements : la boîte à outils du forestier s'enrichit

Par Jérôme Rosa, CNPF - CRPF Île-de-France - Centre - Val de Loire

G. Sajdak © CNPF

Les dépérissements font aujourd'hui partie des atteintes à la santé des peuplements, que le forestier doit savoir gérer. Depuis les années 80, de nombreux cas, isolés ou d'ampleur, ont ancré les conséquences de ces phénomènes complexes au cœur des inquiétudes des forestiers. Par définition, un dépérissement est causé par plusieurs facteurs. Cet écart à la normalité de l'aspect morphologique et physiologique des arbres est donc très souvent difficile à expliquer, encore plus à prévoir.

Plusieurs projets de recherche sont en cours et tentent de mieux cerner les facteurs en cause dans les épisodes actuels, et de les hiérarchiser. Dans ce dossier, Bernard Bresse *et al.* mettent en lumière les facteurs stationnels, en lien avec l'excès ou le manque d'eau pour les dépérissements du chêne en Sologne bourbonnaise.

Il existe déjà une grande expertise des situations de dépérissements au sein du Département de la Santé des Forêts. Louis-Michel Nageleisen et Morgane Goudet nous expliquent la méthode d'approche des crises sylvo-sanitaires utilisée par les spécialistes de cet organisme.

Les gestionnaires et propriétaires, confrontés à ces situations parfois traumatisantes, ont bien

souvent le réflexe de récolter au plus vite les arbres atteints pour éviter de « contaminer » les autres, et limiter les pertes économiques, comme en témoignent Magali Maviel et Patrick Léchine des CRPF Occitanie et Bourgogne – Franche-Comté. Dans certains cas, cette réaction précipitée a l'effet totalement inverse, et ajoute un bouleversement qui entretient la situation de crise.

Le forestier a donc besoin d'outils factuels, afin d'évaluer la situation en prenant du recul, avec l'aide de données les plus objectives possible. Ce dossier, coordonné par le CNPF et le DSF, expose cette évaluation à travers différentes expériences.

Selon les situations (à l'échelle de la parcelle, du massif) ou l'action à entreprendre (évaluation à un instant t, suivi, aide au martelage), les deux méthodes Dépéris et Archi s'accordent pour un état des lieux complémentaire en cas de gestion de crise :

- le protocole Dépéris quantifie la crise par la fréquence des arbres selon le degré d'atteinte, évalué par une méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier,

- la méthode Archi observe la réaction des arbres au stress en croisant les symptômes de dégradation du houppier et les processus de restauration.

Sommaire

16 Les dépérissements en forêt

22 Dépéris, Archi : deux outils complémentaires pour objectiver un dépérissement

25 La méthode Archi : un diagnostic architectural des houppiers pour apprécier l'état physiologique des arbres

28 Les principales définitions de la méthode Archi

36 Protocole Dépéris

41 Retour d'expériences sur l'utilisation de la méthode Dépéris

47 Le fruit de nos expériences de gestion de crise

53 Trop ou trop peu, le dépérissement du chêne est une histoire d'eau ?



Jérôme Rosa, technicien CNPF-CRPF Île de France - Centre Val de Loire, responsable du réseau régional des expérimentations et correspondant du réseau CNPF de l'adaptation des forêts au changement climatique, coordinateur du réseau de correspondants-observateurs de la santé des forêts pour la région Centre - Val de Loire.



Grégory Sajdak, technicien CNPF - IDF à l'antenne de Toulouse, missions d'appui aux expérimentations, la formation à la méthode Archi, le sylvopastoralisme et responsable du réseau coopérative de données Pin et Douglas.



Louis-Michel Nageleisen, chargé au sein du Département de la santé des forêts des dossiers concernant l'entomologie et les dépérissements forestiers en appui des pôles régionaux de la santé des forêts et en interface avec les chercheurs, en particulier de l'Inra travaillant dans ces domaines.



Nous profitons de ce dossier pour remercier chaleureusement Louis-Michel Nageleisen pour tout ce qu'il a apporté aux forestiers durant sa carrière. À la veille de sa retraite bien méritée, nous saluons sa grande contribution à la compréhension de la santé des forêts.

À sa sortie de l'ENITEF en 1980, il effectue un service civil au Gabon, puis intègre l'ONF en Franche-Comté. En 1988, il fait partie des pionniers qui ont créé le Département de la santé des forêts. Il y est le responsable de l'échelon Nord-Est - région dont il est originaire - jusqu'en 1996, avant de devenir logiquement l'expert national en entomologie et en dépérissement. Il publie de nombreux articles, fiches et protocoles, en particulier sur l'évaluation de l'aspect des arbres en contexte de dépérissement.

L'article *Dépéris, Archi : deux outils complémentaires pour quantifier un dépérissement* précise les domaines d'utilisation de ces deux outils. S'ils ont une approche différente, l'objectif commun est de classer l'état des arbres, puis des peuplements, et de quantifier le degré de dépérissement. Les deux outils sont déjà opérationnels, de la phase d'évaluation jusqu'au martelage. Cette étape cruciale d'évaluation du dépérissement, complétée par le diagnostic sylvo-sanitaire, est indispensable avant de décider des mesures de gestion à entreprendre. François-Xavier Saintonge et Jérôme Gaudry démontrent la pertinence de la démarche lors des expériences

mis en œuvre par le DSF dans deux forêts domaniales.

La formation à ces nouveaux outils et l'acquisition d'un vocabulaire particulier sont indispensables : Christophe Drénou précise les définitions essentielles de la méthode Archi ; des formations à cette méthode sont dispensées par l'IDF. De même, les correspondants-observateurs du DSF, présents sur tout le territoire, affinent régulièrement leurs calibrations à ces notations. Avec ce dossier pratique et proche de vos préoccupations, ces deux méthodes complémentaires complètent à bon escient la boîte à outils du forestier moderne! ■

En savoir +

- présentation du DSF (et accès aux bilans et publications) sur agriculture.gouv.fr/le-departement-de-la-sante-des-forets-role-et-missions
- l'actualité sylvosanitaire est sur agriculture.gouv.fr/actualite-en-sante-des-forets
- la liste des correspondants observateurs est sur le site de votre CRPF, accès depuis www.cnpf.fr

Il a depuis participé à de nombreux travaux de recherche, à l'échelle nationale et européenne. Sa renommée devient même mondiale, avec sa coopération technique avec le Maroc visant à y instaurer un système de surveillance et de suivi de la santé des forêts.

Soucieux de partager sa connaissance, il intervient dans la formation des ingénieurs forestiers ; il est jury de thèse, et a réalisé de nombreuses publications, dont le livre sur *La santé des forêts* avec Philippe Riou-Nivert, Dominique Piou et François-Xavier Saintonge, ouvrage pour lequel il est récompensé par la médaille de Vermeil de l'académie de l'Agriculture.

Ce dossier vient donc à point pour que Louis-Michel partage encore un peu de ses très grandes connaissances forestières, nous le remercions chaleureusement pour cela.

Les dépérissements en forêt

Par Louis-Michel Nageleisen, Morgane Goudet, Département de la santé des forêts

L'évolution du climat et l'expérience des dépérissements observés jusqu'à présent montrent les besoins de surveillance de la santé des forêts. Comment estimer et suivre l'évolution d'un peuplement en crise ? Quels sont les facteurs prédisposants, déclenchants ou aggravants à analyser ? Des étapes nécessaires sont définies avant de pouvoir décider et agir pour la gestion d'un peuplement en crise.



Le dessèchement de rameaux dans la cime des arbres, l'apparition de branches mortes, une transparence anormale de la canopée au cours de la saison de végétation, le constat de mortalité de tiges dominantes éparses ou par taches... sont autant de signaux qui alertent le forestier quand il visite ses parcelles. L'implication de causes évidentes recensées localement comme une sécheresse intense récente, une attaque d'insectes ou une maladie détectée dans la région (exemple de la chalarose sur les frênes) permet parfois de comprendre simplement les dégradations observées. Souvent cependant, ces dernières sont détectées en différé par rapport à l'occurrence de causes potentielles, alors la compréhension du phénomène devient compliquée. La mortalité de tiges et la dégradation du peuplement font alors surgir le spectre du « dépérissement », dont certains épisodes dans les années 1980 ont marqué les mémoires des forestiers (dépérissement du chêne à Tronçais, dépérissement du sapin dans les Vosges suite aux « pluies acides »...).

¹ Étude des symptômes des maladies.

Après le premier constat, plusieurs questions s'imposent au gestionnaire :

- **Où ?** : est-ce que le phénomène est observé ailleurs : dans d'autres parcelles, d'autres cantons, massifs forestiers ?
- **Combien ?** : combien de tiges sont mortes ou très dégradées ? Combien d'hectares sont concernés ?
- **Quand ?** : le phénomène est-il déjà ancien, ou récent ? Comment va-t-il évoluer ?
- **Pourquoi ?** : quelles sont les causes du phénomène ? S'agit-il d'un accident climatique ? d'une maladie ? d'un dépérissement ?
- **Que faire ?** : pour limiter les pertes économiques, la déstructuration du peuplement, de la gestion...

Confronté depuis 30 ans à de telles situations, le Département de la santé des forêts (DSF) en collaboration avec ses partenaires de la recherche (essentiellement des équipes de l'Inra) a structuré une méthode d'approche de ces crises sylvo-sanitaires comprenant trois phases que l'on peut résumer en trois verbes clés :

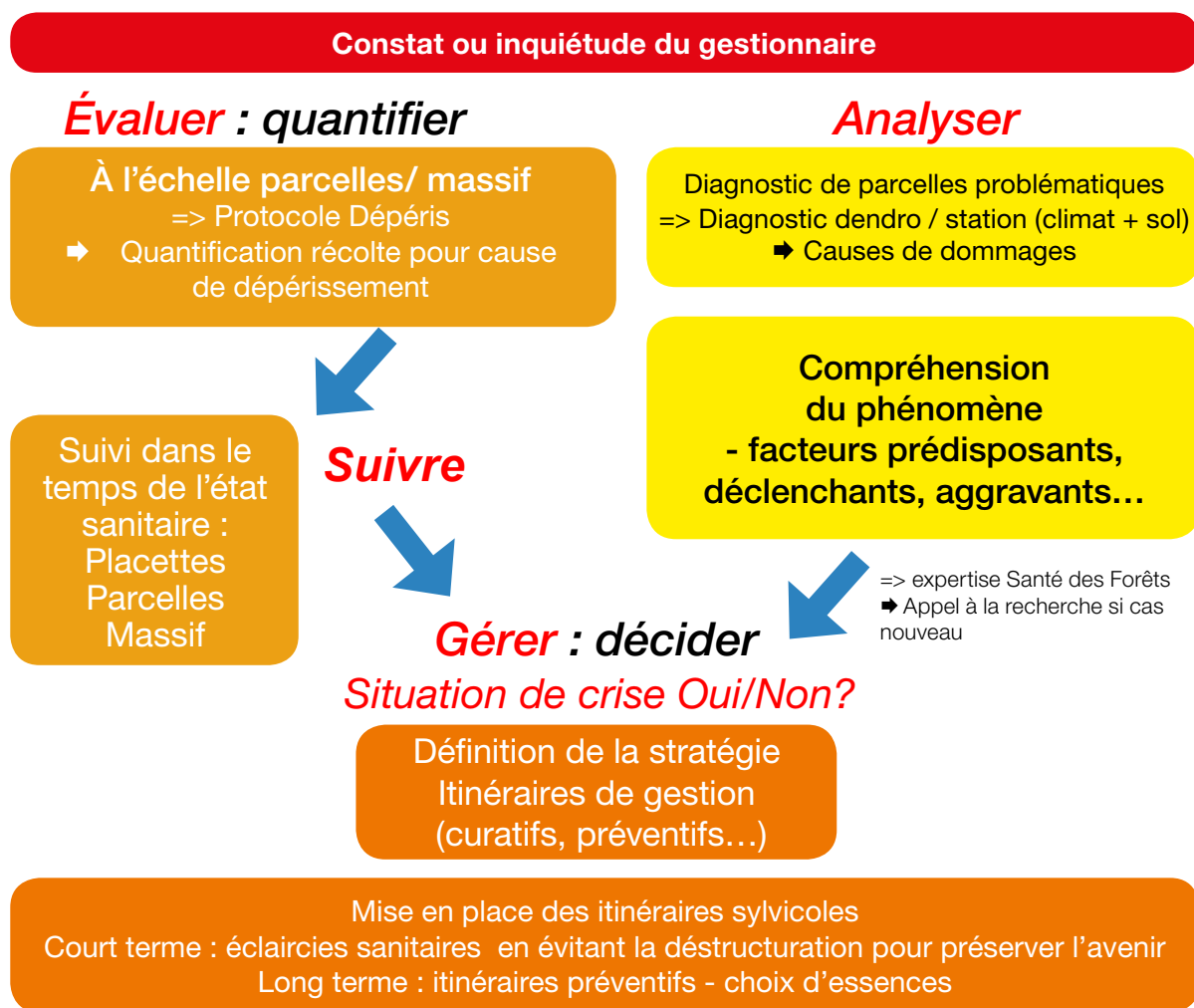
- ➡ Évaluer,
- ➡ Analyser,
- ➡ Gérer (figure 1),

dont le déroulement n'est pas forcément séquentiel (en fait les trois phases peuvent démarrer simultanément) et dont les acteurs sont multiples : propriétaire/gestionnaire, forestiers spécialisés en santé des forêts (correspondant-observateur ou permanents du DSF) et dans certains cas nouveaux ou complexes, experts ou chercheurs.

Nota : a) cette stratégie n'est pas générique des dépérissements et peut s'appliquer à différentes problématiques sylvo-sanitaires qui peuvent avoir des symptomatologies¹ comparables. Les spécificités des dépérissements seront soulignées dans des encadrés.

b) les peuplements concernés sont essentiellement ceux qui ont une vocation de production. On exclut du champ d'application les peuplements sénescents à vocation autre (conservation de la biodiversité) ou ceux qui ont des conditions stationnelles extrêmes. De même, les arbres d'intérêt pour cette problématique sont les arbres dominants ou codominants de ces peuplements de production, à l'exclusion des arbres dominés ou du sous-étage fortement contraints dans l'expression de leur vigueur par les phénomènes de concurrence.

Figure 1 - Méthode d'approche d'un dépérissement



1 – Évaluer et suivre

L'évaluation du phénomène va reposer sur l'observation d'arbres symptomatiques, c'est à dire présentant **des signes extérieurs visibles d'altération de leur fonctionnement physiologique (croissance en particulier) ou de leurs organes par rapport à une « normalité » dans le contexte sylvicole et stationnel local.**

Les symptômes généraux, observables pour la plupart des essences forestières, sont la mortalité de rameaux ou de branches dans la périphérie supérieure du houppier, des changements dans le feuillage qui devient moins dense et plus clair (plus transparent), l'apparition de lacunes dans la ramification qui elle aussi devient moins dense, un raccourcissement anormal des pousses annuelles, l'émission d'éléments de réaction à un stress (suppléants = gourmands)...

Des symptômes plus spécifiques à chaque essence peuvent être également constatés, souvent en lien avec des causes biotiques

(insectes ou champignons): suintement sur le tronc, écoulement de résines, émission de sciure rousse ou blanche...

Divers protocoles ont été établis depuis plusieurs décennies pour standardiser l'observation d'arbres échantillons dans un contexte de dépérissement pressenti :

➔ le déficit foliaire par rapport à un arbre de référence est le critère retenu par les divers réseaux de placettes, qui se sont mis en place à l'échelle européenne depuis le début des années 1980². La notation est réalisée sur toutes les essences, tant résineuses que feuillues, mais exclusivement au milieu de la saison de végétation, c'est-à-dire sur une période estivale courte. De plus, elle nécessite la définition de références propres à chaque essence et chaque contexte sylvicole et stationnel régional. Cette notation nécessite aussi d'identifier la part des événements annuels impactant le feuillage, comme une attaque de chenilles défoliatrices ou un dégât de gel, vis-à-vis d'autres symptômes plus globaux imputables

² Nageleisen L.-M., Goudet M., 2011. *Réseau systématique de suivi des dommages forestiers : Manuel de notation des dommages forestiers*. Ministère de l'Agriculture (MAAPRAT), Note de service DGAL/SDQPV/ N2011-8145 du 27 juin 2011, 51 p.

à un dépérissement, de façon à interpréter la déviation par rapport à la référence...

► l'évaluation de l'aspect des houppiers des essences feuillues dans un contexte de dépérissement fait l'objet d'un protocole spécifique établi par le DSF (acronyme Depefeu pour DÉPÉrissement d'essences FEUillues)³. Il est basé sur la notation de 9 critères symptomatologiques simples concernant la mortalité d'organes pérennes, la transparence et la ramification fine qui sont agrégés dans un indice calculé, l'indice Depefeu. Une des limites de ce protocole est de s'appliquer uniquement aux essences feuillues à un stade adulte, mais il peut être mis en œuvre en hiver comme en été. Cet outil permet une description fine et détaillée des houppiers.

Ces deux protocoles décrivent un arbre à un instant donné sans pour autant définir sa trajectoire de santé (il faut noter l'arbre plusieurs années de suite pour obtenir cette trajectoire). C'est pour pallier ce manque qu'a été développé un troisième protocole prenant en compte la réaction de l'arbre à un stress et permettant le pronostic du devenir de l'arbre. Ce protocole, basé sur l'observation de l'architecture aérienne des arbres, développé par le Cirad⁴ et l'Institut pour le développement forestier, est de ce fait nommé la méthode Archi, décrit dans ce dossier⁵.

Ces protocoles nécessitent une formation pour les appliquer et des intercalibrations⁶ régulières. La notation individuelle d'un arbre prend un temps de plusieurs minutes par arbre en fonction des conditions d'observation. Ils sont essentiellement applicables sur des placettes à effectifs réduits (un minimum de 10 par placette est requis). Un réseau de placettes permet alors d'évaluer la situation à l'échelle d'un massif forestier ou d'une région, en respectant les règles de l'échantillonnage statistique.

Mais quand il est nécessaire de noter un grand nombre d'arbres dans un laps de temps limité pour une évaluation globale à l'échelle d'un massif, une notation simplifiée est nécessaire. Après avoir testé une simplification à l'extrême ne retenant qu'un seul critère (la mortalité de branche) dans le cadre des relevés sylvosanitaires opérés annuellement par les équipes de l'inventaire forestier national (IGN), il est apparu nécessaire d'ajouter au minimum un deuxième critère pour évaluer la vitalité de l'arbre. En effet, les branches mortes, surtout de petites

dimensions peuvent tomber facilement sous l'effet du vent et on a pu constater que des arbres, qui avaient eu à un instant donné une forte proportion de branches mortes, pouvaient présenter ultérieurement un taux très bas de branches mortes tout en étant d'un aspect global très dépérissant du fait d'un manque de ramification important.

C'est pourquoi désormais on estime qu'une évaluation simplifiée de l'aspect des arbres dans un contexte de dépérissement doit prendre en compte deux critères symptomatologiques au minimum :

► la mortalité de branches dans la partie supérieure du houppier (houppier hors concurrence) : c'est un critère simple qui s'applique à toutes les essences, de façon relativement aisée, en toutes saisons.

► le manque de ramification pour les feuillus ou le manque d'aiguilles pour les résineux, qui complète donc l'estimation de l'aspect du houppier hors concurrence.

Cette notation simplifiée à deux critères de l'aspect du houppier des arbres dans un contexte de dépérissement est dénommée protocole Dépéris⁷.

Ce protocole a un **objectif essentiellement opérationnel** qui permet de quantifier assez rapidement la **proportion d'arbres très affectés** dont l'avenir sylvicole est incertain (il est insuffisant pour estimer la vitalité des arbres dans le détail)⁸.

Quel que soit le protocole utilisé, la répétition à l'identique du dispositif d'évaluation à diverses périodes (périodicité annuelle en général) permet d'apprécier la dynamique du phénomène observé (dépérissement, maladie...).

Enfin un paramètre essentiel est à prendre compte dans ces évaluations et suivis lorsqu'une gestion active est menée et qu'une récolte des tiges les plus dépérissantes a déjà été réalisée. Un **suivi des récoltes pour cause de dépérissement** (tiges mortes et tiges très dépérissantes) (*figure 2*) est en effet un élément complémentaire riche en enseignement en termes d'importance du phénomène (volume à l'hectare récolté par rapport au matériel sur pied avant crise) et d'évolution. Il peut être mobilisé globalement à l'échelle des unités de gestion du fait de la commercialisation des produits récoltés.

2 – Analyser et Comprendre

La compréhension des facteurs en cause nécessite une batterie d'observations et de recueil d'informations sur toutes les facettes

³ Nageleisen L.-M., 2018. *Guide de notation de l'aspect du houppier des arbres feuillus dans un contexte de dépérissement (Protocole Depefeu)*. Ministère de l'Agriculture, Département de la santé des forêts, 18 p.

⁴ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

⁵ Drénou C., 2019. « Parlez-vous Archi ? », *les principales définitions de la méthode Archi*. Forêt-entreprise n° 246 p. 28.

⁶ Formation des notateurs pour calibrer les arbres références et ceux dépérissants.

⁷ Goudet M., Nageleisen L.-M., 2019. *Méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement : protocole Dépéris*. Forêt-entreprise n° 246 p. 36.

⁸ Saintonge F.-X., 2019. *Retour d'expériences sur l'utilisation de la méthode Dépéris*. Forêt-entreprise n° 246 p. 41.

Processus en cause dans la symptomatologie d'un arbre dépérissant

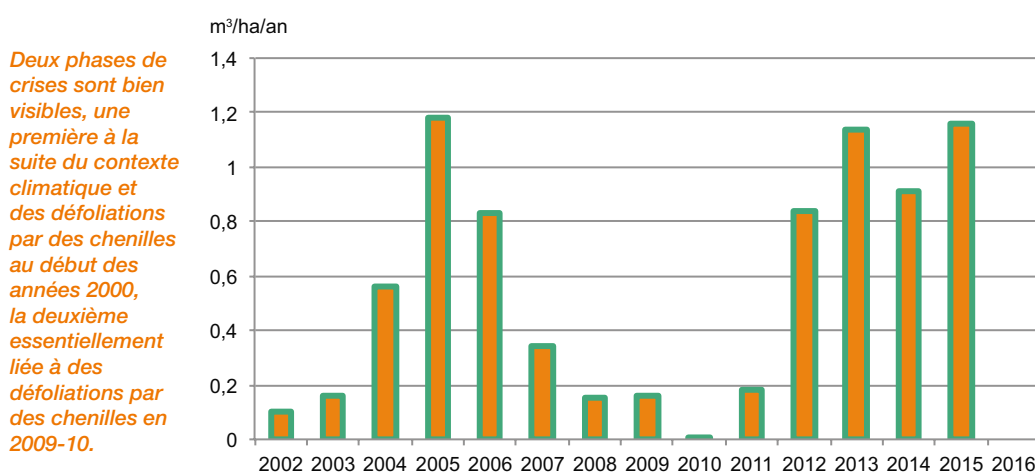
Un dépérissement peut être révélé par différents symptômes au niveau de la partie supérieure du houppier (houppier hors concurrence) :

- baisse de croissance en longueur des unités de croissance en périphérie du houppier,
- mortalité prématurée d'organes pérennes comme les rameaux, les branches et les feuilles ou les aiguilles anciennes chez les essences sempervirentes¹,
- diminution de la ramification fine,
- altération du feuillage se traduisant par une plus grande transparence.

Une évolution relativement lente et progressive de ces symptômes caractérise un dépérissement. Cette évolution ne mène pas inéluctablement à la mort de l'arbre, qui a dans certains cas, la capacité de restaurer les organes perdus (capacité appelée résilience).

¹ Espèce ligneuse dont les feuilles ne tombent pas à la fin de chaque saison de végétation.

Figure 2 - Suivi des récoltes de chênes dépérissants en forêt domaniale des Étangs (57) (en m³/ha/an)



Source : Office national des forêts

environnementales, sylvicoles et sanitaires du ou des peuplements affectés. C'est un travail long qui fait appel à diverses compétences de spécialistes. Dans un premier temps, des observations simples concernant le contexte climatique et pédologique, ainsi qu'une description rigoureuse de tous les symptômes observés sur des tiges à différents stades de dépérissement (nécessité d'abattre des arbres symptomatiques) peuvent être réalisées par des forestiers spécialisés dans le domaine sylvosanitaire (Correspondants-observateurs et permanents du DSF). Des échantillons sont prélevés le cas échéant pour des identifications spécifiques d'insectes ou champignons. Une enquête rétrospective est souvent nécessaire pour mettre en évidence des aléas anciens tant biotiques⁹ qu'abiotiques. Diverses techniques telles que la dendrochronologie (étude de la dynamique de croissance radiale sur des carottes de sondage), la télédétection (étude de séries anciennes d'images)... ont fait régulièrement leur preuve, mais néces-

sitent l'intervention de spécialistes dans ces domaines.

La mise en évidence de multiples facteurs causaux potentiels est fréquente. Pour les organiser et établir un schéma du processus qui aboutit à la dégradation du peuplement, il est désormais classique de hiérarchiser ces facteurs en trois catégories :

les facteurs prédisposants rendent les arbres vulnérables à un stress de façon durable et pérenne (inadaptation des arbres à la station, peuplement âgé moins en capacité de réagir à un stress, pollution chronique, manque d'éclaircie augmentant la concurrence...),

► **les facteurs déclenchants** provoquent un stress brutal, indépendamment de la vigueur des peuplements (événements climatiques extrêmes, pullulations de parasites foliaires, exploitations dégradant la qualité des sols...),

► **les facteurs aggravants** en général biotiques sont, par exemple, les parasites de faiblesse qui profitent de l'affaiblissement des arbres.

⁹ Lié aux organismes vivants.

Le caractère plurifactoriel complexe caractérise un dépérissement par rapport à un processus maladié à un ou deux acteurs (une cause unique : la chalarose du frêne, deux acteurs : nématode du pin et son vecteur, un cérambycide du genre *Monochamus* ou la graphiose de l'orme et ses vecteurs, des scolytes du genre *Scolytus*) ou une mortalité liée à un aléa brutal (canicule-sécheresse très intense comme celle de 2003).

* agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/Guide_de_gestion_des_forets_en_crise_sanitaire_cle4d6979.pdf

Le listing complet de ces facteurs causaux hiérarchisés permet alors de se rendre compte si un tel phénomène a déjà été observé et donc s'il est connu. Se référer à un tel type et aux actions, qui ont été menées pour le gérer, aide grandement à la compréhension et à la gestion du phénomène étudié.

Cependant, dans certains cas, il s'agit d'un processus inconnu et il faut alors réaliser des investigations complémentaires et mobiliser des moyens et des acteurs nouveaux (programme de recherches).

Au final, à l'issue de ces deux phases d'évaluation et de compréhension du dépérissement auxquelles le gestionnaire forestier est confronté, celui-ci devrait avoir une réponse aux deux questions principales pour lui :

- ▀ la dégradation de l'état sanitaire est-elle en phase de progression ou de régression ?
- ▀ est-ce que le dépérissement a de fortes chances de se reproduire à l'avenir ?

3 – Gérer

À la suite de la crise sanitaire consécutive de la sécheresse-canicule de 2003, un *guide de gestion des forêts en crise* a été établi en partenariat entre gestionnaires de la forêt privée et de la forêt publique, le DSF et la recherche.

Son objectif est d'aider le gestionnaire dans ses décisions à travers l'étude de multiples exemples*. En résumé, la gestion d'un dépérissement se traduit par des actions à court, moyen et long termes. À court terme, simultanément aux actions d'évaluation et d'analyse, il convient de limiter les pertes financières et de récolter dans des délais brefs les arbres de valeur susceptibles de se dégrader rapidement (colonisation par des agents d'altération de la bille de pied). **Cette action doit se faire cependant en veillant à ne pas détruire le peuplement.** Pour ce faire, le maintien d'arbres impactés mais montrant des signes de résilience est déterminant pour maintenir un maximum de potentiel de production et de régénération. Dans les cas extrêmes, ce potentiel est cependant compromis et la transformation est alors la seule issue. Un autre point à prendre en compte au cours de cette phase est de veiller à ne pas aggraver la situation globale du peuplement par des modalités d'exploitation inappropriées qui peuvent engendrer des modifications microclimatiques ou stationnelles préjudiciables à l'avenir des tiges restantes (coupe trop importante, effet de lisière, tassement de sol...).

À moyen terme, en fonction des résultats des évaluations, c'est toute la gestion qui peut être modifiée avec un changement substantiel de la programmation des coupes et des travaux. Le plan de gestion pourra être revu quand la crise sera terminée.

À long terme, les enseignements tirés de l'analyse du dépérissement permettent d'éviter le renouvellement d'erreur de gestion passée.

Rôle des différents acteurs forestiers dans l'évaluation d'un dépérissement

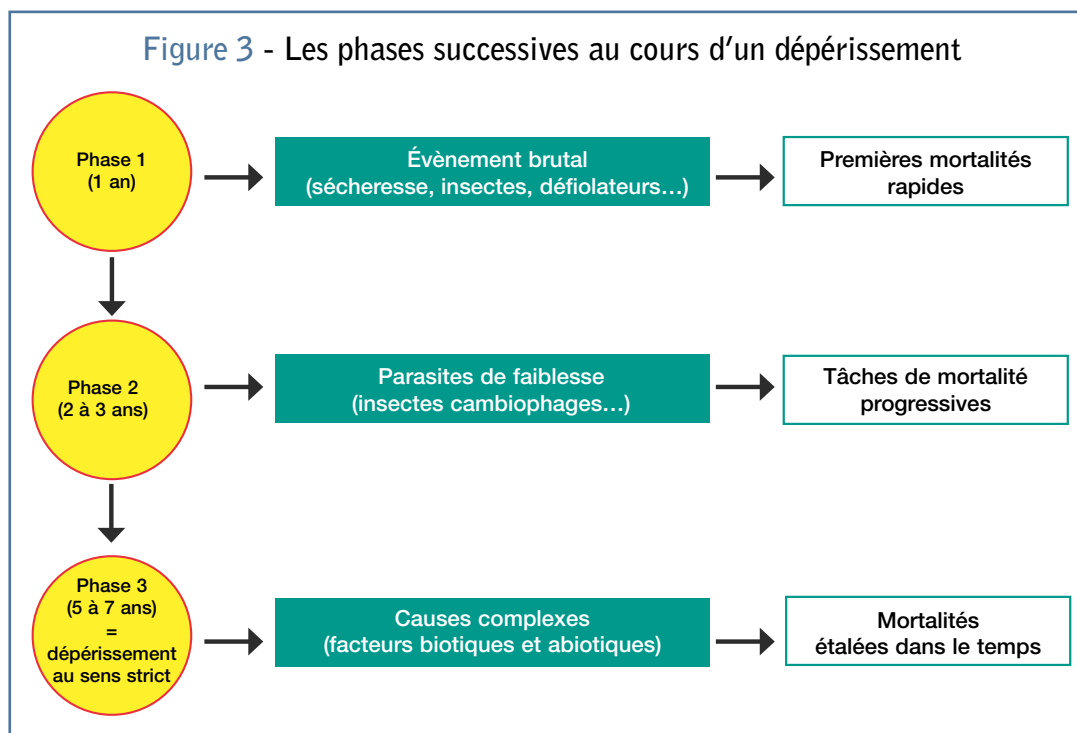
Le rôle de chacun est désormais bien défini :

- ▀ le **gestionnaire** prend conscience d'une dégradation de l'état de santé d'une partie du territoire qu'il gère ;
- ▀ il alerte le **correspondant-observateur (CO)** local ; sur le terrain, le CO évalue « à dire d'expert » la situation, apporte des éléments de diagnostic, et signale au DSF ;
- ▀ lorsque le sujet prend de l'ampleur et où que des investigations supplémentaires pour déterminer les facteurs causaux de la dégradation de l'état de santé de certaines parcelles sont nécessaires, le pôle interrégional du DSF s'associe à la problématique ; il valide et complète le **diagnostic du CO** et propose au gestionnaire, au vu de la situation, des méthodes d'objectivation de la problématique, dans l'espace et le temps ;
- ▀ le gestionnaire adapte les **recommandations du DSF** à son cas personnel et ses questions spécifiques liés aux éventuelles diverses contraintes et les moyens,

notamment humains dont il dispose ; un protocole est rédigé ;

- ▀ le pôle DSF ou le **CO informe et forme des forestiers locaux** au protocole défini ;
- ▀ les observations sont effectuées : le CO accompagne les notateurs dans leurs questionnements et assure un contrôle qualité ;
- ▀ les données sont analysées et compilées dans le système d'information du DSF afin d'affiner la vision nationale de l'état de la santé des forêts, mais aussi de pérenniser la conservation de la donnée dans le temps. Depuis une dizaine d'années, la géolocalisation fine de toutes les observations du DSF améliore significativement la qualité de la donnée, sa représentation cartographique et sa conservation dans le temps ;
- ▀ Le DSF publie annuellement un bilan de l'état de santé de la forêt française et de ses principales essences.

Figure 3 - Les phases successives au cours d'un dépérissement



Pour conclure

Une des principales caractéristiques d'un dépérissement est son caractère évolutif. Cette évolution progressive s'étale sur plusieurs saisons de végétation et passe par différentes phases. (figure 3)

La première est généralement marquée par un événement brutal comme une sécheresse, un gel ou l'épidémie d'un bioagresseur (par exemple des chenilles défoliatrices ou un pathogène foliaire). L'incidence de cet aléa sur les peuplements est modulée par les caractéristiques sylvicoles et stationnelles qui peuvent en exacerber les effets.

Lors de la deuxième phase, des parasites de faiblesse comme les agriles sur feuillus ou des scolytes sur résineux, s'installent sur les tiges qui ont survécu à la phase précédente.

Enfin, deux à quatre années après l'aléa, voire plus, des processus de mortalité complexes faisant intervenir de nombreux facteurs peuvent se mettre en place, tant biotiques qu'abiotiques.

Par la suite, si un nouvel événement ne vient pas entretenir ou réinitialiser le processus, le peuplement retrouve en général un nouvel équilibre après disparition des arbres les plus sensibles.

Un dépérissement est un phénomène complexe causé par un ensemble de facteurs interagissant et se succédant d'une façon particulière qui entraîne une détérioration générale et graduelle des arbres concernés (portant notamment sur leur aspect global et leur croissance), se terminant parfois par la mort de certaines tiges et la résilience d'autres.

Depuis plusieurs décennies, de nombreux cas de dépérissements ont affecté les forêts françaises¹⁰. Un des principaux facteurs déclenchants de ces dépérissements au cours du XX^e et du début de XXI^e siècle est le stress hydrique lié à un déficit de précipitations et à des températures élevées. Si la fréquence de tels événements venait à fortement progresser dans les décennies futures, il est à craindre que les phases de dépérissement engendrées de manière successive et répétitive ne permettent plus de revenir après la crise à un état de la forêt proche de celui avant la crise. La perspective de profonds changements de l'état sanitaire des forêts est donc à craindre. Actuellement, un tel constat n'est pas encore réalisé à l'échelle nationale ou régionale et les dépérissements restent spatialement localisés à des stations particulières, souvent peu favorables aux essences présentes. ■

¹⁰ Nageleisen *et al.*, 1994, RFF n° 5.-2005 ; Forêt-entreprise n°162 ; 2010, *Guide des forêts en crise*.

Bibliographie :

Les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues. Revue Forestière Française Numéro spécial n° 5-1994.

Riou-Nivert P. (coord.), 2005. *La forêt face aux changements climatiques*. Forêt-entreprise n° 162 dossier, avril 2005/2, p.11-53.

Nageleisen L.-M., 2012. *Les dépérissements forestiers en France : 20 ans d'expérience et situation actuelle*. Forêt-entreprise n° 202, dossier La santé des forêts, aujourd'hui et demain p.11-47.

Gauquelin X. (coord.), Bréda N., Legay M., Nageleisen L.-M., Picard O., 2010. *Guide de gestion des forêts en crise sanitaire*. ONF, IDF, 96 p.

https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/Guide_de_gestion_des_forets_en_crise_sanitaire_cle4d6979.pdf

Nageleisen L.-M., Piou D., Saintonge F.-X., Riou-Nivert P., 2010. La santé des forêts. Éditions IDF, 608 p. ; le chapitre 6 est dédié aux dépérissements.

Nageleisen L.-M., 2005. *Dépérissement du hêtre : présentation d'une méthode symptomatologique*

de suivi (JST Inra 2003) Revue Forestière Française LVII 2-2005, p. 255-262.

Nageleisen L.-M., Goudet M., 2011. *Réseau systématique de suivi des dommages forestiers : Manuel de notation des dommages forestiers*. Ministère de l'Agriculture (MAAPRAT), Note de service DGAL/SDQPV/N2011-8145 du 27 juin 2011, 51 p.

Nageleisen L.-M., 2018. *Guide de notation de l'aspect du houppier des arbres feuillus dans un contexte de dépérissement (Protocole DEPEFEU)*. Ministère de l'Agriculture, Département de la Santé des Forêts, 18 p.

Dépéris, Archi : deux outils complémentaires pour objectiver un dépérissement



Par Jérôme Rosa, CNPF-CRPF Centre-Val de Loire, Louis-Michel Nageleisen, DSF et Grégory Sajdak CNPF-IDF

Ce dossier présente deux « indicateurs symptomatologiques ». Ils ont des similarités, mais aussi des différences. Il est donc utile de préciser leurs domaines d'utilisation, afin de permettre aux forestiers une application pertinente de ces deux méthodes.

Une même finalité

Si les outils ont des différences marquées (vocabulaire, approche...), le principal message qu'ils portent est le même : il faut toujours qualifier et quantifier le dépérissement avant d'agir. Lorsque le forestier constate des mortalités anormales de branches, elles lui paraissent spectaculaires, et leur évaluation visuelle est souvent surestimée. Il est indispensable de prendre le temps d'analyser la situation de manière objective à l'aide d'outils existants pour prendre une décision adaptée. La formation à l'utilisation de ces outils est indispensable pour le forestier, afin de le sensibiliser au diagnostic sanitaire.

Des approches complémentaires

Parmi les différentes méthodes de notations symptomatologiques (tableau 1), l'association de ces deux outils est la plus pertinente. Si Dépéris¹ a l'ambition de quantifier rapidement l'ampleur moyenne d'un dépérissement à un moment précis, Archi propose un autre regard sur l'arbre, une lecture de son architecture dans son aspect dynamique et physiologique. Ces deux approches conduisent ces deux outils vers une forte complémentarité, leur utilisation dépendra à la fois de la question posée, et de l'échelle d'observation.

Évaluation à l'échelle du massif

L'article de F.-X. Saintonge et J. Gaudry² détaille deux mises en place du protocole d'observation Dépéris à l'échelle du massif. La méthodologie de prise de données est opérationnelle ; le gestionnaire peut évaluer le temps nécessaire à leur relevé. Cet outil semble plus pertinent à cette échelle,

car pouvant être mis en place rapidement, et répondant ainsi au besoin du gestionnaire forestier confronté à une situation de crise sur une grande surface. C'est d'ailleurs pour cet objectif que le protocole d'évaluation des houppiers Depefeu a été simplifié en Dépéris³ (tableau 1) par le DSF. À ce stade, il s'agit plus de quantifier le problème que d'évaluer la réaction des arbres. Enfin, le protocole Dépéris est utilisable sur toutes les essences forestières grâce à une même notation (même s'il y a des références déclinées par essence) alors qu'Archi se décline essence par essence.

Évaluation à l'échelle de la parcelle

Les deux outils sont aussi très complémentaires à l'échelle de la parcelle. Dépéris offre les mêmes avantages qu'à l'échelle d'un massif, et son utilisation permet de quantifier une situation sanitaire souvent difficile à apprécier sans observation normalisée.

De son côté, Archi offre au forestier la possibilité de placer son peuplement, déjà identifié comme dépérissant, dans la dynamique du dépérissement : est-ce un dépérissement irréversible (conduisant à la mort dans un intervalle de temps variable), en situation de stress, ou en cours de résilience ?

L'utilisation conjointe des deux méthodes est d'autant plus pertinente que les cas sont complexes. Quand Dépéris apporte une réponse très tranchée (très peu dépérissant ou à l'inverse fortement dépérissant), Archi mène aux mêmes conclusions. Par contre, pour des situations moins contrastées Archi apporte un pronostic sur la dynamique de résilience des

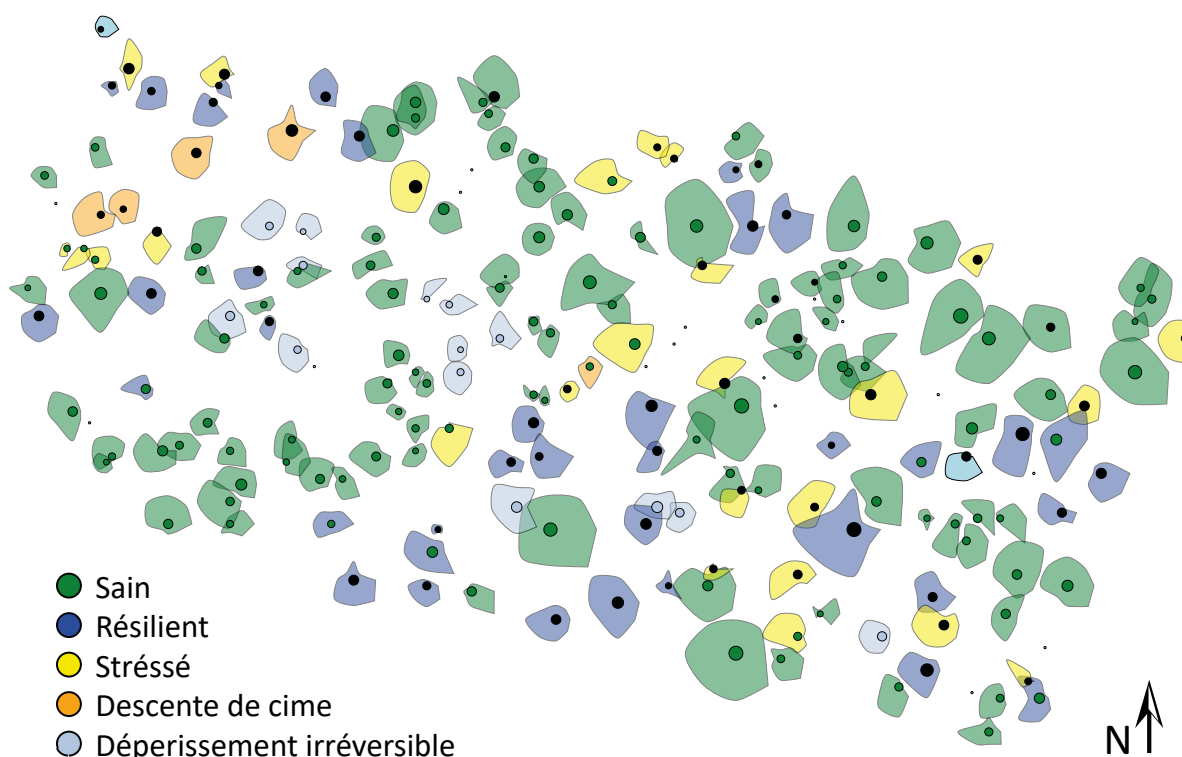
¹ Goudet M., Nageleisen L.-M., 2019. *Protocole Dépéris, méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement* : FE n° 246 p. 36.

² Saintonge F.-X., Gaudry J., 2019. *Retour d'expériences sur l'utilisation de la méthode Dépéris*. FE n° 246 p. 41.

³ Nageleisen L.-M., Goudet M., 2019. *Les dépérissements en forêt*. Forêt-entreprise n° 246 p. 16-21.

Figure 1 - Exemple d'une placette de suivi sur chêne : éclaircie à gauche, témoin à droite.

*Suivi des types archi dans une chênaie d'Ille-et-Vilaine (35).
Projection verticale des houppiers au sol en fonction des types Archi pour les arbres dominants.
Le cercle central représente la position du tronc et est proportionnel au diamètre de l'arbre à 1,30 m.*



arbres ayant des niveaux symptomatiques proches, donc des notations Dépéris semblables. En effet, pour une même note Dépéris, la nature, le nombre et la position des suppléants peuvent varier avec des conséquences déterminantes sur l'avenir de l'arbre.

Les placettes de suivi

Là encore, les deux outils sont complémentaires. Sur des réseaux de placettes comprenant notamment des essences très variées, l'évolution des proportions d'arbres selon les notes Dépéris et selon les types Archi permettent de tracer l'évolution des peuplements, et de tenter de les relier aux paramètres observés (climat, sol, paramètres sylvicoles...). Des suivis sur chênes, douglas et sapin sont en cours sur ce sujet (projet collaboratif Cirad – CNPF – DSF : « Outils de diagnostic architectural des arbres pour le suivi de la santé des forêts »)

À l'échelle de l'arbre : Archi aide le forestier lors des martelages

Le forestier s'intéresse à l'individu « arbre » lors des martelages. Lors de cette opération déterminante, les questions qu'il se pose ne sont plus d'ordre quantitatif, mais bien qualitatif. Le marteleur veut savoir si l'arbre qu'il observe est

en bonne santé ou s'il a une bonne probabilité de rester vivant au moins jusqu'à la prochaine coupe ou éclaircie. C'est le domaine de prédilection de l'outil Archi. Ce n'est pas bien sûr la méthode Archi qui décidera de l'avenir de l'arbre, mais le forestier aura une information supplémentaire, qu'il intégrera à son analyse des aspects économiques et sylvicoles.

Les autres éléments indispensables au diagnostic

L'ambition de ces outils n'est pas de comprendre ou prédire toute la complexité du dépérissement. Ils ambitionnent de proposer aux forestiers des méthodes d'évaluation du dépérissement, de calibrer les observations concernant les arbres, et plus particulièrement l'appareil végétatif aérien.

Archi évalue la position de l'arbre dans la dynamique de dépérissement, mais n'est pas une boule de cristal. La « prédiction » est impossible sans connaître l'évolution des nombreux autres facteurs du milieu forestier, principalement le climat et la présence de pathogènes. Ainsi, un arbre résilient, ou même sain, peut devenir stressé, si les conditions climatiques des prochaines années sont défavorables. Un arbre irréversible restera vivant si, à l'inverse, les conditions climatiques restent très favorables,

et qu'aucun problème biotique n'intervient. Il est donc évident que de nombreux autres facteurs sont à prendre en compte pour la compréhension des cas de dépérissement, notamment :

- la station (sol/climat). Les catalogues de station, ou des outils comme Bioclimsol® sont alors pertinents pour identifier la part des facteurs abiotiques dans les causes de dépérissements
- les symptômes de dommages biotiques, l'identification des pathogènes. L'expertise du

Département de la santé des forêts et la formation de ses correspondants observateurs sont ici déterminantes.

Enfin, l'intégration de tous les autres facteurs influençant la gestion (économiques, dendrométriques, sociologiques...) sera toujours indispensable pour que le forestier prenne les décisions les plus appropriées. ■

Tableau 1 - Les différentes méthodes de notations symptomatologiques

Méthode	Type de critères	Essences	Période de notation	Restrictions - limites	Utilisation
Mortalité de branches	Critère unique	Toutes	Toutes saisons	Disparition des axes morts Vieillessement naturel des arbres	IGN/IFN Inventaire annuel
Depefeu	9 critères pour calculer un indice	Feuillus au stade adulte	Été - hiver	Uniquement les essences feuillues Méthode longue	DSF & Correspondants - observateurs Site dépérissant
Depefeu flash	Note synthétique	Feuillus au stade adulte	Été - hiver	Uniquement les essences feuillues Simplification trop importante de Depefeu	DSF & Correspondants observateurs Site dépérissant
Déficit foliaire	Note synthétique par rapport à un arbre de référence	Toutes	Été (juillet préférentiellement) Possible hors saison de végétation pour les résineux	Définition de l'arbre de référence pour noter Intègre les problèmes ponctuels (atteintes foliaires)	DSF & Correspondants observateurs Réseau systématique de suivi des dommages forestiers ; RenecoFor
Dépéris	Deux critères pour attribuer une note synthétique grâce à un abaque	Toutes	Toutes saisons	Notation simplifiée	DSF & Correspondants observateurs Gestionnaires Site dépérissant
Archi	Multicritères, adaptés aux spécificités de chaque essence, ordonnés selon la logique du fonctionnement des arbres et passant en revue toutes les parties aériennes de l'arbre (cime, houppier hors concurrence, houppier entier, tronc).	Chênes pédonculé, sessile, pubescent, liège ; hêtre, châtaignier, sapin, douglas ; pin sylvestre, à crochet, de Salzmann Liste amenée à s'étendre.	De préférence hors feuille pour les feuillus caducs, toute saison pour les résineux	La résilience ne pourra être observée qu'en décalé par rapport à l'expression de la crise.	DSF & Correspondants observateurs Conseillers & gestionnaires formés Formateurs et étudiants Site dépérissant

La méthode Archi

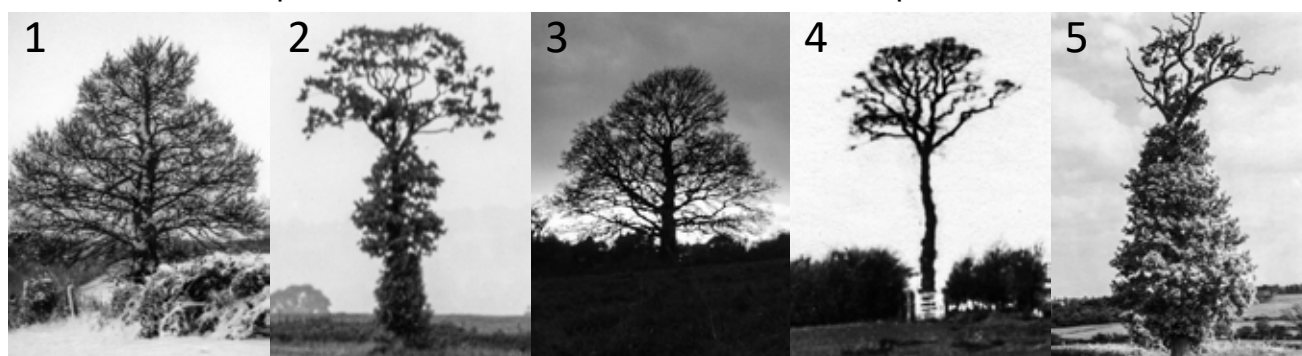


Un diagnostic architectural des houppiers pour apprécier l'état physiologique des arbres

Par Grégory Sajdak, CNPF-IDF

Avant de lire cet article, vous êtes invité à trouver l'ordre chronologique de ces photos d'un chêne anglais. Un indice : une centaine d'années sépare la première de la dernière. La solution se trouve à la fin de l'article.

Figure 1 - The Arthur Hugh Clough Oak.
Reproduction avec l'aimable autorisation de Philip. J. Stewart.



L'architecture des arbres est une **discipline scientifique** basée sur l'**observation fine** des parties aériennes de l'arbre, apparue dans l'ouvrage de F. Hallé et R. Oldeman¹. Cette publication pose les bases des modèles architecturaux et en présente une vingtaine. Les arbres tropicaux furent les premiers étudiés tandis que les premières essences de nos forêts tempérées le furent plus tard, dans les années 1980².

Aujourd'hui, forte des connaissances acquises sur l'architecture des essences tempérées, la « **méthode Archi** », développée par Christophe Drénou, ingénieur à l'Institut pour le développement forestier, est disponible pour plusieurs essences présentes dans nos forêts : douglas, sapin pectiné, pin sylvestre, pins à crochet et Salzmann, chênes à feuilles caduques (pédunculé, sessile, pubescent), chêne liège, hêtre, châtaignier. D'autres sont à l'étude comme le chêne vert, l'épicéa et le pin laricio de Corse.

Validée scientifiquement², la méthode Archi repose sur le croisement des symptômes de **dégradation du houppier*** (mortalité anormale*, ramification appauvrie*, coloration anormale) et des **processus de restauration** (émission de suppléants* principalement). Elle permet au forestier de connaître l'état physiologique d'un arbre et d'anticiper son évolution : arbre sain*, résilient* (retour vers un état sain), stressé* ou dépérissant irréversible*.

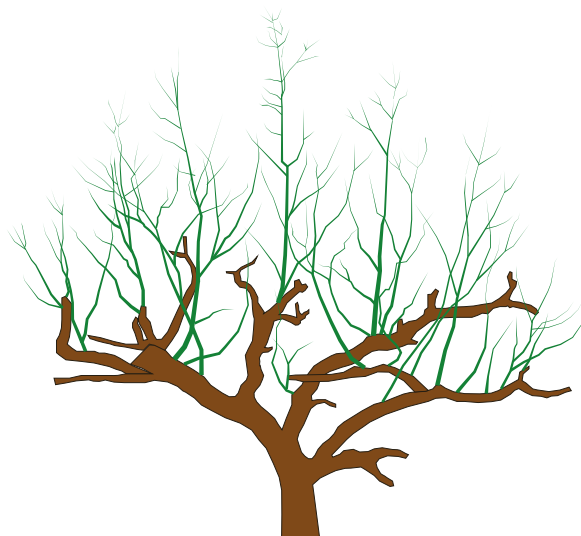
Ce chêne pubescent (*figure 2*, p. 26) situé sur les Causses du Larzac aveyronnais présente de nombreux chicots* et a perdu toute sa ramification fine. D'origine, il ne reste que le tronc et les branches maîtresses*, en brun sur le schéma. Les suppléants* en vert, orthotropes*, nombreux et vigoureux ont reconstitué un houppier. L'âge des suppléants, une douzaine d'année en 2016, nous permet d'affirmer que l'origine de cette réaction est liée aux événements climatiques de 2003 ou 2005.

¹ Hallé F., Oldeman R., 1970. *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Paris Masson, 192 p., Fonds IRD.

* Parlez-vous Archi ? Les principales définitions. Forêt-entreprise n° 246, p. 28-35.

Figure 2 – Chêne pubescent sur les Causses du Larzac. Cet arbre a des capacités de résilience après la perte de ses ramifications fines

Photo et illustration : Grégory Saldak CNPF-IDF



Aujourd'hui, l'arbre est en passe d'être classé sain selon la clé Archi. Le peuplement entier étant dans cet état, il aurait pu être considéré comme condamné et coupé, laissant place au buis omniprésent sur cette parcelle et la menant dans une impasse sylvicole. La méthode Archi nous apprend à observer avant de prendre une décision, rester prudent sur le devenir des arbres et donne des indications sur leur avenir probable.

Nous savons aujourd'hui que les arbres ont des capacités de résilience que le forestier a longtemps sous-estimées. Le **risque de condamner** un arbre en associant la présence d'une mortalité anormale, symptômes facilement visibles, à une mort prochaine est grand, et conduit à des erreurs irréversibles. Si l'on n'observe pas les mécanismes de résilience, ces arbres sont prélevés prioritairement alors que d'autres, présentant des signes plus diffus (pas de mortalité mais ramification appauvrie sans émission de suppléants par exemple) sont conservés, leur avenir n'étant pas plus assuré. Le forestier hâte parfois la coupe d'arbres stressés ou résilients dont certains auraient pu être conservés, afin de poursuivre les itinéraires sylvicoles prévus ou de temporiser une récolte totale du peuplement.

La méthode Archi qualifie **l'état physiologique** des arbres d'un peuplement, et situe l'arbre dans la dynamique de dépérissement, en cas de réponse à un stress. Cependant elle **ne renseigne pas sur les causes du dépérissement**, par définition multiples (conditions pédoclimatiques, maladies, sylviculture, génétique, etc.).

Lors d'une éclaircie, d'une coupe de régénération ou sanitaire, **cette méthode permet de prélever les arbres jugés les plus en difficulté** (irréversible) s'ils gênent un arbre qui réagit. En aucun cas, elle ne supprime les critères classiques dont dispose le forestier lors du choix des arbres : concurrence, qualité (rectitude, branchaison, tares, diamètre, etc.).

La détermination du type Archi est un critère supplémentaire, utile lorsque les autres critères ne permettent pas de choisir entre deux arbres, ou lorsque l'état sanitaire d'un peuplement devient préoccupant.

L'utilisation de la méthode Archi nécessite une formation, essence par essence, tant les spécificités liées à l'espèce sont prégnantes dans le diagnostic. Cette formation dure deux journées dont les trois quarts sur le terrain.

L'histoire du chêne de Arthur Hugh Clough

C'est à un poème⁴ que nous devons cette série de photographies. Ce chêne a inspiré la monodie « Thyrsis » de Sir Matthew Arnold. Cette monodie commémore la mort de son ami, Arthur Hugh Clough, à Florence en 1861 à l'âge de 42 ans. Dans ce poème, l'auteur ayant observé l'arbre de loin, le prend pour un orme, et le surnomme « the signal-elm », en référence à son port particulier en forme de parapluie. Cet arbre patrimonial situé près d'Oxford en Angleterre a rapidement été identifié et a été photographié régulièrement depuis.

Figure 3 – La méthode Archi situe l'arbre dans une dynamique de dépérissement ou de résilience



Grégory Sajdak © CNPF-IDF

Chêne stressé : la ramification de cet arbre est appauvrie, la mortalité est rare et ne concerne que quelques branches fines.



Grégory Sajdak © CNPF-IDF

Chêne résilient : malgré la présence de grosses branches mortes traduisant la perte presque totale de sa ramification d'origine, cet arbre est en train de remplacer son houppier d'origine par de nombreux suppléants orthotropes vigoureux.

L'ordre des photos est 4 (1906), 2 (années 1920), 5 (1950), 1 (1981), 3 (2008).

Cette chronophotographie illustre une véritable descente de cime, sur plus d'un siècle.

L'arbre, en 1906 (photo 4), présente d'importantes mortalités en cime. D'après son port de futaie, on peut imaginer qu'il était entouré d'autres arbres, disparus depuis déjà quelques années. Le contour de son tronc laisse deviner un élagage régulier des suppléants (arbre d'émonde), l'empêchant de s'adapter à son nouvel environnement en raccourcissant la distance « feuilles – racines ». L'arbre est en état de stress.

L'arbre est toujours stressé dans les années 1920 (photo 2), après un nouvel élagage, comme en témoigne la plus courte longueur des suppléants les plus bas, ceux épargnés poussent librement tandis que le houppier est toujours en perte de vitalité. 30 ans plus tard, en 1950 (photo 5), le houppier d'origine est presque totalement mort, seuls quelques suppléants agéotropes* survivent. Les suppléants plagiotropes* se hiérarchisent le long du tronc. L'arbre amorce une descente de cime.

La photographie de 1981 (photo 1) représente un arbre de plein champ. La différence de diamètre entre le tronc et les branches latérales permet de dire qu'il s'agit d'anciens suppléants plagiotropes car ils sont apparus bien après le développement du tronc. L'arbre est en train de terminer sa descente de cime qui est une forme de résilience.

En 2008 (photo 3), le contour de l'arbre devient plus régulier, la nouvelle cime est vigoureuse, sans mortalité, il est sain.

En 100 ans, l'arbre s'est complètement transformé. Il a su s'adapter à son environnement en passant d'un état de stress (photos 4 et 2) à un état sain au travers d'une descente de cime (photos 5 et 1).

Références

² Edelin C., 1977. *Images de l'architecture des conifères*. Thèse, Université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier.

³ 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*. RFF LXVII -4-2015.

⁴ Arnold M., Thyrsis. *The poems of Matthew Arnold, 1840-1967*. Première publication : Macmillan's Magazine, Avril 1866.

Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., 2012. *Rôles des gourmands dans la résilience des chênes pédonculés dépérissants*. Forêt Wallonne, n° 116, 42-55.

Drénou C., Giraud F., Gravier H., Sabatier S., Caraglio Y., 2013. *Le diagnostic architectural : un outil d'évaluation des sapinières dépérissantes*. Forêt Méditerranéenne. t. XXXIV, n° 2, juin 2013.

Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., 2015. *The diagnostic method ARCHI applied on declining pedunculate oaks*. Arboricultural Journal, vol 37, n° 3, 166-179.

* Drénou C., Caraglio Y., 2019. *Parlez-vous ARCHI ? Les principales définitions de la méthode Archi*. Forêt-entreprise n° 246, p. 28-35.

Formation

Diagnostiquer le dépérissement du douglas avec la méthode Archi

Corrèze – 19 et 20 juin 2019 – 2 jours – stage animé par Grégory Sajdak, IDF et Marion Bolac, CRPF

Savoir décrire l'architecture d'un arbre, utiliser la clé Archi au niveau de l'arbre et du peuplement pour des recommandations sylvicoles.

Renseignements pratiques et inscription par tél. : 02 38 71 91 14 ou courriel : idf-formation@cnpf.fr ou christine.clemente@cnpf.fr

Retrouvez tous nos stages : <http://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-catalogue-des-formations-de-l-idf/n:534>

« Parlez-vous Archi ? »



Les principales définitions de la méthode Archi

Par Christophe Drénou, CNPF-IDF¹ et Yves Caraglio, Cirad²

¹ Centre national de la propriété forestière, Institut pour le développement forestier (IDF), Maison de la Forêt 7, chemin de la Lacade 31320 Auzeville Tolosane

² Unité mixte de Recherche Cirad-CNRS-Inra-IRD-Université Montpellier 2 - Botanique et bio-informatique de l'architecture des plantes (AMAP) TA A51/PS2, Boulevard de la Lironde 34398 Montpellier cedex 5

La ramification s'observe en cime, la réitération, quant à elle, concerne tout le houppier. Une mortalité en cime ne suffit pas pour parler de descente de cime. Gourmands, rejets et rameaux épïcormiques désignent des structures de même nature rebaptisées « suppléants ». Sénescence n'est pas dépérissement. Résistance ne rime pas toujours avec résilience. Quelques définitions pour préciser les termes et concepts de la méthode Archi.

La méthode Archi s'intéresse à la résilience des arbres en ajoutant au relevé des symptômes habituels (ramification appauvrie, mortalité anormale, etc.), un examen des suppléants ainsi que, pour certaines essences, un diagnostic des stades de développement. Son appropriation nécessite une définition précise des termes et concepts utilisés.

Comment se développe un arbre ? Les concepts utilisés en architecture

Catégorie d'axe : au sein d'un système ramifié, les axes se différencient par leur morphologie et leurs fonctions. Certains ont une fonction d'exploration de l'espace (exploration verticale pour le tronc, latérale pour les branches), d'autres une fonction d'exploitation via la photosynthèse (les rameaux), ou enfin une fonction de reproduction (les rameaux courts florifères chez les fruitiers par exemple). Une catégorie d'axes regroupe des axes équivalents entre eux. Le nombre de catégories d'axes dans une architecture est relativement petit. Généralement inférieur ou égal à 5 chez les feuillus, il peut aller jusqu'à 7 chez les résineux.

Développement (stade de) : sert à désigner les évènements qualitatifs jalonnant la vie d'un organisme. On distingue chez les arbres quatre stades de développement : jeune (unité architecturale*), adulte (réitération*), mature (volume définitif atteint) et sénescence* (mort naturelle progressive et inéluctable). Pour les pins (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra Salzmanii* et *Pinus uncinata*), dont les peuplements naturels

de montagne sont très hétérogènes en classes d'âges, le diagnostic Archi intègre un diagnostic du stade de développement des arbres. Ce double diagnostic (stade de développement et état physiologique) concerne aussi le châtaignier (*Castanea sativa*), qui peut se présenter sous forme de taillis (jeunes tiges), de futaies (tiges adultes) ou de vergers à fruits (sujets souvent matures, voire sénescents). Il s'applique aussi au chêne-liège, essence exploitée pour son écorce tout au long de sa vie.

Gigantisme : Tous les arbres ne construisent pas leur houppier par réitération totale de l'unité architecturale*. Celle-ci peut s'accroître et devenir géante sans être plus complexe. Cette stratégie, appelée gigantisme, est propre à certaines essences (épicéa, sapin, douglas, etc.).

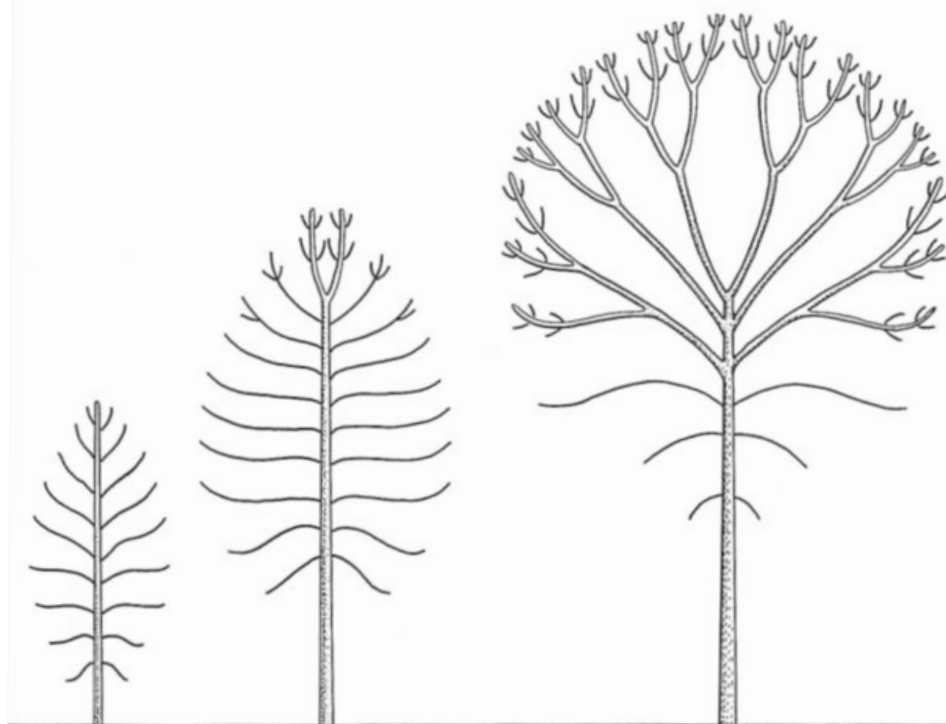
Méristème : tissu jeune à cellules indifférenciées se multipliant activement.

Ramification : processus par lequel un axe donne naissance à un nouvel axe. Dans le cadre des clés Archi et dans un objectif pratique de simplification rendant compte du comportement général des essences tempérées nord, le terme se restreint comme suit : processus par lequel un axe donne naissance à un axe différent de lui. Communément, la ramification* se produit chaque année à partir de quelques bourgeons formés l'année précédente. Sur un arbre adulte, la ramification s'observe généralement sur les axes situés en périphérie du houppier*. Au centre en effet, les branches s'élaguent naturellement et il ne

* Les astérisques renvoient à d'autres définitions de l'article.

Figure 1 - Développement d'un arbre par réitération totale

Dessins : C. Drénou © CNPF-IDF



À gauche, l'unité architecturale ; à droite, un arbre adulte dont le houppier, en cours d'édification, présente trois fois le phénomène de réitération totale qui se traduit par trois niveaux de fourches maîtresses.

reste que les réitérations* du tronc, c'est-à-dire les branches maîtresses*.

Réitération : processus par lequel un organisme duplique totalement ou partiellement sa propre architecture. Le résultat d'une réitération est nommé « réitération » dans le cadre du développement séquentiel des branches* et « suppléant* » lorsqu'il s'agit d'une réaction retardée.

Sénescent : arbre ayant atteint le dernier stade de son développement*. Les branches maîtresses* meurent progressivement et ne sont pas remplacées, car la capacité de l'arbre à produire des suppléants* est quasi nulle au moment de la sénescence. En gestion forestière, la sénescence est très rarement observable (âge d'exploitabilité économique inférieure).

Unité architecturale : architecture élémentaire d'un arbre caractérisant la phase de jeunesse. La première est à l'origine du tronc, les suivantes dérivent les unes des autres par réitération et forment le houppier.

Où observer ? Les différentes parties d'un arbre

Branche : structure à manifestation annuelle faisant partie du développement prévisible (ou séquentiel) d'un arbre ; issue du processus de ramification*, portée par le tronc* ou une réitération* de celui-ci. À l'ombre, une branche grossit peu, a une durée de vie brève et s'élague donc naturellement. En revanche, à la

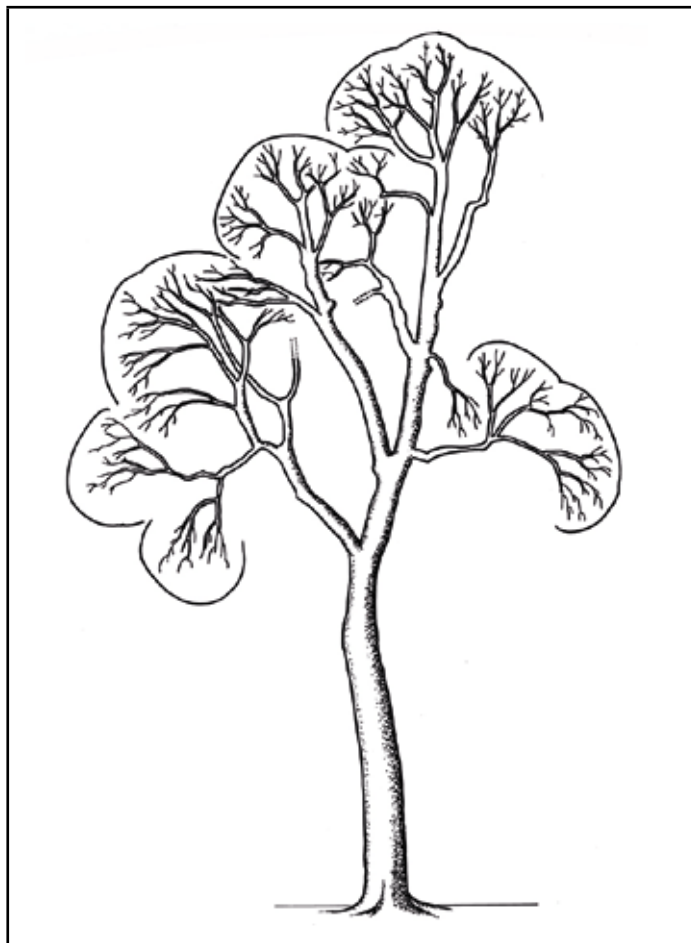
lumière, certaines branches peuvent accroître leur espérance de vie en réitérant leur propre structure (on parle de réitération* partielle), voire même en se redressant progressivement et en acquérant l'architecture d'un tronc (réitération totale) c'est-à-dire en devenant des branches maîtresses* du houppier*.

Cime : un arbre normalement constitué est composé d'un tronc*, plus ou moins haut, et d'un houppier* plus ou moins développé. La cime est la partie supérieure du houppier. Elle peut casser ou mourir, se renouveler (voir « résilient »), ne jamais être remplacée (voir « repli ») ou être remplacée plus bas, donnant l'impression de « descendre » (voir « descente de cime »). Les axes vivants les plus hauts d'un arbre ne constituent pas toujours une cime. À la suite d'une forte dégradation d'un houppier* par exemple, tant que les suppléants ne sont pas organisés en un nouveau houppier structuré, l'arbre est sans cime.

Cimette : quand la cime* d'un arbre est morcelée en entités distinctes, chacune est une cimette.

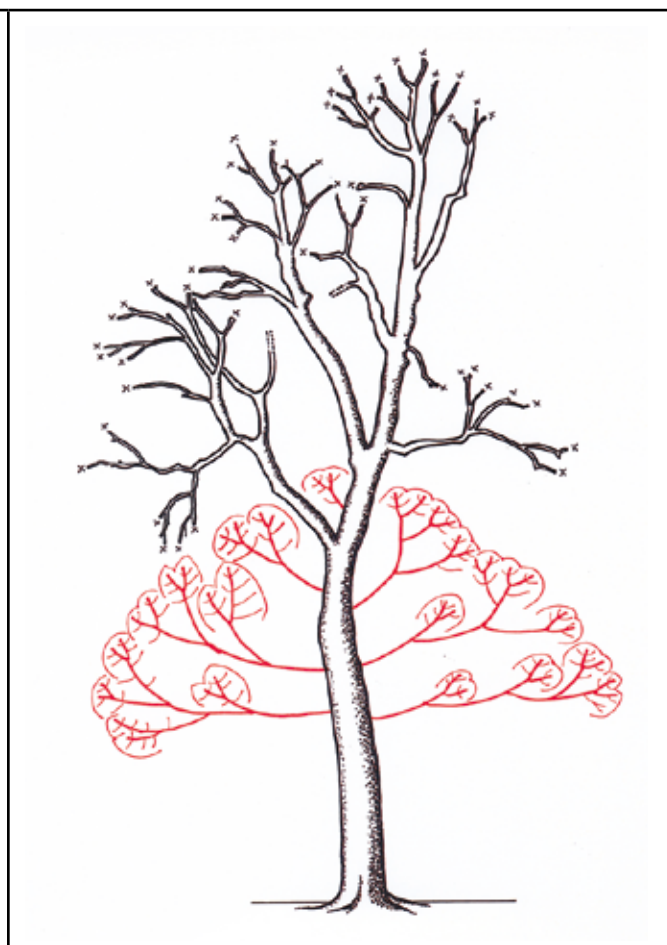
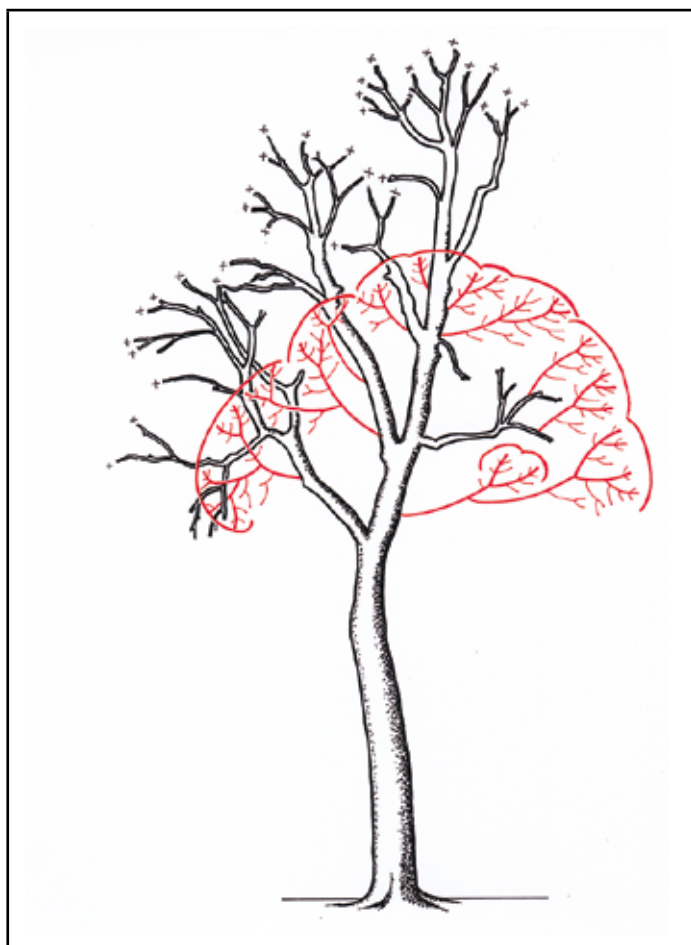
Houppier : ensemble structuré d'axes portés par le tronc. Ils sont généralement issus de la ramification initiale du tronc, et s'organisent en branches maîtresses*, branches et rameaux secondaires. Ils peuvent aussi avoir pour origine des suppléants*, à condition que ceux-ci soient hiérarchisés entre eux, certains étant dominants et d'autres dominés, de sorte que leur contour dessine une ogive, plus ou moins aplatie en fonction des essences.

suite p. 32



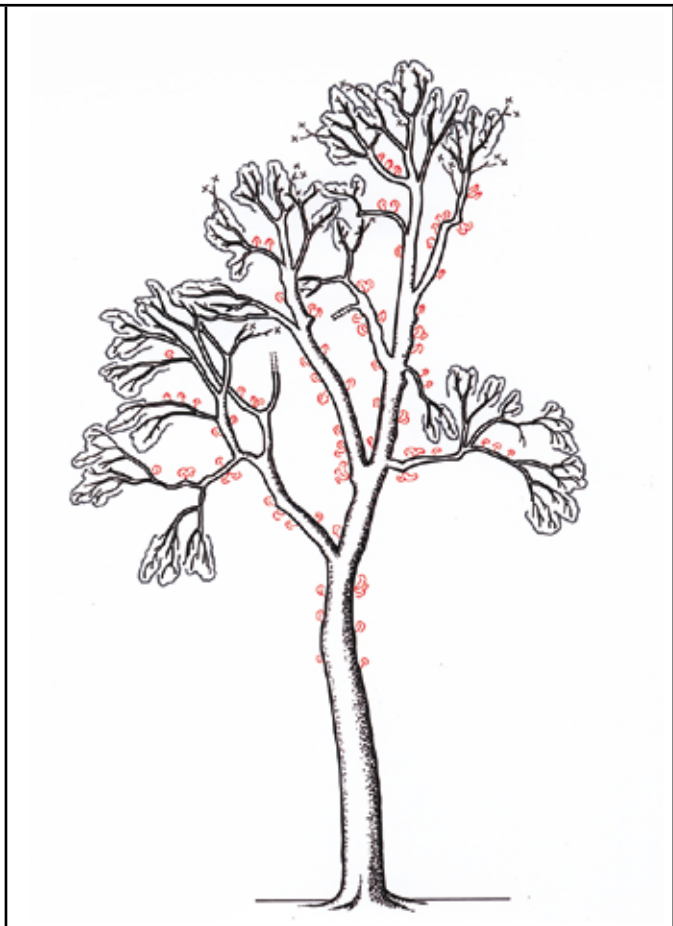
Un arbre sain (à gauche) construit son houppier par réitérations successives de son unité architecturale. Un arbre résilient (à droite) forme des suppléants orthotropes (en rouge) venant restaurer le houppier d'origine.

Schémas : C. Drénou © CNPF-IDF



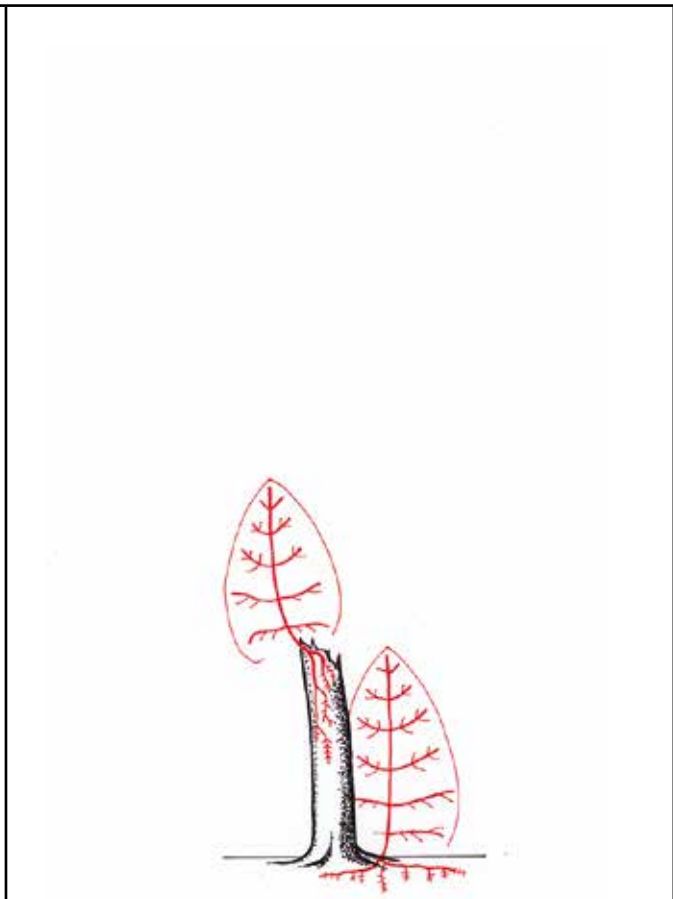
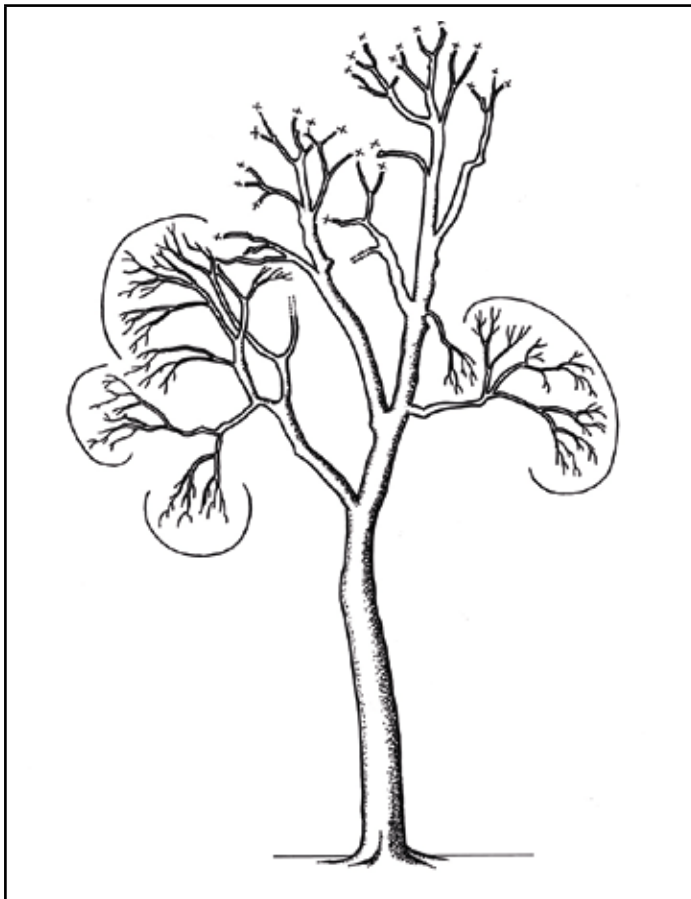
Un arbre en **descente de cime** construit un deuxième **houppier** sous la **cime** d'origine, laquelle finit par mourir. Ce nouveau houppier peut s'emboîter dans le premier (à gauche) ou s'insérer en dessous (à droite). Dans les deux cas, la cime donne l'impression de descendre. La descente de cime n'est pas un **stade de développement**. **Sénescent**, l'arbre perd l'aptitude d'exprimer une descente de cime.

Schémas : C. Drénou © CNPF-IDF



Un arbre stressé (à gauche) présente une **ramification appauvrie**, une **mortalité anormale** en **cime** et réagit souvent (mais pas toujours) en produisant des suppléants vigoureux (en rouge). La mortalité en cime d'un arbre en situation de **dépérissement irréversible** (à droite) n'est pas nécessairement plus élevée, du moins au départ, que celle d'un sujet stressé. En revanche, la ramification appauvrie est générale et surtout, les suppléants mis en place sont soit quasi-absents, soit nombreux, mais tous, ou presque tous, du type **agéotrope**.

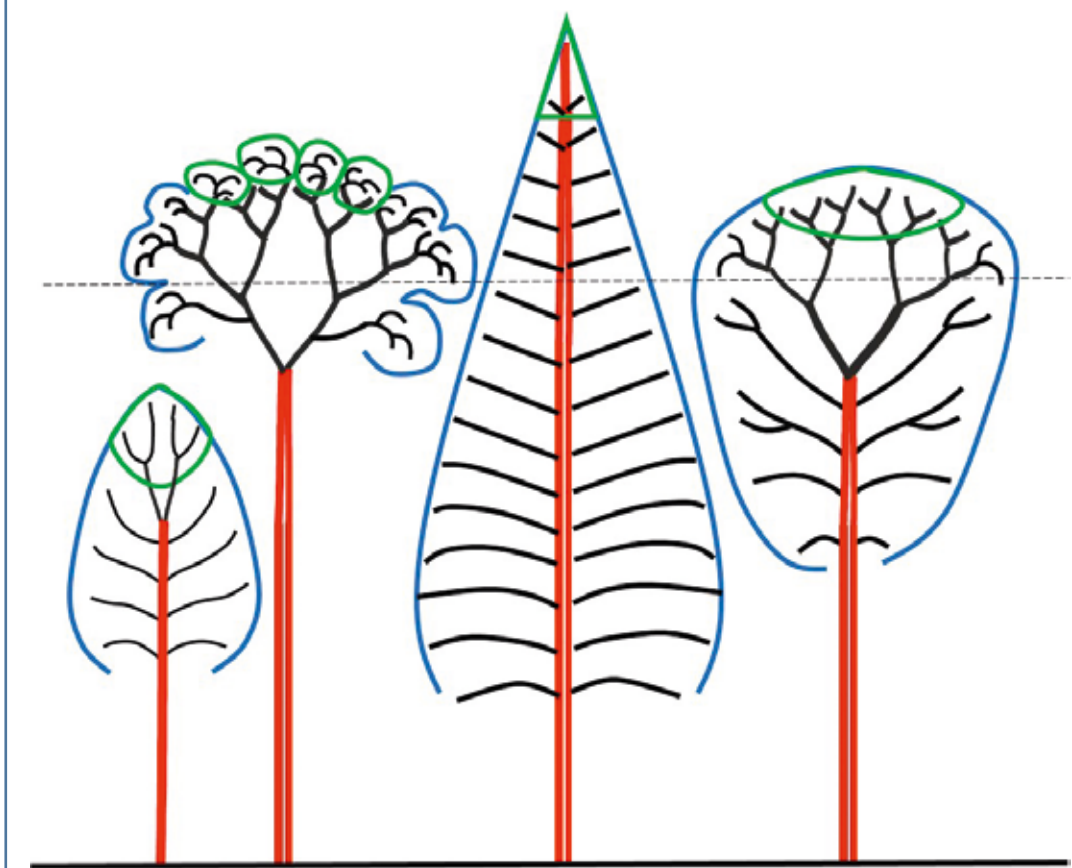
Schémas : C. Drénou © CNPF-IDF



Tout oppose **le repli** (à gauche) et **la colonie** (à droite). Dans le premier cas, l'arbre n'a pas, ou n'a plus, la capacité d'émettre des **suppléants**. Il isole la cime dépérissante et continue à vivre grâce aux **branches** basses non altérées. Dans le deuxième cas, le **dépérissement** envahit l'arbre entièrement, mais les suppléants donnent naissance à des racines et s'affranchissent ainsi de l'arbre d'origine.

Schémas : C. Drénou © CNPF-IDF

Figure 2 - Sur ces schémas, les troncs sont rouges, le contour des houppiers est bleu et les cimes ou cimettes sont entourées de vert. Les houppiers hors concurrence se situent au-dessus de l'horizontale en tirets noirs.



Schémas : C. Drénou © CNPF

Houppier hors concurrence : partie du houppier excluant les zones inférieures ou latérales soumises à des phénomènes de concurrence.

Maîtresse (branche) : branche équivalente au tronc, tant au niveau de son architecture que de ses dimensions ou de sa durée de vie. Aussi appelée charpentière. Elle résulte de la réitération totale du tronc.

Suppléant : structure apparaissant sur des parties déjà anciennes de l'arbre, à partir de nouveaux méristèmes* ou de méristèmes non mobilisés dans la séquence normale du développement. Elle permet à l'arbre de s'adapter à l'environnement en modifiant, renforçant ou restaurant son architecture. C'est la raison pour laquelle le terme de « suppléant » est préféré à « gourmand », « rejet », « rameau épïcormique » ou « réitération retardée ».

Tronc : partie d'un arbre comprise entre les racines et la première fourche maîtresse*. Quand celle-ci est absente (arbres jeunes ou arbres se développant par gigantisme*), le tronc se prolonge jusqu'à la cime.

Qu'observer ? Les critères du diagnostic Archi

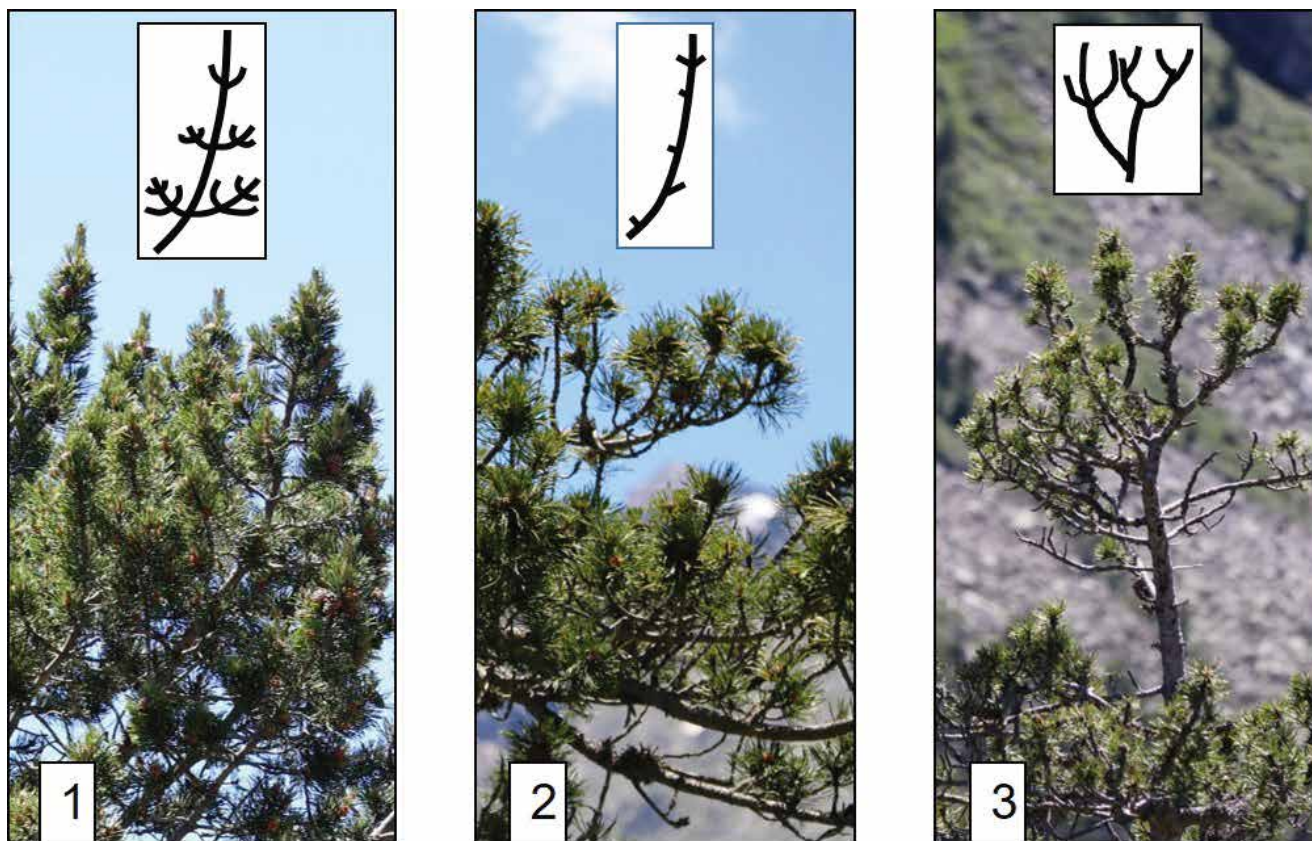
Agéotrope (suppléant) : un suppléant agéotrope (du grec « a » : sans, « géo » : terre et « tropos » : direction) pousse sans direction de croissance privilégiée et présente des caractères morphologiques de vieillesse (axes grêles, floraison précoce ou absente, ramification appauvrie*, durée de vie limitée). Il a pour fonction de faire survivre la branche qui le porte. Voir aussi Orthotrope, Plagiotrope.

Anormale (mortalité) : mortalité dont la cause n'est ni la concurrence pour la lumière ni le vieillissement naturel, d'où l'importance de définir les limites du houppier hors concurrence* et de savoir reconnaître un individu sénéscent*.

Appauvrie (ramification) : la ramification d'un axe principal est appauvrie quand :

- 1) il porte directement des rameaux courts sans produire de rameaux intermédiaires, d'où l'obtention d'une forme colonnaire ;
- 2) il porte des rameaux secondaires non ramifiés, ce qui donne une structure filiforme ;
- 3) il perd brutalement sa dominance apicale

Figure 3 - Exemple du Pin à crochets (*Pinus uncinata*) :
 en 1, ramification normale au contour pyramidal ; en 2, ramification appauvrie de forme
 colonnaire ; en 3, ramification appauvrie du type « fourchu ».



© Y. Caraglio, Cirad.

et se prolonge alors par des axes agencés en fourches rapprochées.

Une ramification appauvrie n'est pas nécessairement le résultat d'une perte ponctuelle et passagère de rameaux. Elle reflète davantage une modification physiologique profonde touchant le fonctionnement des méristèmes. Avec la méthode Archi, la ramification permet d'apprécier le niveau de résistance* des végétaux. Exemple : certains jeunes pins, attaqués par les chenilles processionnaires, perdent entièrement leurs aiguilles, reverdissent au printemps, et ceci plusieurs années de suite. Tant que leur ramification ne s'appauvrit pas, leur développement est jugé normal. Remarque : la ramification appauvrie caractérise les arbres en situation de dépérissement, mais aussi les individus sénescents, d'où l'importance d'identifier les stades développement (notamment en observant le nombre de fourches* maîtresses). Voir aussi Ramification normale.

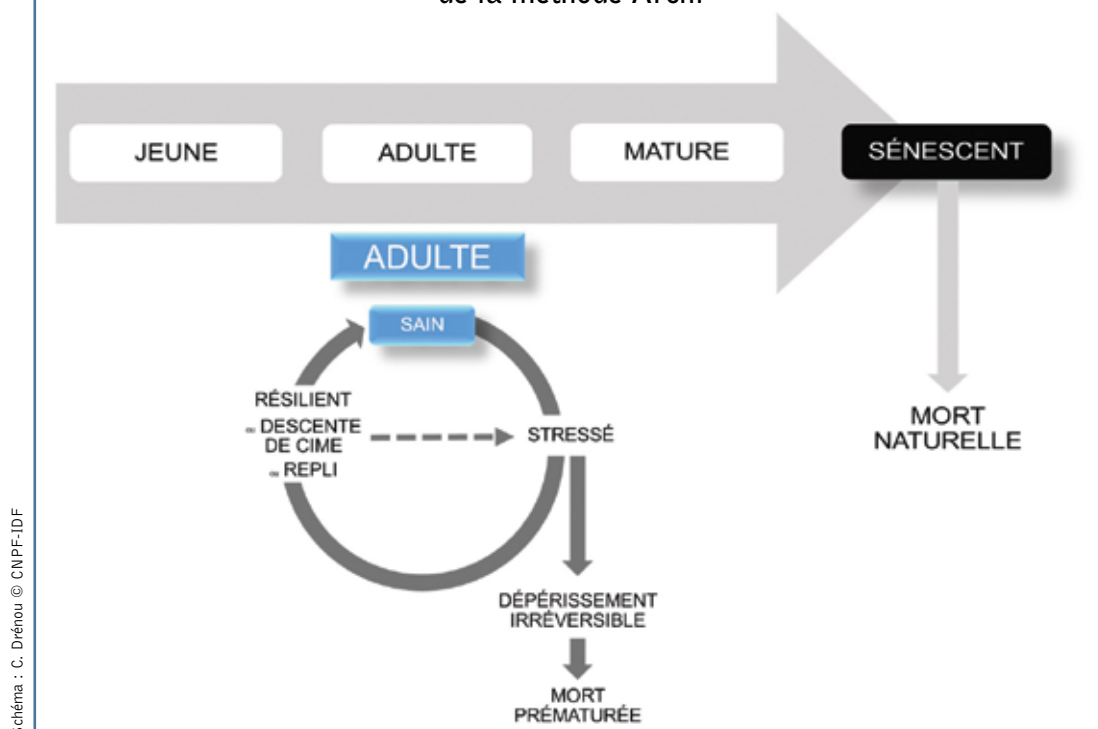
Chicot : branche cassée de diamètre supérieur à 3 cm et dont la plaie n'est pas encore recouverte par du bois. Avec la méthode Archi, dans la moitié supérieure d'un houppier hors concurrence, l'espace occupé par les « vides » associés à des chicots est ajouté à celui des

branches mortes afin d'estimer, en pourcentage, le volume perdu du houppier d'origine.

Fourche maîtresse : fourches s'observant le long des branches maîtresses* se construisant par répétitions successives de l'unité architecturale* initiale. Chaque fourche maîtresse marque le passage d'une répétition* à la suivante et le nombre de ces fourches verticales permet donc de compter les vagues successives de répétition. Ce nombre est un bon marqueur du développement. Pas de répétition, le houppier n'est pas encore constitué, l'arbre est jeune. De 1 à 4 séries de répétitions, les branches maîtresses explorent l'espace, l'arbre est adulte. De 5 à 10 répétitions successives, le houppier a atteint son volume maximal, l'arbre est mature. Au-delà de 10, l'arbre entre en phase de sénescence*. Étonnamment, ces seuils varient peu d'une essence à l'autre.

Normale (ramification) : une ramification* est qualifiée de normale, quand le passage d'un axe principal aux rameaux courts se fait progressivement selon un gradient d'axes intermédiaires aux dimensions décroissantes. Comment reconnaître une ramification normale ?

Figure 4 - Double diagnostic (stade de développement et état physiologique) de la méthode Archi



La méthode consistant à compter le nombre de catégories d'axes* est pertinente sur les jeunes sujets, car chaque essence se caractérise par un nombre limité de catégories d'axes (3 pour le pin à crochets, 4 pour le chêne pédonculé, 5 pour le platane, etc.). Mais quand il s'agit d'arbres adultes, l'opération devient hasardeuse : les branches ramifiées sont trop hautes (même avec des jumelles), le nombre de catégories d'axe décroît au cours du vieillissement et le risque de confusion entre des axes ramifiés et des axes réitérés est trop grand. Le meilleur moyen d'apprécier la ramification d'une structure est de s'intéresser au contour de celle-ci. Quand il est quasi-pyramidal, le gradient de ramification est respecté, la ramification est normale. Voir aussi Ramification appauvrie.

Orthotrope (suppléant) : 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 de jeunes arbres par réitération totale. Voir aussi Agéotrope, Plagiotrope.

Plagiotrope (suppléant) : un suppléant plagiotrope (du grec « plagios » : oblique et de « tropos » : direction) a une direction de croissance horizontale à oblique et une symétrie plane, il reproduit l'architecture de jeunes branches par réitération partielle. Voir aussi Agéotrope, Orthotrope.

Vigoureux (suppléant) : suppléants plagiotropes ou orthotropes présentant une forte dominance apicale, une forte croissance et une sexualité absente ou rare.

Quel pronostic ? Les différents types Archi

Archi (méthode) : méthode de diagnostic visuel du dépérissement et des capacités de résilience* des arbres basée sur une lecture de l'architecture des houppiers*. Pour certaines essences (châtaignier, pins, chêne-liège) la méthode Archi intègre un diagnostic du stade de développement*.

Colonie : résultat d'une multiplication végétative d'un arbre en un ensemble d'individus qui, initialement connectés entre eux, finissent par prendre leur autonomie. La multiplication végétative peut être naturelle (drageonnage, marcottage) ou provoquée par des traumatismes répétés.

Descente de cime : dynamique de construction d'un nouveau houppier* sous la cime* d'origine, laquelle finit par mourir. Le terme de « descente de cime » est préférable à celui de « descente de houppier », car quand les branches sommitales constituant la cime dépérissent ou meurent et que l'arbre réagit en dessous en formant un nouveau houppier, celui-ci n'est pas nécessairement inséré sous

Bibliographie

Bastien Y., Gauberville C. (Coord.), 2011 – *Vocabulaire forestier, écologie, gestion et conservation des espaces boisés*, Éditions CNPF-IDF, 554 p. et 27 annexes.

Drénou C., 2000 – *Pruning trees : the problem of forks* – Journal of Arboriculture 26(5) : 264-269.

Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., 2013 – *El método de diagnóstico Archi*. Aplicación en robles (*Quercus robur* L.) en proceso de decaimiento. La Cultura del Árbol n° 66 : 13-19 y n° 67 : 11-17.

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

Drénou C., 2014 – *Du gourmand au suppléant... ou de la réhabilitation du gourmand en arboriculture et en sylviculture*. La Forêt Privée, n° 340, 51-57.

Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., 2015 – *The diagnostic method Archi applied on declining pedunculate oaks*. Arboricultural Journal, vol. 37, n° 3, 166-179.

Drénou C., 2016 – *L'arbre, au-delà des idées reçues*. Éditions CNPF-IDF, 256 p. et jeu de cartes.

Sabatier S., Barthélémy D., Reffye P. de, Caraglio Y., Edelin C., 2018 – *Notions botaniques sur l'organisation des structures végétales*. In : Reffye P. de, Jaeger M., Barthélémy D., Houllier F. (Coord.), *Architecture des plantes et production végétale, les apports de la modélisation mathématique*, Éditions Quae, 358 p.

À retenir

La méthode Archi explique la vitalité ou résilience des arbres par l'observation du houppier. Pour attribuer un type Archi à un arbre, un diagnostic du développement et de l'état physiologique est réalisé. L'appropriation de cette méthode nécessite la définition précise et la compréhension des termes et concepts utilisés.

Mots-clés : Archi, méthode, définitions.

le houppier d'origine. En revanche, la nouvelle cime, toujours plus basse que la cime initiale, donne l'impression de « descendre ».

Irréversible (dépérissement) : arbre au houppier* dégradé (ramification appauvrie*, mortalité anormale*) sans aucun processus de restauration viable (suppléants* soit quasi absents, soit nombreux, mais tous, ou presque tous, du type agéotrope*). La mortalité de l'arbre n'est pas forcément immédiate, selon l'évolution des conditions environnementales (biotiques et abiotiques).

Repli : un arbre en repli n'a plus de cime vivante, mais continue à fonctionner avec les branches non altérées de son architecture initiale. Il ne met pas en place un deuxième houppier et n'exprime donc pas de descente de cime.

Résilient : arbre dont le développement du houppier*, après un écart à la normale, retrouve une dynamique architecturale normale (grâce notamment aux suppléants orthotropes*). Un arbre résilient peut encore présenter des mortalités notables. À ne pas confondre avec résistance*. Exemple : le chêne-liège supporte bien les sécheresses, mais sa capacité à produire des suppléants orthotropes après une désorganisation architecturale est limitée, surtout pour les sujets matures. Sa résistance est donc forte, mais sa résilience est faible.

Résistance : capacité que possède un arbre de se maintenir en état, en présence de facteurs de perturbation (vent, neige, insectes, etc.).

Sain : arbre ne présentant aucun symptôme significatif de dégradation du houppier* et dont l'architecture est conforme à son stade de développement*. L'arbre sain peut ne pas être « parfait ». Il présente parfois un contour du houppier irrégulier (surtout si le sujet est mature), voire 1 à 2 branches isolées mortes ou cassées.

Stressé : arbre contraint de modifier son architecture (appauvrissement de la ramification*, mortalité*, éventuellement apparition de suppléants vigoureux*) à la suite d'un stress intense, d'un stress durable ou d'un stress répété. L'arbre stressé est dans une phase de réaction. Son avenir (restauration ou dégradation) est inconnu. Il convient donc d'attendre quelques années afin de laisser le temps à l'arbre de s'exprimer. L'évolution d'un état de stress dépend de facteurs aggravants ou au contraire favorables tel que le climat, la concurrence, les attaques biotiques, le tassement du sol, les blessures lors des exploitations, etc. Abattre des arbres stressés, c'est diminuer le nombre d'arbres potentiellement résilients. ■

Remerciements à Jérôme Rosa, CRPF Île-de-France – Centre – Val de Loire et Grégory Sajdak, CNPF-IDF pour leurs relectures.

Protocole Dépéris



Méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement

Par Morgane Goudet, Louis-Michel Nageleisen, Département de la santé des forêts

Le nouveau protocole Dépéris, développé par le Département de la santé des forêts, permet une évaluation rapide de la situation sanitaire d'un peuplement. L'objectif est d'être plus opérationnel dans la quantification d'un dépérissement.

Ce protocole est issu d'une simplification de protocoles plus complexes comme le déficit foliaire par rapport à un arbre de référence ou le protocole d'évaluation du houppier des arbres feuillus dans un contexte de dépérissement (protocole Depefeu). Son objectif principal est l'**opérationnalité** pour une **évaluation rapide des arbres très affectés** dont l'avenir sylvicole est incertain. Il peut être mis en œuvre après une formation et un étalonnage rapide par des forestiers non spécialisés dans le domaine sylvosanitaire.

Cette notation simplifiée du houppier des arbres dans un contexte de dépérissement s'appuie sur deux critères symptomatologiques pérennes : d'une part, les **mortalités de branches** pour toutes les essences et d'autre part, le **manque de ramification** pour les feuillus et le **manque d'aiguilles** pour les résineux. Ces deux notes sont complémentaires.

Les critères à observer

Les deux critères s'observent dans le houppier fonctionnel (à la lumière) dénommé « houppier hors concurrence », pour éviter l'incidence du manque de lumière, qui affecte les branches latérales en contact avec les arbres voisins ou les branches basses. Pour les mêmes raisons, seuls les arbres de l'étage dominant ou co-dominant sont notés.

La mortalité de branches MB

Elle concerne les axes de toutes dimensions : aussi bien les pousses de l'année, les rameaux fins de plus d'un an que les branches de différentes tailles. Il s'agit d'un des principaux symptômes qui révèle des atteintes physiologiques graves pour le houppier.

Le manque de ramification pour les feuillus MR ou le manque d'aiguilles pour les résineux MA

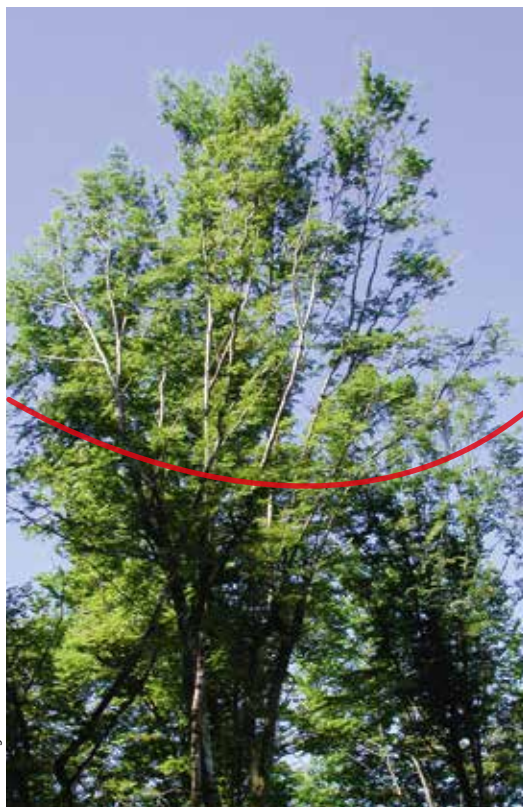
Le deuxième critère dépend de l'essence selon que l'arbre observé est un feuillu ou un résineux. En effet, entre ces deux groupes d'essences, la morphologie et l'architecture sont assez différentes et l'observation simple depuis le sol n'est pas la même. Le manque de ramification utilisé pour les feuillus n'est pas facilement accessible lorsqu'on observe un résineux (polymorphisme¹, permanence

Figure 1 -
La mortalité de branches : un critère nécessaire, mais pas suffisant dans l'évaluation des dépérissements

Cet arbre n'a aucune branche morte, et pourtant, son houppier ne traduit pas un bon état de santé. Le manque de ramification, lié à d'anciennes branches mortes tombées, est en effet important.

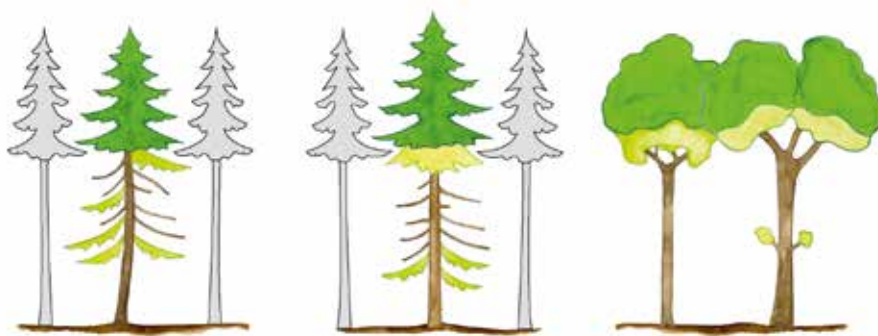
Le trait rouge marque la limite inférieure du houppier hors concurrence

¹ Variation phénotypique sur un même individu ou au sein d'une population.



L.-M. Nageleisen © DSF

Figure 2 - Localisation du houppier hors concurrence (en vert) dans un contexte d'arbres en peuplement



des aiguilles plusieurs années...). Ces deux critères sont tous deux estimés par rapport un état normal de référence d'un « arbre sain et vigoureux » de la même essence dans le même contexte sylvicole et stationnel.

Le manque de ramification MR cumule celui dû à des lacunes (fenêtre, échancrure) et le manque de ramification lié à des phénomènes physiologiques (croissance en longueur, architecture...). Il ne prend pas en compte les axes morts qui le sont dans la première note, mais peut intégrer une lacune (vide de ramification) laissée par un axe mort qui a disparu (chute à la suite de coup de vent). Il n'intègre pas les symptômes foliaires (consommation, coloration...)

Le manque d'aiguilles MA cumule celui dû à des lacunes de ramifications (fenêtre, échancrure) et le manque d'aiguilles lié à des phénomènes physiologiques (croissance en longueur trop faible, architecture...). Lorsque les aiguilles sont absentes, totalement ou partiellement, en raison d'un aléa conjoncturel d'occurrence annuelle, climatique (gel printanier, canicule estivale...) ou biotique (attaque de chenilles défoliatrices ou de champignons foliaires), ce manque d'aiguilles est inclus dans la note MA du fait de la difficulté à séparer les différentes causes dans ce déficit foliaire.

Ces deux critères peuvent s'observer, quelle que soit la saison. Il est toutefois conseillé dans un dispositif de suivi d'un dépérissement de garder la même période chaque année afin d'assurer une comparabilité optimale des notations. Il est à noter qu'une notation, en période de repos végétatif, permet en général une meilleure observation des tiges de l'étage dominant, par absence des feuilles dans les étages inférieurs (sous-étage, étage des arbres dominés sauf si ces étages inférieurs sont eux-mêmes constitués de végétation sempervirente). Par contre, au cours de cette période de notation hors feuille pour

Figure 3 - Mortalité localisée à la cime (à gauche) et Mortalité diffuse (à droite)



les essences feuillues caducifoliées, on sous-estime souvent la mortalité d'axes de très faible dimension (pousses de l'année, rameaux fins). L'utilisation de jumelles est alors indispensable pour vérifier la présence ou l'absence de bourgeons sur ces axes, l'absence de bourgeons validant que l'axe est mort.

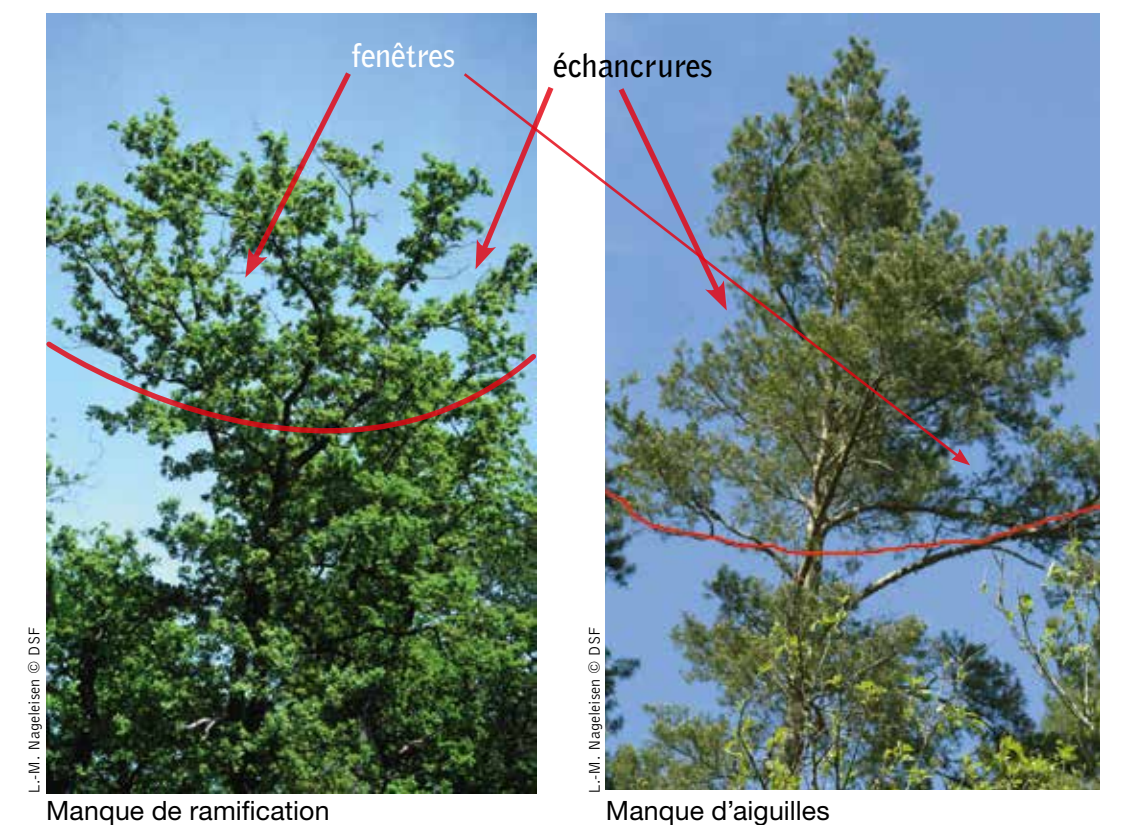
La note à attribuer

Pour chaque arbre observé, une **note qualitative** de 0 à 5 est donnée pour chacun des deux critères (*tableau 1, p. 38*). Il s'agit d'une note simple, à attribuer de façon intuitive et rapide. Cette simplicité rend la donnée robuste et peu variable d'un observateur à un autre.

La note finale Dépéris de l'arbre

Ces deux notes permettent de définir une note synthétique Dépéris de dépérissement pour chaque arbre grâce à l'abaque suivant (*tableau 2, p. 39*):

Figure 4 - Manque de ramifications induisant des lacunes (fenêtres ou échancrures) dans le houppier hors concurrence (à gauche un chêne, à droite un pin noir).



Il est classiquement estimé que les **notes E et F** correspondent à des **arbres très dépérissants**, alors que les arbres très peu symptomatiques (**A et B**) sont considérés comme sains, ce qui se vérifie par les études de dendrochronologie en comparant l'état des houppiers estimés par la note Dépéris et la croissance radiale (admise en général comme un bon estimateur de la vitalité).

Pour les arbres de classes intermédiaires (C et D), les études de relation entre l'aspect du houppier (évalué par la note Dépéris) et la croissance radiale ne révèlent pas de différence significative entre elles. Elles ne permettent donc pas de conclure de façon significative sur une vitalité différente entre arbres de classes Dépéris différentes.

Mais ces classes gardent toutes leurs valeurs pour un suivi pluriannuel d'arbres échantillons repérés sur des placettes. Elles permettent en effet de vérifier l'évolution symptomatologique des arbres et d'évaluer si le dépérissement est dans une phase d'aggravation², de stagnation ou d'amélioration. Au final, en considérant que les arbres affectés par les différents critères symptomatologiques à plus de 50 % du houppier hors concurrence [notes 3, 4 ou 5] sont très affectés physiologiquement et ont de ce fait un avenir sylvicole incertain, un peuplement d'une essence déterminée sera considéré comme très dépérissant s'il a plus d'une tige sur cinq [20 %] d'arbres de cette essence considérés comme **très affectés [arbres notés D à F]** dans l'étage dominant ou co-dominant.

² Saintonge F.-X., Gaudry J., 2019. *Retour d'expériences sur l'utilisation de la méthode Dépéris*. Forêt-entreprise n° 246, p. 41.

Tableau 1 - Grille de notation qualitative

Note	Intensité	Fréquence	Nombre	% indicatif
0	Nulle à très faible	Nulle à très faible	0 à quelques rares	0 à 5
1	Légère	Faible	Quelques à peu nombreux	6 à 25
2	Assez forte	Modérée	Assez nombreux	26 à 50
3	Forte	Importante	Nombreux	51 à 75
4	Très forte	Très importante	Très nombreux	76 à 95
5	Total	Toute la partie notée concernée	Total	96 à 100

Tableau 2 - Abaque d'attribution de la note synthétique Dépéris

		Manque de ramifications (feuillus) ou d'aiguilles (résineux)					
		0	1	2	3	4	5
mortalité de branches	0	A	B	C	D	E	F
	1	B	B	C	D	E	F
	2	C	C	D	D	E	F
	3	D	D	D	E	F	F
	4	E	E	E	F	F	F
	5	F	F	F	F	F	F

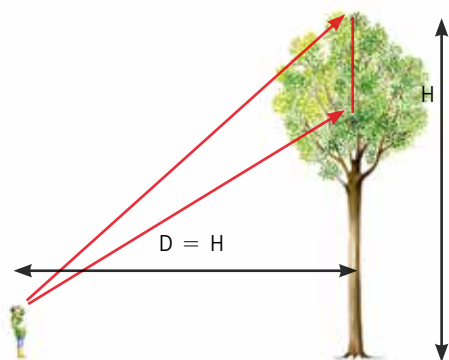
Comment pratiquer sur le terrain

L'observateur se place dans la mesure du possible à une distance équivalente à la hauteur de l'arbre, en vision latérale (figure 5) et fait si possible plusieurs points d'observation.

Il opère alors en quatre étapes :

1. définition du houppier hors concurrence,
2. attribution d'une note de 0 à 5 de mortalité de branches MB sur tout le houppier hors concurrence,
3. sur le reste du houppier, après déduction des mortalités de branches, attribution d'une note de 0 à 5 à la MR/MA,
4. déduction de la note Dépéris à l'aide de l'abaque.

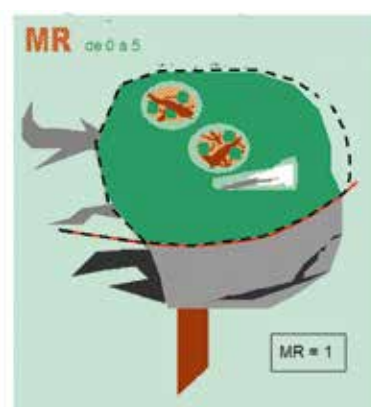
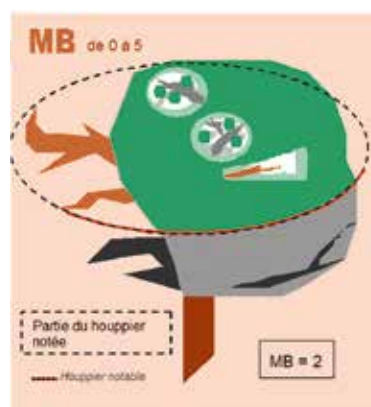
Figure 5 - Distance optimale d'observation de l'état du houppier



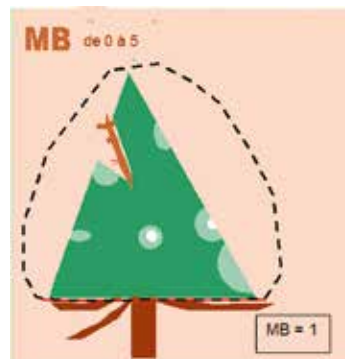
Bibliographie

Nageleisen L.-M., Goudet M., Saintonge F.-X., 2017. *Guide de notation simplifiée des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement* : protocole Dépéris. Département de la santé des forêts, [MAA, DGAL/SDQSPV], 12 p.

Notation d'un feuillu :



Notation d'un résineux :



1^{re} étape : définition du houppier hors concurrence, [partie au-dessus du pointillé rouge, en gris partie inférieure non observée]

2^e étape [image de gauche sur fond rose]

Attribution d'une note de 0 à 5 de mortalité de branches MB sur la totalité du houppier hors concurrence [zone délimitée par le pointillé noir ; en gris zone non observée]

3^e étape. [image de droite sur fond vert]

Sur le reste du houppier, après déduction des mortalités de branches [zone délimitée par le pointillé noir] attribution d'une note de 0 à 5 à la MR/MA ; en gris partie non observée.

Je m'entraîne !

Chêne pédonculé

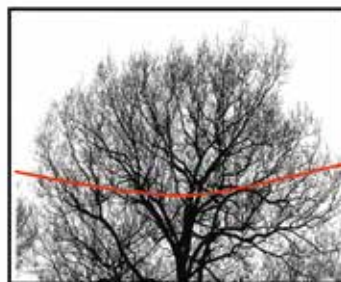


MB	0
MR	0
DEPERIS	A



MB	0
MR	1
DEPERIS	B

Chêne pédonculé



MB	0
MR	0
DEPERIS	A

Chêne pédonculé



MB	1
MR	2
DEPERIS	C



Chêne pédonculé

MB	1
MR	3
DEPERIS	D



Chêne pédonculé

MB	1
MR	3
DEPERIS	D

Sapin pectiné

MB	0
MA	0
DEPERIS	A



Sapin pectiné



MB	2
MA	4
DEPERIS	E



MB	3
MA	4
DEPERIS	F



MB	0
MA	1
DEPERIS	B

Pin noir

À retenir

Le protocole Dépéris est une simplification des précédents protocoles du Département de la santé des forêts (DSF). L'objectif est une évaluation rapide et opérationnelle des symptômes de dépérissements d'un arbre. À partir du houppier notable, les critères à observer sont la mortalité des branches, le manque de ramification pour attribuer une note de A à F.

Mots-clés : protocole Dépéris, notation simplifiée, arbre, dépérissement.

Retour d'expériences sur l'utilisation de la méthode Dépéris

Par François-Xavier Saintonge et Jérôme Gaudry, Département de la santé des forêts Nord-ouest

Pour répondre aux préoccupations du gestionnaire l'Office national des forêts, le protocole Dépéris a récemment été utilisé pour qualifier les dépérissements des chênaies de deux forêts domaniales Saint-Germain et Vierzon. Un bon compromis en qualité des données et notation.

Parmi les données indispensables aux gestionnaires pour piloter les forêts, dont il a la responsabilité, l'état de santé des peuplements constitue un des facteurs majeurs. Ce sujet a pris de l'importance avec le temps, et les sollicitations des gestionnaires pour évaluer la situation phytosanitaire de leur massif forestier augmentent : c'est particulièrement le cas actuellement en forêt publique.

C'est pourquoi, au cours du temps, le DSF a fait évoluer ses méthodes d'évaluation de la vitalité des peuplements et des massifs forestiers, afin de les rendre à la fois aussi pertinentes que possible vis-à-vis du fonctionnement physiologique des arbres, que transposables au maximum d'acteurs du monde forestier. En effet, le sujet et les besoins humains dépassent largement la seule communauté DSF avec son réseau de 250 correspondants-observateurs (CO) (environ 100 en forêt publique et 150 en forêt privée). Le succès du « Guide gestion des forêts en crise sanitaire » traduit ce besoin et le nombre de massifs où le sujet s'est imposé aux gestionnaires et a progressé ces dernières années.

La caractérisation de l'état de santé des chênes et des hêtres des massifs domaniaux de Saint-Germain (78), Compiègne (60), Vierzon (18), Fontainebleau (77) mais aussi du frêne dans la moitié nord de la France et du charme en forêt privée de Trélon (59) a permis d'affiner le protocole désormais baptisé Dépéris.

Le protocole répond aux objectifs suivants :

- évaluer une situation phytosanitaire à diverses échelles : de la parcelle forestière à la région forestière, en passant par le massif forestier,

- être applicable à l'ensemble des essences et des contextes,
- être facilement utilisable par des forestiers non spécialistes, mais connaissant bien leur massif ; la dimension « faisabilité pratique » constitue une préoccupation majeure.

La mise en œuvre de la méthode Dépéris répond à deux questions stratégiques pour le gestionnaire :

- quelle est la santé instantanée d'une ou des essences à l'échelle définie ?
- quelle est l'évolution de cette situation ?

En effet, au-delà d'une photographie, c'est surtout l'évolution de la situation, subjective et très difficile à qualifier sans des observations fiables et bien organisées qui permet au gestionnaire de prendre les « bonnes décisions » d'action : faire ou ne pas faire ? où ? quand ? et comment ?

Voici deux exemples de mises en place et de suivi de ce protocole à l'échelle de grands massifs forestiers.

Forêt domaniale de Saint-Germain

Située en Île-de-France, à l'ouest de Paris, cette forêt domaniale de près de 3 300 ha est actuellement fortement marquée par des dépérissements de chênes sessiles et pédunculés. Forêt fréquentée par une population urbaine nombreuse (2 à 3 millions de visites par an), la mise en œuvre d'une sylviculture classique y est complexe.

La tempête de 1999 semble être le point de départ du phénomène de dépérissement en marquant la forêt par des dégâts majeurs (150 000 m³ soit 14 années de récolte)

Figure 1 – Évolution de l'état des cimes en FD de Saint-Germain de 2010 à 2017

En 3 ans, le % d'arbres dépérissants est passé de 3 % à 20 % en 2013 (notes F-E-D).

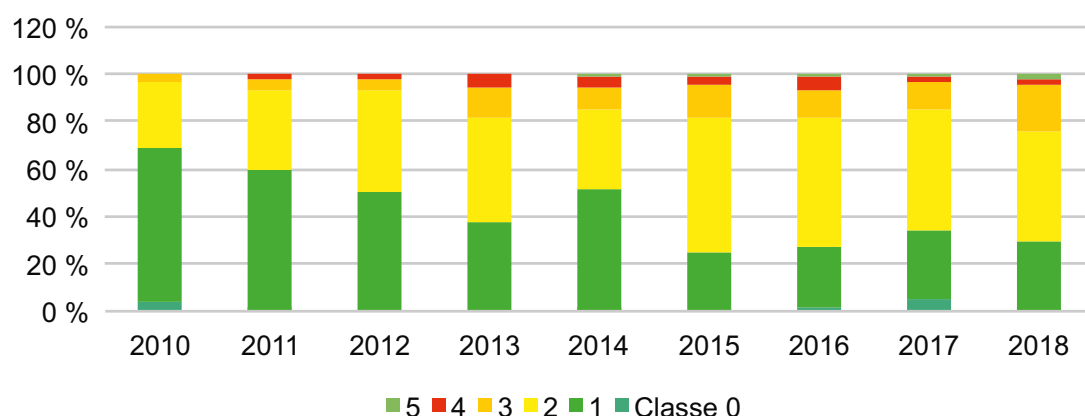
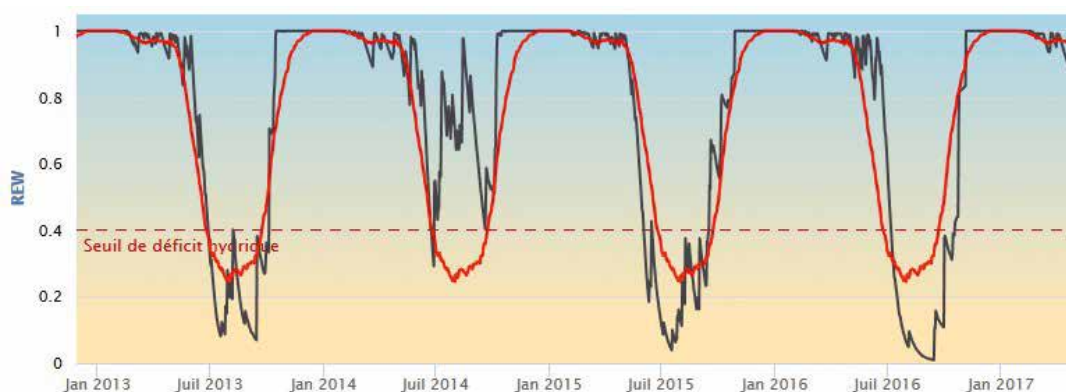


Figure 2 - Bilan hydrique journalier en FD de Saint-Germain par Biljou® Inra

Fluctuation de la réserve en eau relative (REW) (trait noir) du sol dans le temps avec moyenne sur 60 ans (trait rouge). La courbe noire indique les déficits hydriques durant les étés 2013, 2015 et 2016.



¹ Goudet M., Nageleisen L.-M., 2019. *Méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement : protocole Dépéris. Forêt-entreprise* n° 246 p. 36.

conduisant à l'ouverture brutale de ses vieux peuplements fragiles.

Au début des années 2010, des inquiétudes apparaissent sur la situation phytosanitaire de certaines parcelles, ainsi qu'en la capacité de fructification des arbres.

Dépéris, un outil de suivi dans le temps

Aussi, suite à la proposition du correspondant-observateur de l'époque, un suivi de 200 arbres notés individuellement et répartis dans 12 parcelles forestières (une placette par parcelle) est mis en place. Les placettes ont été installées au sein de parcelles âgées, mais dont la mise en régénération n'était pas programmée. Elles ont été réparties aléatoirement au sein du massif pour tenir compte des différences stationnelles significatives. Effectuées sans interruption depuis, les notations permettent de confirmer une dégradation de

la situation. Le pourcentage d'arbres dépérissants (D à F)¹ passe de 3 % à l'installation en 2010 à près de 20 % (seuil au-delà duquel on considère un peuplement comme « dépérissant ») à partir de 2013 comme le montre la figure 1. Depuis, le pourcentage est relativement stable, montrant ainsi une situation durable de la crise sanitaire.

Les placettes indicatrices mises en place reflètent bien l'évolution de la situation sanitaire de la forêt qui est actuellement en situation de crise.

Caractérisation du dépérissement

À l'image de la majorité des forêts périurbaine d'Île-de-France, la sylviculture très conservatrice pratiquée jusqu'alors sur ce massif engendre un risque important de dépérissement des peuplements.

Dans ce contexte de parcelles surannées, le

changement brutal d'itinéraire sylvicole ou, plutôt dans le cas présent, les ouvertures de peuplements liées aux tempêtes provoquent une situation de stress intense pour les arbres et l'apparition de dépérissement.

Afin d'appréhender au mieux les facteurs de stress, une simulation de bilan hydrique journalier a été effectuée grâce à l'outil Biljou® développé par l'Inra de Nancy.

Il est admis que le seuil de 40 % de la réserve en eau relative du sol est identifié comme un seuil de stress hydrique où la plupart des essences arrêtent leur croissance. Les sols à dominante sableuse de la forêt ont une réserve utile limitée (RU de 128 mm). Avec une pluviométrie inférieure à 600 mm certaines années, le seuil de déficit hydrique est atteint presque tous les ans, avec une incidence variable selon la date à laquelle est franchi ce seuil.

La participation au dépérissement de facteurs biotiques est également étudiée. Sur ce massif, les principaux sont la collybie à pied en fuseau (champignon racinaire particulièrement actif sur chêne pédonculé sur sols sableux) ou le hanneton forestier (larves dans le sol qui peuvent consommer les racines des arbres et les affaiblir).

En conclusion, plusieurs facteurs explicatifs ont été mis en évidence :

- ➡ facteurs prédisposants : âge des peuplements, changement de sylviculture, collybie à pied en fuseau,
- ➡ facteurs déclenchants : tempête 99, faible pluviométrie de 2009 à 2012, hanneton,
- ➡ facteur aggravant : agriles²

Sujet d'importance dans ce type de forêt très fréquentée par le public, le suivi a permis à l'ONF de communiquer auprès des nombreux utilisateurs de la forêt, et aussi des élus sur les choix de gestion opérés.

La gestion est désormais concentrée sur la récolte d'arbres dépérissants en privilégiant les parcelles les plus dépérissantes : le suivi a permis d'augmenter la prise de conscience des forestiers de terrain et leur appréciation de l'état des houppiers.



Forêt domaniale de Vierzon

Le dépérissement de chêne de la forêt domaniale de Vierzon est désormais connu par la majorité des forestiers français pour son ampleur : environ 1 400 ha sur les 5 300 ha que compte la forêt ont été exploités en coupe rase suite au dépérissement de la période 2000 – 2010.

Dans ce contexte très particulier, tout nouveau stress ou tout nouveau signe de dépérissement génère des inquiétudes légitimes, qu'il convient de prendre en considération. L'évaluation de la situation à partir de l'outil Dépéris a permis de dresser un nouvel état des lieux à l'échelle du massif.

Cet inventaire a mêlé deux méthodes : *road sampling* et Dépéris.

Le *road sampling* (traduction de l'anglais : échantillonnage depuis la route) permet à partir des routes carrossables de se rendre rapidement d'un site à l'autre au sein du massif en répartissant les parcelles d'observations aléatoirement, procurant une bonne valeur statistique à l'échantillon.

Concrètement, après avoir prédéfini les parcours sous SIG³ pour couvrir au mieux les peuplements de chêne de la forêt, un arrêt a été effectué tous les kilomètres, si le peuplement à la droite de la route correspondait aux critères d'échantillonnage fixés (peuplements adultes et sub-adultes feuillus dominant, hors parcelles en régénération et jeunes peuplements). Afin d'éviter les effets lisières, il a été demandé aux notateurs de pénétrer de 50 m à l'intérieur des parcelles.

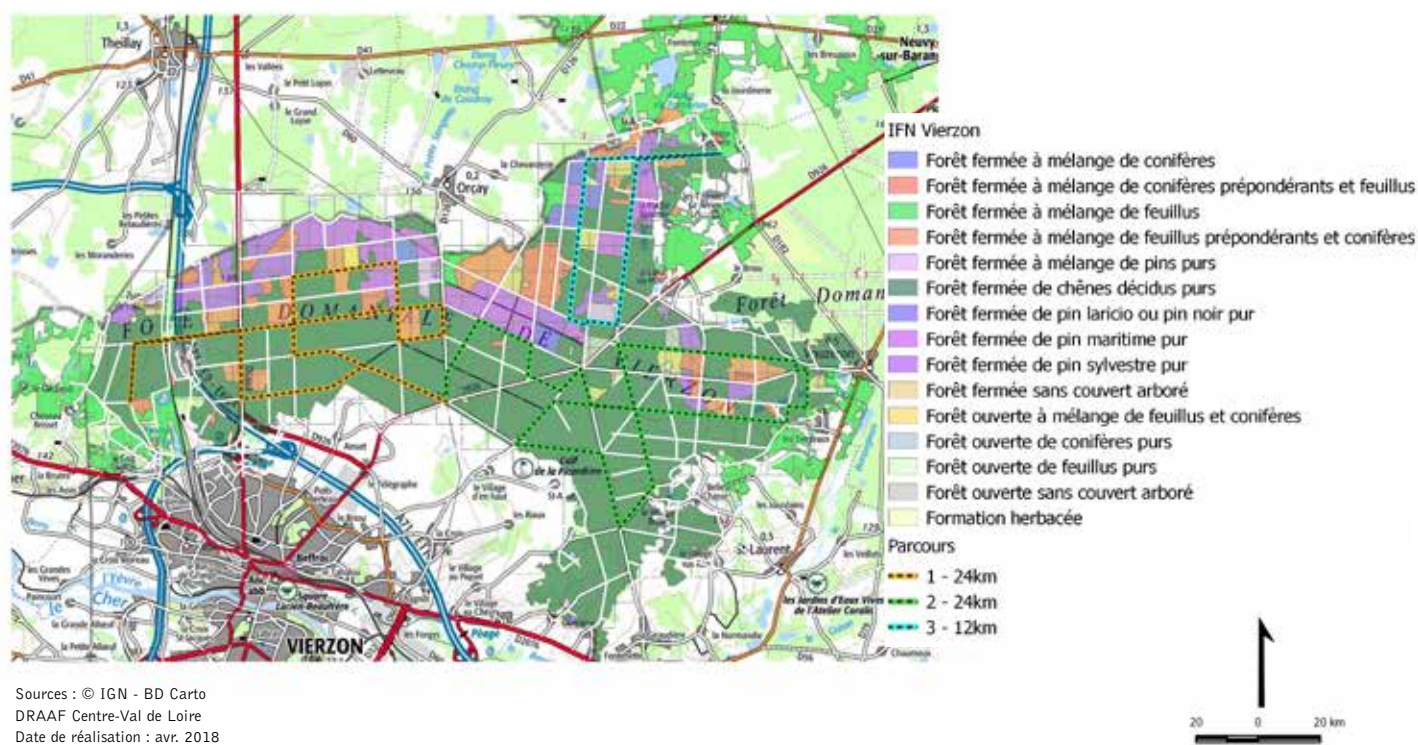
Illustration de l'ampleur des récoltes en 2008 en forêt de Vierzon.

² Les agriles sont des insectes coléoptères de la famille des Buprestidae.

³ Système d'information géographique.

Figure 3 – Échantillonnage depuis les routes en FD de Vierzon

L'échantillonnage depuis la route associé à la notation Dépéris a permis le diagnostic du dépérissement sur une surface importante.



Ainsi en deux jours à deux équipes de notateurs, 43 placettes de 20 chênes réparties dans le massif ont permis de produire une photo instantanée de la situation (données dendrométriques et sanitaires).

L'association road-sampling – Dépéris, simple et rapide

Le principe du *road sampling* est un bon moyen pour faire un état des lieux à l'échelle d'un grand massif. Il permet un échantillonnage aléatoire couvrant une grande portion de la surface à évaluer.

La notation Dépéris simple et rapide (15-20 minutes pour 20 arbres + données dendrométriques) permet une bonne répétabilité et un grand nombre de mesures (environ 10 placettes/équipe/jour).

L'association du *road sampling* et de la notation Dépéris permet d'évaluer de façon représentative le dépérissement sur une large zone dans un temps réduit.

En distinguant les deux espèces de chênes, il apparaît que l'état sanitaire du chêne pédonculé est plus dégradé que celui du chêne sessile. 37 % des pédonculés notés sont dépérissants alors que 15 % des sessiles sont dans un état dégradé.

La prise de données dendrométriques (structure, surface terrière) montre que le dépérissement est d'autant plus intense que les peuplements sont âgés.

Une forêt où les dépérissements continuent de perturber la gestion

La caractéristique principale du dépérissement à Vierzon est la grande multiplicité des facteurs explicatifs mis en évidence depuis l'apparition des premiers dépérissements au début des années 2000 :

- facteurs prédisposants : âge des peuplements, stations très difficiles, sylviculture inadaptée au chêne pédonculé (peuplements trop longtemps trop denses),
- facteurs déclenchants : attaques répétées d'oïdium (1998, 1999, 2001), grêle (2005), sécheresses (1996, 1998, 2003, 2005, 2011), excès d'eau (2000, 2001), impact des récoltes sur les sols et l'équilibre des peuplements,
- facteur aggravant : agriels.

Compte tenu de la grande valeur économique des arbres et en particulier des chênes pédonculés (malgré leur inadaptation stationnelle notable), la valorisation économique des bois dépérissants a constitué la priorité de gestion.

Figure 4 - Pourcentage de chênes pédonculés et sessiles dépérissants avec la surface terrière par parcelle en FD de Vierzon

Projection de l'état des chênes pédonculés

Projection de l'état des chênes sessiles

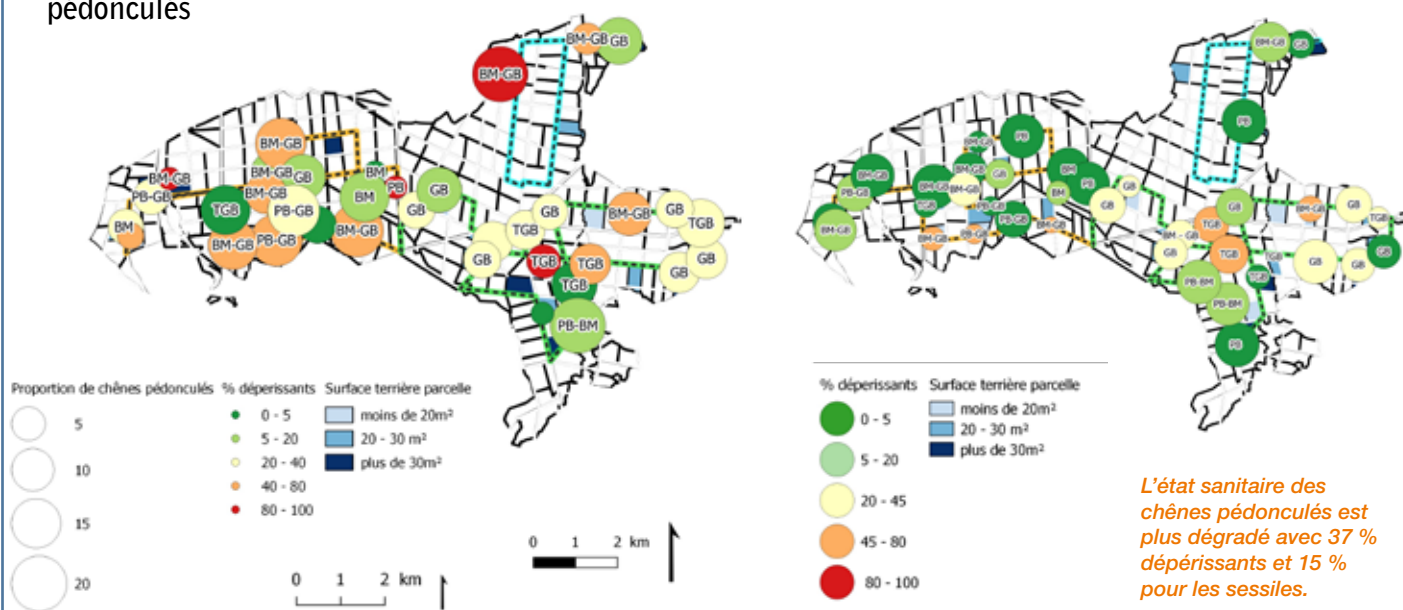


Figure 5 - Classement en catégories de grosseur en fonction du diamètre.

Diamètre	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5
Classes de diamètre	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	
Catégories de grosseur	Petits Bois PB		Bois Moyens BM				Gros Bois GB		Très Gros Bois TGB				

Après la phase récolte, les parcelles ont été reconstituées essentiellement en pin sylvestre, essence considérée comme mieux adaptée au contexte pédo-climatique actuel et à venir.

Actuellement, l'état sanitaire des futaies de chêne restantes en forêt domaniale de Vierzon est mitigé. On observe encore des parcelles avec très peu de dépérissement et une bonne ambiance forestière. En revanche, dans certains secteurs, et comme le montre les cartes (figure 4), le dépérissement de ces dernières années se poursuit (touchant principalement le chêne pédonculé), obligeant les gestionnaires à effectuer des coupes sanitaires. Ces coupes indispensables et les mortalités régulières ouvrent de plus en plus les peuplements et accentuent le phénomène, touchant alors le chêne sessile.

On peut sans doute aussi expliquer le dépérissement par la battance de la nappe, qui joue un rôle majeur sur ces sols à hydromorphie temporaire.

Avec un système racinaire détruit par la nappe d'eau en hiver, les chênes doivent reconstituer leurs racines à chaque début de printemps

depuis l'horizon sain de surface. Les conditions météorologiques printanières sont alors déterminantes : plus la sécheresse du sol sera brutale et importante et plus l'arbre aura de difficultés à s'adapter en renforçant son système racinaire.

En plus de ce premier stress, une fissuration du plancher argileux sous-jacent aux horizons sableux en période estivale, conduit à une réserve utile faible pour les arbres.

La sensibilité accrue du chêne pédonculé à ces sécheresses explique le niveau de dépérissement de l'essence sur la forêt.

Dans ce système contraint, tout évènement qui conduit à limiter la prospection racinaire directement (tassement des horizons de surface sains,...) ou indirectement par augmentation de la hauteur de la nappe et/ou par son maintien dans le temps (engorgement printanier lié à la pluviométrie, diminution de la densité d'arbres qui limite la « pompe »,...) peut conduire à des déséquilibres dans les peuplements, exacerbés en cas de sécheresse lors de la saison de végétation.

⁴ *Molinia caerulea* : plante caractéristique des milieux très acides engorgés, qui par son abondance peut gêner la régénération forestière.

⁵ Nageleisen L.-M., Goudet M., 2019. *Méthode de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers dans un contexte de dépérissement : protocole Dépéris*. Forêt-entreprise n° 246 p. 36.

La corrélation observée entre l'ouverture des peuplements et le dépérissement peut à la fois être une cause et une conséquence du phénomène. Les peuplements dépérissants ou en mauvaise station (hydromorphie plus marquée) sont, par la force des choses, plus clairs que ceux sains et en station. Sur ces premiers, une fois le dépérissement installé, les arbres morts, qu'ils soient exploités ou non, ne contribuent plus

à faire baisser la nappe d'eau. Le sol devient alors de plus en plus hydromorphe avec une installation rapide de la molinie⁴. La station ne correspond alors plus au chêne sessile qui montre une sensibilité nette aux situations d'engorgement comme l'a montré le printemps pluvieux de 2016.

Conclusion

La méthode Dépéris mise en œuvre dans ces deux exemples est le fruit de l'évolution de mé-

thodes de caractérisation de l'état de cimes⁵. Elle constitue un compromis entre qualité de la donnée et rapidité de la notation. Ces deux exemples montrent bien le rendu réalisé avec ce protocole pour la gestion. Le protocole peut facilement être mis en place par des forestiers de terrain après une courte formation. Dans un contexte de changements climatiques, mais aussi d'introductions d'agents biotiques exotiques en

nombre croissant, les forêts subissant des phases de dépérissement plus ou moins longues pourraient être plus nombreuses.

La quantification de la situation dans un temps en adéquation avec les moyens existants apparaît comme indispensable et l'outil Dépéris répond à cette question.

Le DSF et son réseau de correspondants-observateurs sont plus que jamais opérationnels pour accompagner le gestionnaire dans cette objectivation. ■

À retenir

La méthode Dépéris est appliquée sur deux forêts domaniales : Saint-Germain et Vierzon. Avec l'explication des facteurs prédisposants, déclenchants et aggravants, le protocole s'avère un compromis en qualité des données et rapidité de la notation. Le protocole est adapté aux différentes échelles, parcelle, massif, région, et applicable à l'ensemble des essences, enfin facilement transposable.

Mots-clés : protocole Dépéris, notation, forêts domaniales de Saint-Germain et de Vierzon.

Formation

Les enjeux de la santé des forêts – Nouveau

Orléans (45) – 9 et 10 octobre 2019 – 2 jours – stage animé par Philippe Riou-Nivert, CNPF-IDF et François-Xavier Saintonge, DSF

Se sensibiliser aux problèmes phytosanitaires en forêt et à leurs évolutions possibles.

Renseignements pratiques et inscription par tél. : 02.38.71.91.14 ou par courriels : idf-formation@cnpf.fr ou christine.clemente@cnpf.fr

Retrouvez tous nos stages :

<http://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-catalogue-des-formationen-de-l-idf/n:534>

Le fruit de nos expériences de gestion de crise

Entretien avec Magali Maviel CRPF Occitanie et Patrick Léchine, CRPF Bourgogne-Franche-Comté



Par leur présence sur le terrain, les techniciens de CRPF sont parmi les premiers observateurs de dépérisséments forestiers. Plusieurs enjeux sont concernés : la gestion du peuplement et son avenir sylvicole, l'économie, l'environnement. Comment dispenser un conseil pondéré, objectif et avisé ? Magali Maviel du CRPF Occitanie et Patrick Léchine du CRPF Bourgogne-Franche-Comté partagent leurs expériences.

Généralement comment avez-vous connaissance d'un dépérissement ?

Magali Maviel : Le technicien CRPF est en première ligne pour observer, détecter et informer les acteurs. Le plus souvent, nous découvrons les dépérisséments lors d'une visite d'instruction de Plan simple de gestion. Ils peuvent aussi nous être signalés par un propriétaire inquiet, ou un gestionnaire... Dans ce cas, l'alerte est souvent liée à une demande d'autorisation de coupe, le dépérissement est alors déjà avancé en sévérité ou en surface.



Patrick Léchine : Au-delà des observations des techniciens du CNPF au cours de leurs activités sur le terrain, les sources d'informations ou signalements sont variées. Cela dépend du type de dépérissement et de sa gravité : essence concernée, nature du problème, vitesse d'expansion, type de répartition... Les gestionnaires nous posent aussi des questions, parfois même lorsque le phénomène est encore discret. Ils sollicitent l'appui des correspondants-observateurs du Département de la santé des forêts.

Quel rôle peut jouer le CRPF en cas de crise sanitaire sur un massif ou un département ?

P. Léchine : Le CRPF devient assez naturellement coordinateur en cas de gestion de crise. Des foyers de scolytes de l'épicéa ont été identifiés en 2004 puis 2007. Le CRPF a alors été mandaté pour définir des zones prioritaires de lutte obligatoire, enregistrer les signalements de foyers, identifier et informer les propriétaires. La cellule de crise comprenait l'ensemble des professionnels de la filière.

Les ETF (Entreprises de travaux forestiers) et exploitants-scieurs s'orientaient d'abord vers les zones en urgence, et différaient les coupes de bois vert. En cas de foyer dans la zone de lutte obligatoire, une information au propriétaire lui impose la résorption du foyer ; une mise en demeure de l'administration suit en cas d'inaction. Cette situation renvoie au guide *Gestion des peuplements en crise sanitaire* et à un article dans *Forêt-entreprise* de 2011¹.

Aujourd'hui, pour la crise de scolyte 2018-2019, la filière se mobilise pour mettre en place une stratégie d'ensemble, portée par l'interprofession Fibois : l'amont, avec les syndicats de propriétaires et associations des communes forestières, organismes professionnels, coopératives, experts et gestionnaires, syndicats des ETF, transporteurs, et aussi l'aval avec les exploitants, scieurs et des transformateurs. Cette coordination est indispensable pour que chacun s'organise en sachant ce qu'il a à faire : meilleure appréhension des zones d'interventions, regroupement des chantiers, quantification plus précise des volumes concernés, priorisation de la récolte des bois

¹ Léchine P. 2011. *Gestion d'une crise sanitaire : les scolytes de l'épicéa en Franche-Comté*. Forêt-entreprise n° 198 p. 38-43.



P. Léchine © CNPF

Une sylviculture dynamique économise davantage la ressource en eau.

scolytés et recherche de nouveaux débouchés pour absorber l'afflux de bois bleus ou deséchés.

M. Maviel : Les CRPF se sont toujours mobilisés pour regarder ces problèmes en face et essayer de les anticiper. En 2006-2007, lors des pullulations de scolytes sur épicéa, en collaboration étroite avec la DDT et le DSF, nous avons proposé deux actions concrètes qui se sont révélées très efficaces.

Les tas de rondins sont un point de départ des pullulations de scolytes. Plutôt que de les traiter systématiquement avec un insecticide, nous avons proposé aux exploitants de déclarer leurs tas et nous avons organisé des visites hebdomadaires pour déterminer l'opportunité du traitement. Ceci a permis de réduire des trois quart la quantité de tas traités et donc d'autant la dispersion d'insecticide dans le milieu. Nous avons aussi proposé à tous les propriétaires un diagnostic de leurs parcelles d'épicéa, pour déterminer le taux d'infestation de leurs peuplements grâce à un parcours standardisé développé avec le DSF. Là aussi, cela a permis d'objectiver le niveau réel des attaques. Souvent, une éclaircie sanitaire a permis de faire perdurer ces peuplements jusqu'à aujourd'hui.



P. Léchine © CNPF

Il n'est plus urgent de récolter les arbres dont les écorces sont tombées.

Les aspects techniques et socio-économiques peuvent parfois être contradictoires : le technicien peut-il dispenser un conseil pondéré, éclairé, et neutre... ?

M. Maviel : La communication entre les acteurs est essentielle. Parfois, nos avis passent pour alarmistes, mais nous essayons toujours de rester objectifs, de ne pas prendre parti. Pour nous, **cette recherche d'objectivité est un des rôles essentiels du CNPF.** C'est d'autant plus important dans les moments de crise. Les crises passées nous ont permis de tirer des enseignements précieux pour l'avenir : Il faut proposer des choix adaptés à la gestion immédiate, mais aussi préserver autant que possible l'avenir. Durant la crise de 2006-2007, qui a atteint les épicéas dans le Parc naturel régional du Haut-Languedoc (PNR HL), il a fallu, pour le CRPF, résister à la pression liée aux demandes de coupes urgentes massives. Le marché était porteur et il était très tentant pour la filière d'écouler cette ressource, dont le prix était très bas du fait de l'urgence.

P. Léchine : Lors d'une crise importante, la gestion consiste à différer les coupes sans urgence sanitaire pour cibler en priorité la récolte des bois déperissant. On évite le plus possible les coupes rases des parcelles par-



Impact de la canicule de 2003 sur le douglas dans le PNR du Haut-Languedoc.

tiellement touchées pour limiter les afflux de bois sur le marché. Cela n'a pas évité la mise sur le marché des volumes importants de sapin entre 2004 et 2005, car les dégâts ont surtout atteint de vieux peuplements, donc majoritairement des gros bois. Ces expériences nous orientent désormais vers une analyse précise de la station : les catalogues francs-comtois sont enrichis d'une expertise de sensibilité aux évolutions climatiques à travers 5 classes de bilan hydrique. Grâce à un diagnostic poussé, que des outils en développement tel que Bioclimsol® vont rendre plus pertinent, nous progressons dans l'identification des essences possibles localement. Nous recommandons en parallèle d'éviter les peuplements purs. Nos conseils de gestion sont plus adaptés pour la conduite de sapinière en place, sur les plateaux ou en plaine. En effet, dès que des semenciers sont présents, le sapin s'installe facilement dans les peuplements feuillus. Un important travail de prévention est à faire pour éviter qu'il soit largement favorisé par le sylviculteur, lorsqu'il n'est manifestement pas adapté. Il est alors difficile de convaincre un propriétaire de détruire une régénération qui ne lui a rien coûté... Mais dès lors qu'un peuplement est acquis à moindres frais malgré un contexte défavorable, autant le gérer de manière dynamique et travailler au profit de ce qui existe, en privilégiant au maximum les mélanges et les autres essences recomman-

dables, plutôt que d'y renoncer et réinvestir dès maintenant dans un reboisement, dont le succès peut être compromis par des facteurs climatiques ou biotiques !

Actuellement, la demande en résineux blancs est forte, donc certains sylviculteurs font des paris sur la capacité d'une plantation d'épicéa à atteindre, hors contexte réputé favorable, des dimensions compatibles avec une valorisation intéressante des produits, au risque de perdre leur investissement si des dépérissements conséquents interviennent avant. Notre conseil doit rester neutre et factuel, notamment lorsque la situation est délicate. Finalement, c'est bien le propriétaire qui décide, finance l'investissement et assume les risques.

Voyez-vous des situations à forts risques pour les prochaines années ?

La filière vous semble-t-elle prête ?

M. Maviel : Une des difficultés majeures est la propension des acteurs de la filière à oublier les problèmes sanitaires précédents. Quant aux nouveaux arrivants, ils n'ont pas connu ces épisodes. La tempête de 1999 a déjà 20 ans... Plus personne ne parle de la stabilité des peuplements. Le discours actuel est d'augmenter les densités de plantation avec une première éclaircie tardive, ce qui va à l'encontre de toutes les recommandations tirées des tempêtes successives. Sans nouvel à-coup climatique depuis 2003, la proportion



Favoriser le mélange d'essences est recommandé pour limiter et répartir les risques.



Dépérissement de douglas dans le PNR du Haut-Languedoc (canicule de 2003).

des boisements en douglas ou en mélèzes augmente à nouveau ! La situation est à fort risque pour tous les peuplements mono-spécifiques denses, avec des préconisations d'éclaircies tardives, que ce soit au niveau de la stabilité ou de l'économie en eau, essentielle en cas de sécheresse ou de canicule. Il faut sans cesse raviver les mémoires, et revenir aux **bases essentielles qui sont un choix d'essence et des itinéraires sylvicoles adaptés à la station**. La tendance est toujours de travailler au jour le jour sur les forêts, sans vision à long ou au moins à moyen terme. C'est très préjudiciable à tous les niveaux, que ce soit économique ou environnemental.

P. Léchine : Entre la demande industrielle actuelle de petit bois résineux à branches fines résultant d'une forte concurrence juvénile et les préconisations face au changement climatique d'une sylviculture dynamique en peuplement clair économisant davantage la ressource en eau, les deux itinéraires s'opposent. Il est donc tentant d'écouter les scieurs, qui font le chèque à la fin, plutôt que les techniciens qui alertent sur les risques encourus avant d'atteindre des dimensions économiques intéressantes. D'autant qu'il y a peu d'alternative résineuse à l'épicéa en plaine en Franche-Comté, lorsque les stations ne présentent pas un bilan hydrique favorable. La demande industrielle oriente vers un relèvement des densités qui

peut conditionner l'octroi des aides au reboisement, alors qu'une plantation à moindre densité est parfois possible, pour un coût qui peut se révéler inférieur, même sans subvention. S'ajoute le recul de la première éclaircie, qui peut intervenir plus sereinement dans des peuplements moins comprimés tout en augmentant le diamètre moyen des bois prélevés.

Comment aboutir à un itinéraire sylvicole adapté ?

Magali Maviel : Nous avons désormais des outils et une expérience plus grande des phénomènes de crise sylvosanaire :

- si on parle de diversité génétique pour le dépérissement du douglas en 2003, il y avait deux écoles : ceux qui pensaient qu'en se régénérant, le douglas réussirait à s'adapter, et ceux qui souhaitaient que l'on ne le renouvelle plus sur la frange sud du PNR HL. La réponse est à nuancer en fonction de la station. On peut aussi prendre l'exemple du mont Ventoux : la troisième génération de cèdre est de qualité correcte, alors que la première était considérée de mauvaise qualité. François Lefèvre, généticien à l'Inra, préconise de conserver ces cèdres-semenciers pour leur large patrimoine génétique sur le mont Ventoux. Même si l'adaptation génétique ne sera pas la seule solution, il est important de conserver la diversité génétique de ces arbres, qui sont le fruit d'une sélection naturelle ;

- pour certaines espèces, nous avons appris grâce à la méthode Archi à repérer les arbres capables de réagir suite à une période de stress. Cette méthode indique la dynamique d'évolution d'un arbre. Dans de nombreux cas, on coupe trop rapidement des arbres stressés, sans attendre qu'ils expriment une éventuelle résilience ! Ce sont souvent des arbres à conserver ;

- l'application Bioclimsol® nous permettra de faire des choix d'essences en limitant les risques d'erreur, et d'orienter la gestion des peuplements en fonction du niveau de risque local ;

- dans le PNR HL, l'évolution du dépérissement du douglas est complexe. Le programme Forrisk, où nous avons observé plusieurs centaines de souches, et décortiqué des systèmes racinaires d'arbres adultes entiers, nous a montré l'importance du fomes (*Heterobasidion* sp.). Nous avons découvert qu'il est présent sur la moitié de nos douglas. Sa participation aux dépérissements est certaine. La résistance des individus varie selon leur état de stress ;

- grâce au parc naturel, nous avons lancé un grand travail sur l'adaptation de nos forêts locales, le programme Life Forrecastr, financé par l'Union européenne. Ce programme est partagé entre recherche, mise en place d'essais et communication. Les travaux encadrés par Raphael Bec du CRPF Occitanie ont mis à jour la procédure d'alerte suite aux événements climatiques. L'« Espace collaboratif de l'IGN », application sur téléphone portable, a été adaptée pour que tout le monde puisse faire très facilement le signalement d'un dépérissement. Le recueil des informations est ainsi direct ;

- favoriser le mélange d'essences est recommandé pour limiter et répartir les risques.

P. Léchine : En 2018, tous les recensements de foyers de scolytes par le CRPF depuis 2004 sont traduits en couche SIG, puis analysés pour alimenter la construction de la carte de vigilance de l'épicéa dans Bioclimsol®. Les réponses peuvent être plus argumentées grâce à cet acquis. Parallèlement, une étude, commandée par le Ministère, précise géographiquement et évalue grâce à la télédétection, les attaques de scolytes afin de relativiser l'ampleur des foyers au regard de la présence de l'épicéa. Les actions de surveillance et de lutte seront orientées au printemps 2019, ainsi qu'une stratégie de reconstitution.

Nous avons à anticiper, à trouver des itinéraires innovants pour avoir une longueur d'avance. Cela fait notre force de pouvoir dire aux propriétaires ou gestionnaires : « vous avez tel problème, cela fait 10 ans que nous travaillons dessus ». Nous savons ce qui ne fonctionne pas ou ce qui semble marcher, grâce à notre réseau d'essais régional et national. L'expertise du CNPF est importante. Nos capacités d'expertise et d'expérimentations futures se fondent sur une réelle politique d'installation et valorisation de notre réseau d'expérimentation Ilex².

Il faut proposer des itinéraires adaptés en fonction de différents profils de propriétaires, suivant leur possibilité de réaliser ou financer les entretiens associés à la faible densité, ou bien de l'objectif final de produits souhaités. Les prochains à-coups climatiques vont remettre en cause certains choix d'essences ou en conforter d'autres. Si les échecs se manifestent rapidement, avec beaucoup de découragement et d'amertume, des abandons de gestion seront probables. Il faut par conséquent tirer profit de toutes les expériences pour sensibiliser les propriétaires en amont

² Base de données ILEX du CNPF : Information Logique des Expérimentations.

et réduire les risques de déconvenue. Notre neutralité est un gage de sérieux.

³ Matériel forestier de reproduction.

Nous sommes parvenus à mentionner de nombreuses essences d'accompagnement en peuplement mélangé dans l'arrêté régional MFR³ de 2017. En revanche, les densités minimales en reboisement se heurtent aux seuils parfois élevés du cadrage national. Il est donc plus difficile de faire admettre des valeurs inférieures, toutefois possibles en présence d'accompagnement ligneux et/ou d'enjeux environnementaux, mais également pour les expérimentations.

Dans notre nouvelle brochure de vulgarisation sur le renouvellement des peuplements réguliers, le mélange d'essences est évoqué dans tous les cas : régénération naturelle, plantation ou solution mixte.

Un autre facteur important est la taille de la forêt : les enjeux de gestion d'un jeune peuplement mono-spécifique ne s'expriment pas de la même manière dans une petite parcelle que dans une forêt issue de grandes campagnes de reboisement.

Nous cherchons également à expliquer quels sont les facteurs sylvicoles déclenchants ou aggravant une crise sanitaire, donc ceux à devancer sinon à éviter en présence d'un aléa. Comment proposer des itinéraires pour les situations limites, par exemple les épicéas à faible altitude dans les prochaines années ? Jusqu'à quel point laisser passer la crise ou au contraire intervenir de manière dynamique ?

Introduire d'autres essences ou des provenances différentes dans nos expérimentations à venir **est une vraie priorité**, pour être en mesure d'apporter des alternatives aux essences qui ne seraient plus adaptées en proposant des choix éclairés. C'est par exemple l'enjeu du programme Esperense⁵, piloté par le CNPF au titre de coordinateur du RMT Aforce⁶.

⁵ Réseau national multipartenaires d'évaluation de ressources génétiques forestières pour le futur.

⁶ Réseau mixte technologiques Adaptation des forêts au changement climatique.

Quel est le rôle du technicien entre le décideur et le marché ?

Le discours auprès des sylviculteurs évolue-t-il ?

P. Léchine : il faut toujours essayer de prendre en compte tous les paramètres techniques, environnementaux et socio-économiques, en intégrant également la puissance du phénomène climatique, dont les conséquences seront payées comptant.

Notre difficulté est d'arriver à sensibiliser, en n'étant pas trop alarmiste quand ce n'est pas utile, alors que le cycle long de la production forestière impose de se projeter sur des phénomènes qui ne s'expriment pas encore avec l'intensité annoncée et avec une incertitude. Alerter sur un risque est notre mission, proposer des adaptations en fonction de l'ensemble des paramètres aussi. Nous avons à renforcer notre « caisse à outils » pour être objectif en intégrant le maximum de paramètres. **Notre conseil se doit d'être neutre et pondéré, en donnant tous les éléments de diagnostic et les choix possibles, afin que les propriétaires puissent décider sur la base d'un argumentaire objectif.**

M. Maviel : Souvent, le propriétaire forestier est tiraillé entre les conseils prudents et parfois pessimistes des techniciens du CRPF et la demande de l'industrie. Il ne faut pas oublier qu'il est plus facile de reproduire ce qu'on fait déjà, plutôt que d'inventer une nouvelle façon de travailler. Pour le douglas par exemple, dans le programme « Douglas avenir » l'enquête nationale réalisée pour orienter la sélection génétique dans les futurs vergers à graine a mis sur le même plan les trois critères production-forme-adaptation. Pourtant, en Haut-Languedoc, l'adaptation au changement climatique était bien indiquée comme préoccupation première. Il y a donc un décalage de perception entre régions. Toutes ces remises en question sont essentielles pour l'avenir de la filière bois. Nous voyons bien qu'elles ont du mal à être acceptées, parce qu'elles bouleversent le mode de fonctionnement des structures existantes. Pourtant, il va bien nous falloir **apprendre à naviguer dans l'incertitude...** Lorsqu'on travaille avec un organisme complexe, qui se développe lentement comme la forêt, il faut se mettre à son rythme et adapter ses méthodes de travail à son fonctionnement local, sous peine de devoir faire face à des catastrophes « naturelles ». C'est l'enseignement majeur des crises passées, qui a du mal à être entendu car il est contraignant. L'humilité du technicien est un bon indicateur, car il est le fruit de nombreuses expériences. ■

Trop ou trop peu, le dépérissement du chêne est une histoire d'eau !

par Bernard Breysse¹, Thierry Améglio², Philippe Balandier³

Les chênaies de Sologne bourbonnaise subissent des dépérissements récents. Les contraintes hydriques annuelles comme l'excès d'eau en hiver et une sécheresse en fin de printemps sont un facteur explicatif. Les outils Dépéris et Archi peuvent aider les gestionnaires dans leur décision, notamment pour le martelage.

La partie auvergnate de la Sologne bourbonnaise comporte de nombreux peuplements de chênes sessile et pédonculé, dans lesquels les gestionnaires forestiers constatent des dépérissements. Ces derniers se caractérisent par une altération générale et graduelle de l'état des individus pouvant avoir une origine pathologique, sylvicole ou être liés à des extrêmes climatiques. Face aux changements climatiques rapides et au temps nécessaire pour atteindre les objectifs de production de bois d'œuvre fixés, ces forestiers cherchent de nouveaux outils pour les assister dans leur prise de décision quant à la gestion sylvicole des peuplements, notamment en phase de martelage.

Notre étude s'est déroulée dans deux peuplements de chênes, composés essentiellement de chêne pédonculé, en forêt privée aux environs de Moulins (03). Notre hypothèse initiale était que la double contrainte hydrique

annuelle, ennoyage-sécheresse, subie par les arbres sur ce territoire naturel est à l'origine des dépérissements observés. En effet, dans notre contexte, la nappe d'eau perchée temporaire d'origine profonde (variations très rapides dans les piézomètres sans apport de précipitations marquées) est présente plus ou moins proche de la surface de novembre à mai-juin et disparaît très rapidement à la fin du printemps ou en début d'été.

État de dépérissement et croissance passée

Chaque peuplement fut doté, sur environ 10 hectares, d'un maillage au pas de 50 m soit 4 points d'inventaire par hectare avec des placettes d'un rayon de 10 m. L'ensemble des chênes observés a fait l'objet d'une mesure de circonférence à 1,30 m du sol, d'une notation

¹ EPLEFPA de Brioude-Bonnefont, site de Saugues, F-43170 Saugues

² Université Clermont-Auvergne, INRA, PIAF, F-63000 Clermont-Ferrand

³ Irstea, Unité de recherche sur les écosystèmes forestiers, EFNO Domaine des Barres, F-45290 Nogent-sur-Vernisson

La Sologne Bourbonnaise est caractérisée par un relief peu marqué et des sols présentant des engorgements en eau temporaires récurrents. Elle est recouverte de 148 000 ha de forêts à 80 % feuillues. Le climat est océanique altéré avec 800 mm de précipitations annuelles moyennes réparties tout au long de l'année. Le mois de mai est le plus arrosé avec en moyenne 90 mm de précipitations et les orages sont fréquents en août. La saison de végétation reçoit plus de 50 % des précipitations annuelles. La température moyenne annuelle est de 11,5 °C. L'indice d'aridité de de Martonne¹ est de 38 qualifiant un climat humide. Nous avons collecté les données météorologiques de la station d'Yzeure, cal-

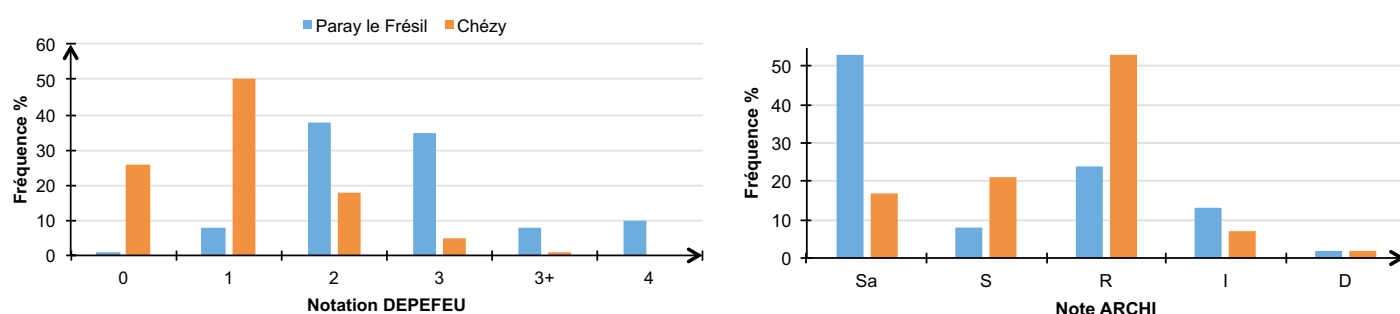
culé les évapotranspirations potentielles (ETP) annuelles et en saison de végétation avec la formule de Turc². Nos deux peuplements étudiés sont installés sur des luvisols rédoxisol³, traités en futaie régulière avec un objectif de production de bois d'œuvre. Le premier, âgé d'environ 120 ans, comporte près de 100 tiges/ha pour une circonférence moyenne de 146 cm et 18 m² de surface terrière en chêne. Le second est âgé d'environ 90 ans avec 280 tiges/ha pour une circonférence moyenne de 95 cm et 20 m² de surface terrière en chêne. Ces deux peuplements font partie de forêts disposant de document de gestion durable et sont gérés par un cabinet d'expertise et une coopérative forestière.

¹ Indice de Martonne : rapport annuel de la pluie (P en mm) à la température moyenne (T en °C) augmentée de 10 = $P/(T+10)$.

² ETP par la formule de Turc ($N \times 0,013 \times (R_g + 50) \times (T/15)$) N=nombre de jours du mois ; Rg=rayonnement global et T=température moyenne mensuelle.

³ Les luvisols correspondent à la grande famille des sols lessivés et bruns lessivés ; rédoxisol : sol hydromorphe présentant des taches ocre ou grises dues à l'engorgement.

Figure 1 et 2 - Distribution des arbres sur les deux sites selon la note obtenue aux protocoles Depefeu et Archi (notation 2015 et 2016)



⁴ Tarière de Pressler : sonde creuse permettant d'extraire par vissage dans un arbre des carottes de sondage pour compter les cernes annuels et d'évaluer ainsi son âge.

en feuille avec le protocole simplifié Depefeu (Nageleisen 2013) et d'une notation hors feuille avec la méthode de diagnostic Archi (Drenou *et al.*, 2011) pour appréhender leur état de dépérissement. Au total, 430 tiges ont été concernées par ces mesures et notations sur 2,3 hectares environ. Nous avons également effectué un sondage à la tarière pédologique sur chaque placette pour évaluer la proximité avec la surface de la nappe d'eau perchée

temporaire caractérisée par l'apparition des premières traces de « marmorisation » (présence de taches de couleurs contrastées dans les horizons sondés). Un échantillon de 110 arbres choisis en fonction des classes de circonférence mesurées et des notations Depefeu attribuées a fait l'objet de sondage à la tarière de Pressler⁴ à 15-20 cm du sol pour ne pas déprécier la bille de pied, et sur 10-15 cm de profondeur pour évaluer la croissance

Tableau 1 - Tableau de contingence pour l'ensemble des chênes inventoriés et notés

Depefeu → (0-1-2 – 3/3+ -4) Archi : ↓ Sain, Résilient, Stressé, Irréversible					
 Type Sain	13 (3,05 %)	33 (7,74 %)	83 (19,48 %)	48 (11,26 %)	0
 Résilient	20 (4,69 %)	38 (8,92 %)	31 (7,27 %)	49 (11,50 %)	2 (0,46 %)
 Stressé	3 (0,70 %)	15 (3,52 %)	16 (3,75 %)	17 (3,99 %)	1 (0,23 %)
 Irréversible	2 (0,46 %)	3 (0,70 %)	5 (1,17 %)	21 (4,92 %)	26 (6,10 %)

radiale *a posteriori* sur la période 2000-2015. Les carottes prélevées furent délicatement poncées, puis numérisées et mesurées en distinguant visuellement pour chaque cerne la part de bois initial (bois essentiellement produits au printemps et marqué par un gros diamètre de vaisseaux conducteurs de la sève xylémienne) et celle de bois final (bois caractérisé par des vaisseaux conducteurs de petits diamètres et essentiellement produit en été).

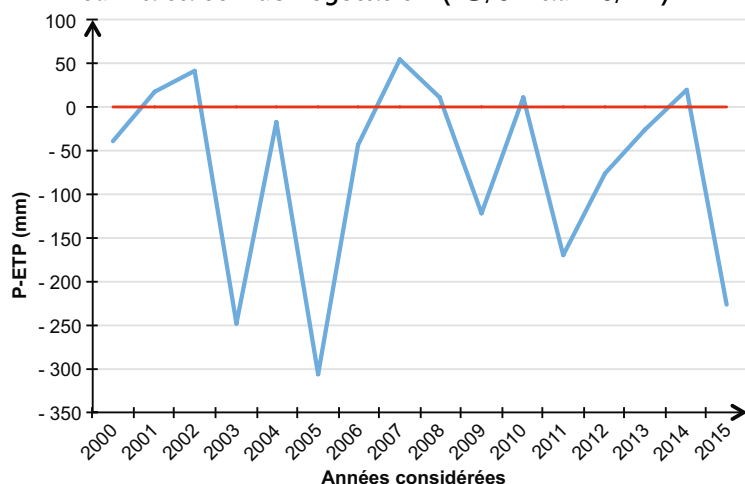
Le bois final caractérise le climat de l'année

L'analyse de ces sondages confirme que la part de bois initial de chaque cerne est relativement constante sur la période considérée alors que celle du bois final fluctue davantage à la faveur des variations climatiques observées sur la saison de végétation (températures, précipitations sur différents pas de temps). Les analyses effectuées montrent que la somme des précipitations de mai, juin et juillet de l'année en cours et la moyenne des accroissements radiaux sur les trois dernières années sont les variables les plus significatives pour expliquer la croissance des arbres. Les valeurs d'accroissement annuel radial mesurées sont donc dépendantes de celles des années précédentes (lié notamment à l'âge et à la position sociale de l'arbre dans le peuplement) et des déficits hydriques observés en fin de printemps début d'été. D'un point de vue météorologique sur la période étudiée, on observe sur 2000-2006 des années avec les plus fortes valeurs de déficit hydrique estival (2003 : - 247 mm et 2005 : - 306 mm) puis sur 2007-2011 des années avec des déficits hydriques inexistantes ou plus modérés (2007 : + 55 mm; 2008 : + 10 mm; 2009 : - 122 mm), excepté en 2011 avec - 169 mm (figure 3).

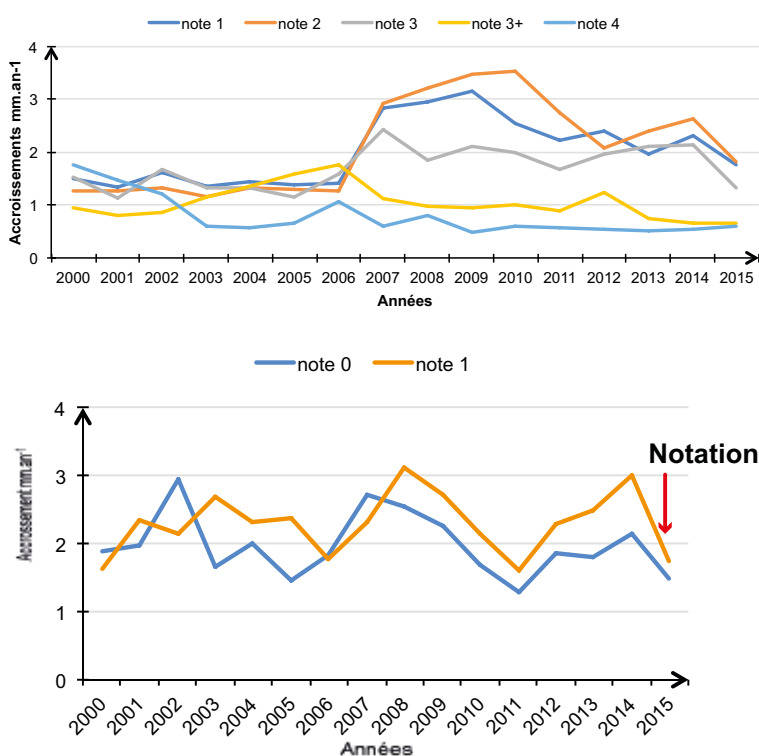
Les arbres dépérissants le sont depuis longtemps

Les individus notés le plus défavorablement avec le protocole simplifié Depefeu (3 + et 4) ont les valeurs d'accroissement radial les plus faibles depuis la fin de la période 2000-2006 (figures 4 et 5). Les arbres les plus affectés en 2015 au niveau de leur houppier présentent donc les valeurs d'accroissement radial les plus faibles depuis 15 ans; ils ne semblent pas en capacité de réagir en croissance durant les années avec un faible déficit hydrique estival. Les mêmes courbes tendanciellées à partir des

Figure 3 - Différences entre précipitations (P) et Évapotranspiration (ETP) sur la saison de végétation (15/04 au 10/11)



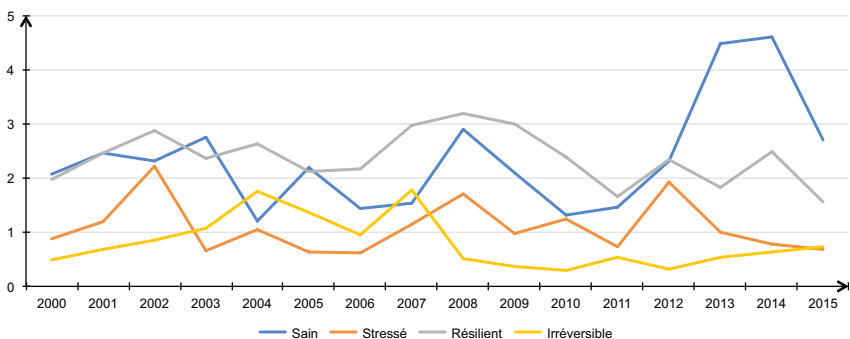
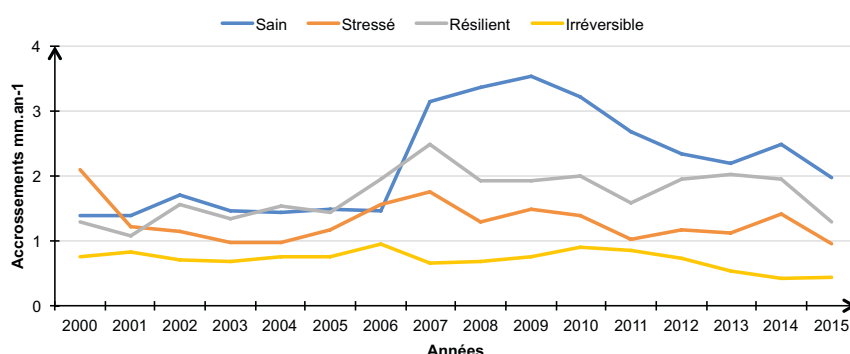
Figures 4 et 5 - Évolution tendancielle des accroissements radiaux annuels moyens (mm) en fonction des notations Depefeu actuelles des chênes pédonculés de Paray le Frésil (haut) et de Chézy (bas).



(0 = sain, 1 = légèrement dépérissant, 2 = modérément dépérissant, 3 = fortement dépérissant, 3+ = très fortement dépérissant et 4 = houppier mort ou moribond). On observe, à Paray, des valeurs d'accroissement radial faibles sur la période « 2000-2006 » suivies par une reprise de ceux-ci les années suivantes à déficit hydrique estival plus faible excepté pour les individus ayant été notés le plus défavorablement. Chézy a subi une intervention sylvicole en 2014, qui a sans doute éliminé les individus les moins vigoureux.

Figures 6 et 7 - Évolution tendancielle des accroissements radiaux annuels moyens (mm) en fonction des notations Archi des chênes pédonculés de Paray le Frésil (haut) et de Chézy (bas).

À Paray, les accroissements radiaux sont faibles sur 2000-2006, puis ils augmentent sur les années moins sèches excepté pour les individus notés irréversibles. À Chézy, les accroissements fluctuent davantage excepté là aussi pour les irréversibles. À Paray, il est intéressant de noter que les accroissements 2011/2015 montrent des niveaux supérieurs à 2000 pour les arbres « peu touchés », alors que l'accroissement reste plus faible pour les autres catégories, soulignant probablement l'effet cumulatif négatif des déficits hydriques.

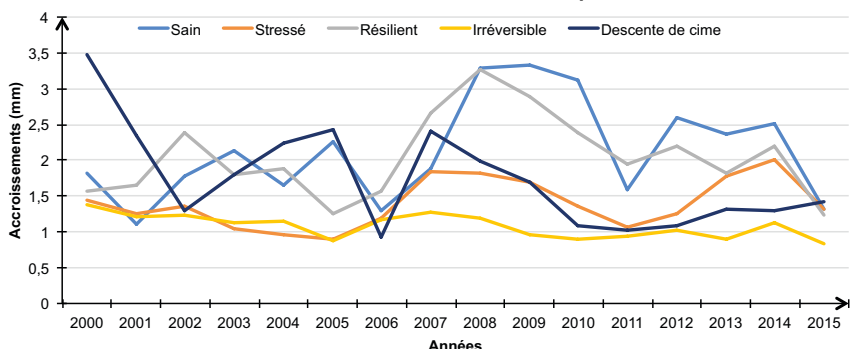


© B. Breysse

Peuplement forestier de Chézy.

types Archi (figures 6 et 7, p. 56) montrent que les individus classés comme « Irréversibles » en 2015 présentent les valeurs d'accroissement radial les plus faibles sur la totalité de la période considérée. Quant aux autres individus, on peut observer une gradation des valeurs d'accroissement sur la période 2006-2015 entre les « Stressés », les « Résilients » et les « Sains ». Les arbres « Sains » ont des valeurs d'accroissement radial supérieures aux « Résilients », qui eux-mêmes ont des valeurs supérieures aux « Stressés ».

Figure 8 - Évolution tendancielle des accroissements radiaux annuels moyens (mm) en fonction des notations Archi pour les chênes sessiles de Chézy, là encore les irréversibles ont les valeurs d'accroissement radial les plus faibles.



À noter que le peuplement de Chézy comporte environ 30 % de chêne sessile alors que celui de Paray ne comprend que du chêne pédonculé. En ne considérant que les chênes sessiles avec Depfeu, les courbes tendancielle d'accroissement radial montrent que les individus notés 0 ont les valeurs d'accroissement les plus fortes sur la période considérée. Avec les notations issues du protocole Archi (figure 8), nous observons la même tendance que pour le chêne pédonculé, c'est à dire une gradation des valeurs d'accroissement radial entre les arbres « Sains », « Résilients » et « Stressés ». Les individus notés comme « Irréversibles » présentent à nouveau les valeurs les plus faibles et ce sur la totalité de la période considérée. À noter que les deux espèces ont une croissance très proche et ce, dans les

Le dépérissement des chênes de Sologne Bourbonnaise a été évalué avec les outils Depefeu et Archi, et rétrospectivement à partir de l'analyse de leur croissance radiale. Les conditions stationnelles annuelles alternent ennoyage du sol et sécheresse. Les arbres notés défavorablement avec les outils d'évaluation des dépérissements ont les croissances radiales les plus faibles et ce depuis longtemps. Cette croissance radiale semble essentiellement impactée par les déficits hydriques fréquents de fin de printemps et début d'été.

Mots-clés : chênes, dépérissement, ennoyage, sécheresse, accroissements, Sologne Bourbonnaise.

différentes catégories de dépérissement. Seuls quelques chênes pédonculés sains montrent une croissance supérieure à celles des sessiles pour cette catégorie.

Quelle est l'origine des dépérissements ?

Notre hypothèse initiale de double contrainte hydrique annuelle comme origine des dépérissements n'est pas aussi manifeste que nous l'avions supposée, sans pour autant la rejeter totalement. En effet, les valeurs d'accroissement radial mesurées paraissent davantage impactées par les déficits hydriques en saison de végétation que par l'ennoyage de printemps comme l'atteste la constance du bois de printemps. Néanmoins, cette anoxie⁵ affecte l'intégrité du système racinaire, les racines fonctionnelles sont, pendant une longue période, cantonnées dans les couches superficielles non engorgées. Pour les couches plus profondes, les mortalités de racines fines sont importantes et les arbres doivent chaque année recoloniser le sol depuis la surface et si possible avant le départ rapide de la nappe d'eau perchée temporaire (Améglio, 2013). Et donc la nappe d'eau perchée temporaire pourrait avoir un rôle indirect sur la tolérance à la sécheresse dans la mesure où, en affectant la distribution des racines, elle diminue la taille du réservoir en eau. Dans de telles conditions stationnelles, se pose la question de la signification du calcul de la réserve utile sans tenir compte de la profondeur prospectable ; en effet c'est la profondeur des racines dans le sol qui détermine la taille du réservoir en eau, réservoir dépendant donc ici de la croissance de ces « nouvelles » racines alors que la nappe

d'eau aura disparu. La croissance sera alors essentiellement liée aux précipitations.

Conséquences en termes de sylviculture

La qualification des dépérissements obtenue avec les protocoles Depefeu et Archi en 2016 est confirmée par l'analyse de la croissance passée des 15 dernières années : les individus les plus dépérissants sur une notation ponctuelle suivant une crise sont aussi ceux qui présentent depuis longtemps, les valeurs d'accroissement radial les plus faibles indépendamment des fluctuations climatiques, ou incapables de résilience même en conditions hydriques favorables durant une période de plusieurs années. Les deux protocoles sont globalement en accord, et les croissances moyennes rétrospectives des arbres le montrent, mais certains individus ne sont pas classés dans la même catégorie suivant que la notation est faite en feuille ou en hiver (tableau 1, p. 54). Cela incite à une relative prudence dans leur utilisation et dans tous les cas à une formation à leur usage. Ils peuvent donc assister les gestionnaires dans leur prise de décision, considérant que les arbres notés (très) défavorablement, même de manière ponctuelle, ne seront que peu producteurs de bois à moyen terme et qu'au contraire ils risquent de se dégrader. Il faut cependant, sur ce type de station, rester vigilant par rapport au développement de la molinie bleue lorsque les prélèvements de bois sont trop forts, prélèvements qui risquent de favoriser le développement de ce couvert herbacé et entraîner une concurrence en eau non négligeable en phase de renouvellement des peuplements de chêne (Gobin *et al.*, 2015). ■

⁵ Privation d'oxygène du e à l'engorgement des sols pouvant conduire à la mort des organismes

Remerciements :

Le programme intitulé « Évaluation de la vulnérabilité des chênaies aux contraintes hydriques dans un contexte de changement climatique, conséquences sur la gestion des peuplements » à l'initiative de J-Paul Nebout (ingénieur au CRPF), financé par la DRAAF et les programmes Européen Leader sur le territoire du GAL (Groupe d'Action Locale) Sologne et Bocage Bourbonnais fut initié en 2010 par l'UMR-PIAF (Inra) en partenariat avec l'Irstea et le CRPF Auvergne. Nos remerciements à l'ensemble des partenaires, propriétaires et gestionnaires ainsi qu'au correspondant observateur local du Département de santé des forêts, Adrien Bazin.

Bibliographie :

- Améglio T., 2013. *Évaluation de la vulnérabilité des chênaies aux contraintes hydriques dans un contexte de changement climatique. Conséquence sur la gestion des peuplements*. Rapport final – Convention DRAAF-Inra 2010-2013. Convention attributive de subvention Feader – Dispositif d'aide Leader/PDRH n° 413 323 — D. 103 pages.
- Drenou C., Bouvier M. & Lemaire J., 2011. *La méthode de diagnostic Archi. Application aux chênes pédonculés dépérissants*. Forêt-entreprise n° 200 p. 4-15.
- Gobin R., Balandier P., Korboulewski N., Dumas Y. & Seigner V., 2015. *Une strate herbacée monopoliste : quelle concurrence vis-à-vis de l'eau pour les peuplements adultes ?* Rendez-vous techniques ONF 48-49 p. 17-22.
- Nageleisen L.-M., 2013. *Note synthétique Depefeu*.
- Nebout J.-P. & Macaire A., 1994. *Guide du sylviculteur du Bocage Bourbonnais*. CRPF-Cetef-ONF. 76 pages.

La gestion adaptative de l'équilibre forêt-gibier : de quoi s'agit-il ?



15 min

Par Anders Mårell^a, Jean-Pierre Hamard^a, Antoine de Lauriston^b

L'équilibre forêt-gibier est au centre des politiques publiques, prônant une meilleure concertation forestiers – chasseurs. Un programme de recherche en région Centre – Val de Loire propose une démarche participative innovante, pour amener les forestiers et les chasseurs à analyser conjointement son évolution et atteindre cet équilibre forêt-gibier par une gestion adaptative.

^a Irstea, UR EFNO, F-45290 Nogent-sur-Vernisson

^b Centre national de la propriété forestière, Délégation d'Île de France et du Centre — Val de Loire, 43 rue du Bœuf St Patern, F-45000 Orléans

La notion d'équilibre forêt-gibier se renforce depuis la promulgation de la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt en 2014 (LAAAF). Le Programme national de la forêt et du bois (PNFB : 2016-2026), ainsi que les programmes régionaux (PRFB) qui en découlent, mettent en avant **la concertation entre chasseurs et forestiers pour concilier le niveau des populations de gibiers** avec les exigences imposées par une gestion durable des forêts. Dans cet esprit, l'unité de recherche « Écosystèmes Forestiers » d'Irstea pilote depuis 2016 un projet collaboratif nommé ReForest (*encadré Projet ReForest*). Ce projet participatif de type recherche-action engage à la fois des scientifiques, des gestionnaires de la forêt et de la faune sauvage et des représentants de l'État. Il s'appuie sur le concept de la gestion adaptative.

Gestion adaptative

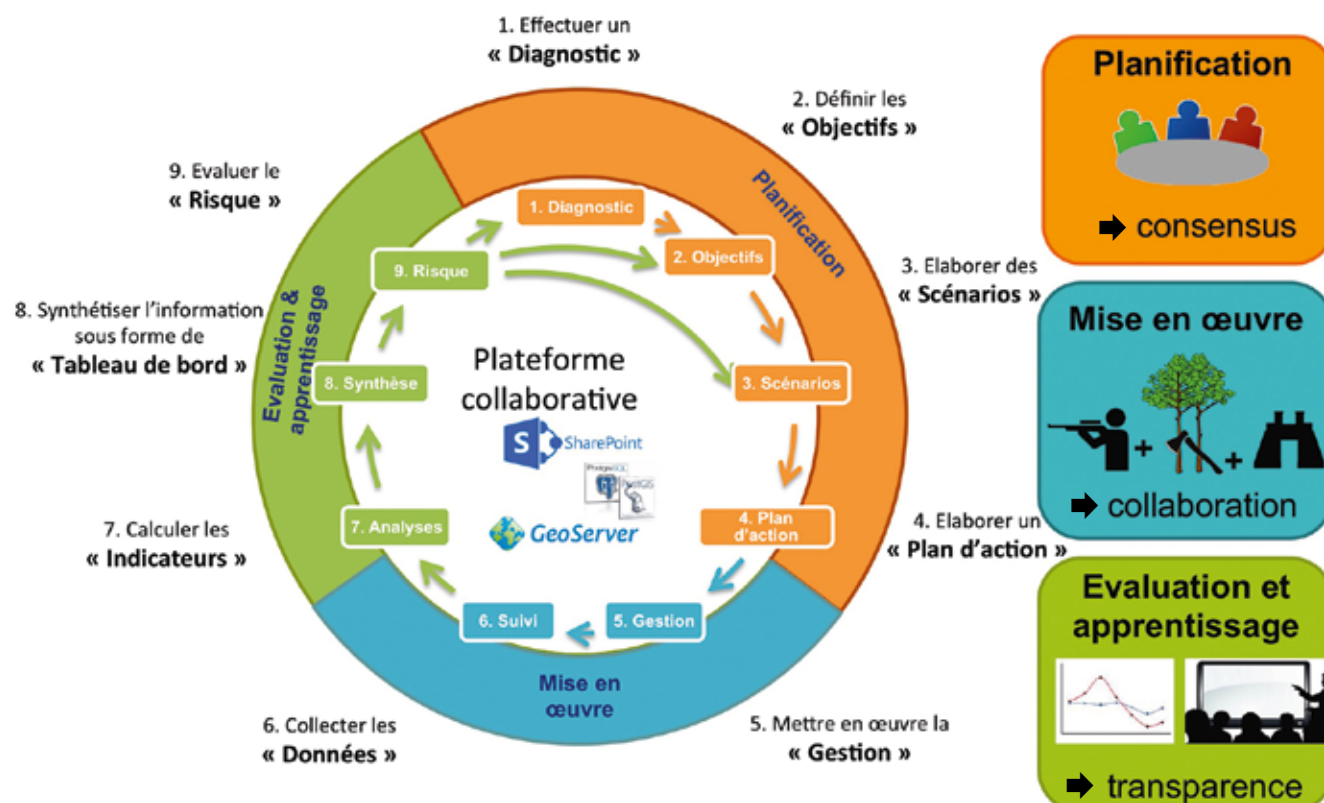
La gestion durable et multifonctionnelle des forêts constitue un enjeu majeur pour la plupart des propriétaires forestiers privés. L'idéal fréquemment invoqué par les propriétaires forestiers consiste à vouloir concilier la production du bois à moindre coût, la satisfaction des chasseurs de grand gibier et la préservation de la biodiversité. Cette équation s'avère d'autant plus difficile à résoudre qu'émergent en parallèle de nombreuses incertitudes liées aux changements globaux (réchauffement et accidents climatiques, urbanisation généralisée, changement des pratiques d'occupation du sol). La gestion adaptative prend en considération des incertitudes et des imprévus ; elle ambitionne une optimisation des arbitrages en les adaptant aux conditions environnementales et sociétales changeantes. Cette démarche participative implique des acteurs

Projet ReForest

ReForest est un projet de recherche et de développement. Son objectif consiste à produire de nouvelles méthodologies et de nouveaux outils pour améliorer la gestion de l'équilibre forêt-gibier. Débuté à l'automne 2016 pour trois ans en région Centre - Val de Loire, ce projet est financé par le conseil régional Centre - Val de Loire et piloté par Irstea, un établissement public de recherche. Il associe de nombreux acteurs de la forêt et de la chasse : Irstea, Géo-Hyd membre d'Antea Group, Office national des forêts (ONF), Délégation d'Île-de-France et du Centre - Val de Loire du Centre national de la propriété forestière (CNPF), Fédération régionale des chasseurs du Centre-Val de Loire (FRC), Arbocentre, Délégation interrégionale Centre - Val de Loire et Île-de-France de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS), Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) et Directions départementales des territoires (DDT) de la région Centre - Val de Loire.

Figure 1 - Schéma illustrant la démarche de gestion adaptative appliquée au projet ReForest

Gestion adaptative de l'équilibre forêt-gibier



identifiés autour d'un processus itératif et méthodique qui :

- systématise l'acquisition de connaissances,
- favorise l'auto-apprentissage en tirant des leçons des résultats antérieurs (figure 1).

Plus précisément, trois principales phases distinctes alimentent le cycle de ce processus :

- planification,
- mise en œuvre,
- évaluation et adaptation.

Cette dernière phase se raccorde à la première en suggérant des réajustements inspirés par les enseignements acquis antérieurement. Cette approche, en théorie, apparente d'une part les intérêts diversifiés des acteurs et d'autre part les composantes multiples d'ordre écologique, économique et social sur lesquelles repose la gestion intégrée de l'équilibre forêt-gibier. La gestion adaptative s'appuie donc sur une méthode, qui offre aux scientifiques et aux gestionnaires l'opportunité d'interagir sur un ou plusieurs objectifs identifiés à partir de retours d'expériences partagés. L'analyse conjointe de la connaissance acquise et sa nécessaire centralisation constituent l'assemblage crucial à consolider

pour garantir traçabilité, longévité et efficacité au processus itératif de ce mode de gestion.

Phase de planification

La phase de planification se compose de trois étapes consécutives. Dans le cadre du projet ReForest, nous nous appuyons sur la méthode PROACC (PROblèmes, Objectifs, mesures, Autres options, Conséquences et Compromis) pour organiser un processus structuré de prise de décisions (figure 1). La gestion commence par (1) la conceptualisation du problème et (2) l'identification des objectifs de gestion qui se doivent de promouvoir un consensus optimal. Les objectifs peuvent être formulés comme des cibles (objectifs globaux à atteindre) et décomposés en objectifs de moyens qui représentent les leviers nécessaires pour atteindre le but escompté. Les objectifs de moyens devraient être spécifiques, mesurables, atteignables, réalistes et temporellement définis (« SMART »).

À titre d'exemple, un objectif global pourrait être « une production économiquement viable de feuillus précieux en présence d'une population de chevreuil ». L'objectif global constitue

une fin en soi qui reste difficile à appréhender : — comment évaluer l'atteinte de notre cible ? La réponse à cette question passe par l'appréciation d'objectifs de moyen. Un premier objectif de moyen (protections contre le gibier) est spécifique et mesurable (maîtrise des coûts). Il n'est pas, en revanche, forcément atteignable, réaliste et temporellement défini. Par l'intermédiaire d'un deuxième objectif de moyen, nous introduisons une dimension temporelle (5 ans) afin de rendre la cible réaliste et atteignable en se focalisant sur les clôtures. Les objectifs de moyen vont donc nous permettre de définir différents scénarios de gestion pour atteindre les cibles identifiées. Sur la base de différents scénarios, un plan d'action définit à partir des connaissances révélées du système, les procédures envisagées pour atteindre les objectifs fixés et les moyens d'en apprécier l'efficacité (3-4). Dans le cas d'une gestion adaptative dite « active », le plan d'action se doit également d'intégrer des expérimentations avec des modes de gestion innovants (*encadré* Expérimentation).

Phase de mise en œuvre

La phase de mise en œuvre s'appuie sur deux étapes conjointes. Il s'agit d'accorder les ressources financières et humaines pour mettre en place les mesures de gestion (5) et en assurer la performance au regard des informations attendues (6). La collaboration pour la mise en œuvre des actions de gestion et

leurs suivis se singularise comme un objectif à part entière pour conforter l'émulation des différents acteurs. À ce titre, la supervision du plan d'action se révèle une nécessité pour évaluer l'exécution des engagements. Dans le souci d'assurer la traçabilité des informations recueillies, il doit être assorti d'un plan de gestion des données (PGD). Ce document décrit la façon dont les données sont collectées, les méthodes utilisées, l'assurance de la qualité, les calculs utilisés ainsi que les échelles temporelles et spatiales des variables. Le PGD est un élément essentiel pour garantir la traçabilité des analyses, des synthèses et des évaluations. Les Indicateurs de changement écologique (ICE) sont préconisés par la communauté scientifique pour suivre l'équilibre forêt-gibier dans une démarche de gestion adaptative. Ces indicateurs constituent actuellement les méthodes de référence pour étudier les relations de densité-dépendance entre une population animale et son milieu. Les ICE ne permettent pas de faire le lien entre les effets causés par le gibier sur le renouvellement de la forêt et leurs conséquences sur les objectifs sylvicoles fixés par les gestionnaires. De fait, les ICE doivent être impérativement combinés à des suivis complémentaires ciblés sur l'évaluation des objectifs sylvicoles auxquels sont astreints légalement les gestionnaires forestiers (*encadré* Indicateurs forestiers).

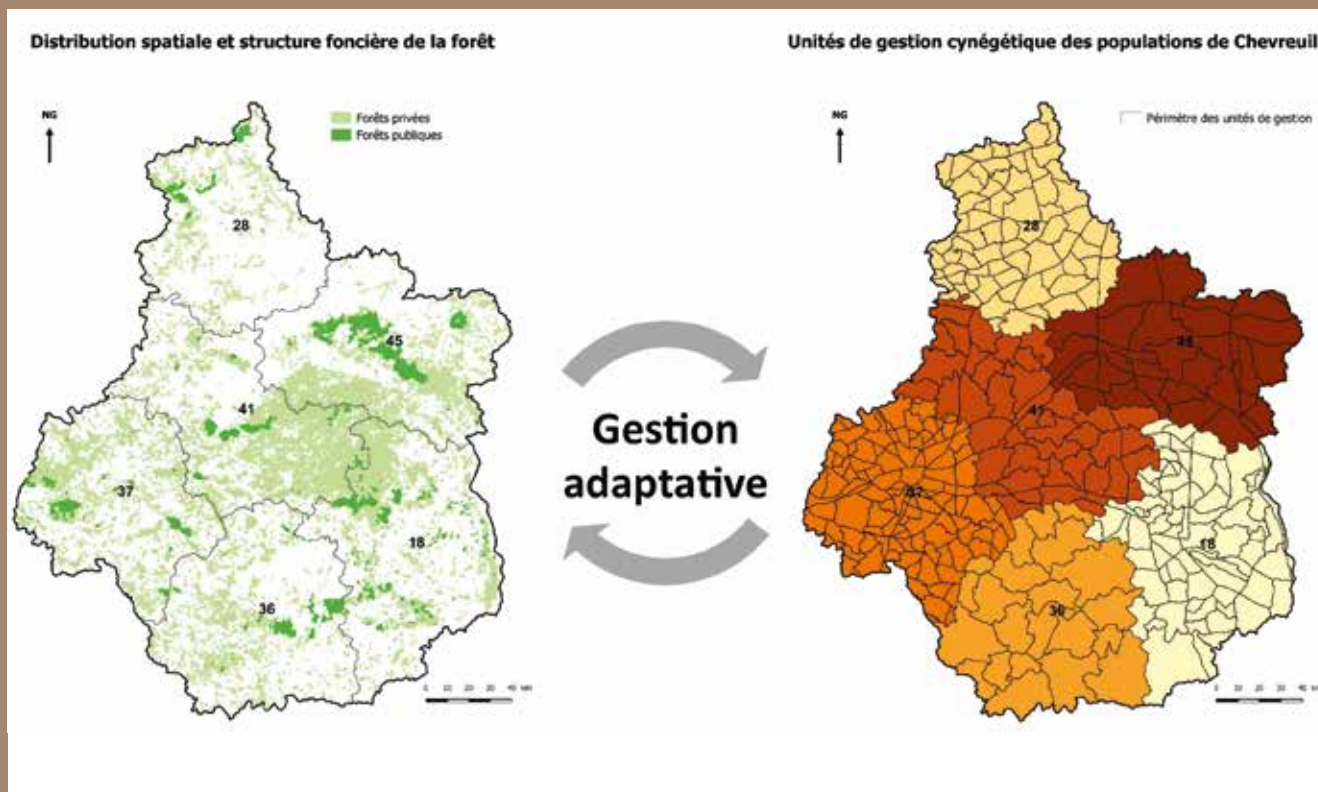
Phase d'évaluation

La phase d'évaluation et d'adaptation repose sur deux étapes clés. Tout d'abord, il s'agit d'analyser et de synthétiser les informations obtenues à partir des actions menées (7) via le plan de suivi. Ensuite l'évaluation de ces nouvelles connaissances acquises (8) amène à une réflexion sur le besoin — ou non — de reformuler le problème, de redéfinir les objectifs ou de revoir le plan d'action (l'adaptation). L'information est partagée et communiquée à l'ensemble des acteurs sous l'assurance de sa traçabilité et de sa compréhension. Dans ce sens, le projet ReForest développe **une plateforme numérique** pour faciliter, de manière collaborative, la création et l'accès à des bases de données communes à l'ensemble des acteurs qu'ils soient décideurs ou gestionnaires. Les fonctionnalités de la plateforme collaborative du projet ReForest ambitionnent la mise en commun (le stockage et le partage des données) des informations par les différents acteurs et proposeront des procédures pour structurer la collecte, l'analyse et l'interprétation des données. Cette plateforme a

Expérimentation

La gestion adaptative est d'autant plus efficace quand elle est associée à l'expérimentation pour comparer et tester différentes alternatives de gestion. L'expérimentation selon des protocoles scientifiques permet d'augmenter la réactivité de la communauté face aux incertitudes, d'innover en matière d'options alternatives de gestion et de renforcer les connaissances communes en vérifiant des liens de cause à effet. Le terrain d'étude, dont disposent les propriétaires forestiers, constitue un potentiel énorme dans ce sens. Avec un minimum de concertation et de coordination, les gestionnaires forestiers privés et publics pourraient explorer de multiples alternatives d'action pour atténuer les effets du grand gibier sur la forêt. L'efficacité de ces expérimentations sera plus importante si elles sont coordonnées sur une plus grande surface à l'échelle d'une population animale. À titre d'exemple, ces expérimentations pourraient concerner la coordination des activités de chasse et des interventions sylvicoles (notamment en termes d'efforts de régénération) dans l'espace et dans le temps.

Figure 2 - L'harmonisation et le partage des données sur la forêt (à gauche) et les populations animales (à droite) dans le cadre d'une gestion adaptative de l'équilibre forêt-gibier



Sources : IGN (limites administratives, couverture forestière), ONF (forêt publique), FNC (forêt privée), FNC (unités de gestion cynégétique).

Indicateurs forestiers

Un pilotage efficient de l'équilibre forêt-gibier repose sur l'observation conjointe des populations animales et du milieu dans lequel elles évoluent (*figure 2*). À cet effet, dans le cadre du projet ReForest, nous menons une réflexion sur le développement d'indicateurs forestiers et sylvicoles destinés à compléter le système de suivi actuel centré sur l'analyse des plans de chasse et le recours aux indicateurs de changement écologique (ICE). Mobilisables à l'échelle des unités de gestion sylvo-cynégétiques, trois familles d'indicateurs sont envisagées. Elles concernent :

- la caractérisation des forêts (structuration foncière, types de peuplements, ressources alimentaires et refuges,...) et des pratiques sylvicoles (traitements et itinéraires, mode de régénération, essences objectif,...),
- l'évaluation spatiale et temporelle de la sensibilité potentielle du renouvellement des forêts à la pression de consommation des essences objectif (taux de renouvellement, surface des reboisements, dispersion/concentration,...),
- l'appréciation de l'impact effectif des cervidés sur les objectifs de gestion définis par les sylviculteurs (stratégie concertée de déclaration de dommage, réseau d'observateurs, diagnostic sylvicole).

Aujourd'hui, les informations nécessaires à la construction de ces indicateurs se révèlent fragmentaires et de pertinences souvent incertaines. La gestion des forêts publiques est cadrée par des aménagements obligatoires. En contrepartie, les forêts privées relèvent de documents de gestion durable, qui s'appliquent à un nombre restreint de propriétés d'où des absences d'informations pour les propriétés non concernées. La valorisation de ces sources d'informations requiert, par ailleurs, une indispensable volonté de mobilisation et de coordination de la communauté forestière (observations, suivis, mise à disposition des informations). L'émergence de nouvelles technologies (télédétection satellitaire) ouvre la voie à des investigations spatiales et temporelles susceptibles de faciliter la construction de ces futurs indicateurs en atténuant l'hétérogénéité qualitative et spatiale des informations actuellement mobilisables. L'analyse d'indices de végétation par télédétection satellitaire fait actuellement l'objet de tests dans le cadre du projet ReForest. L'objectif poursuivi consiste à cartographier par détection des interventions sylvicoles dans les peuplements forestiers potentiellement sensibles aux dégâts de cervidés.

La gestion adaptative passe par le dialogue entre acteurs. Le dialogue passe tout d'abord par le partage des connaissances pour que tous les acteurs disposent des mêmes informations. Ensuite, il est primordial que ces échanges se traduisent par la définition d'objectifs en commun et par l'élaboration d'un plan d'action partagé.



J.-P. Hamard © Irstea



Anne Genès © CNPF

Dégât de cervidé sur jeune pin maritime.

également vocation à mettre en place des procédures pour mieux organiser la prise de décisions au niveau de la définition des objectifs, de l'élaboration des scénarios et de la conception d'un plan d'action (la phase de planification). Elle se différencie de celle du GIP ATGeRi¹ de la Nouvelle Aquitaine par l'intégration de procédures liées à la concertation et la co-construction des connaissances au sein même de l'outil informatique. Ces procédures seront concrétisées par la mise en œuvre de flux de travail pour faciliter la collaboration entre les partenaires du projet (définition, exécution et automatisation des tâches...).

L'analyse et l'interprétation des données collectées se feront via des tableaux de bord thématiques. Ces documents permettront une visualisation dynamique des données à plusieurs échelles spatio-temporelles sous forme de cartographies et de graphiques de séries temporelles. Dans le cadre du pilotage de l'équilibre forêt-gibier, les unités de gestion cynégétiques des populations d'ongulés identifiées pour l'élaboration des plans de chasse départementaux constituent, à ce titre, les entités élémentaires de référence spatiale.

Conclusion

Un certain nombre d'initiatives départementales (Sylvafaune, EquiForCe76²...), voire régionales (GIP ATGeRi, OEASC), ouvre une nouvelle forme de dialogue entre les principaux acteurs de l'équilibre sylvo-cynégétique. Le bien-fondé de ces démarches se trouve conforté par la mise en place des comités

¹ Groupement d'intérêt public Aménagement du territoire et gestion des risques

² <https://www.foretpriveefrancaise.com/n/equilibre-foret-gibier/n:892#p6174>

Liens internet

Colloque Indicateurs de changement écologique (<http://www.colloque-grandgibier-ice.com/>)
Observatoire Grande Faune et Habitats (OGFH) (<http://www.oncfs.gouv.fr/Observatoire-Grande-Faune-et-Habitats-OGFH-ru146>)
Observatoire de l'Équilibre Agro-Sylvo-Cynégétique du Parc national des Cévennes (OEASC) (<https://oeasc.cevennes-parcnational.net/oeasc/>)
Observatoire Territoires-Gibiers du GIP ATGeRi en Nouvelle Aquitaine (https://sig.cartogip.fr/gibier_consult)
Projet Equiforce76 en Seine-Maritime (<https://equiforce76.irstea.fr/>)
Projet ReForest (<http://reforest.irstea.fr>)
Sylvafaune, site du massif de Vendresse (<http://www.ardennes.gouv.fr/mise-en-oeuvre-de-la-demarche-sylvafaune-sur-le-a1943.html>)

Bibliographie

- Cordonnier T., Gosselin F., 2009. *La gestion forestière adaptative : intégrer l'acquisition de connaissances parmi les objectifs de gestion*. Revue Forestière Française 61, 131-144.
- Mârell A., Pellerin M., Rocquencourt A., 2012. *Mesure de suivi de l'empreinte écologique des ongulés sauvages sur la végétation forestière*. Revue Forestière Française 67, 711-721.
- Mârell A., Baltzinger C., Hamard J.-P., Saïd, S. 2016. *Que peut nous dire la flore sur la pression exercée par les ongulés sauvages et leurs effets ? Vers une nouvelle gestion du grand gibier : les indicateurs de changement écologique*, Actes du colloque tenu à Chambord (Loir-et-Cher) les 20 et 21 mai 2015. ONCFS, Fondation François Sommer, FNC, Paris, 31-34.

paritaires forestiers-chasseurs des programmes régionaux de la forêt et du bois (PRFB). Le contexte actuel constitue un cadre pour favoriser la gestion participative. La mise en œuvre d'une gestion adaptative de l'équilibre forêt-gibier suppose la levée de verrous tant dans la phase d'une identification consensuelle des objectifs à atteindre que dans celle de conceptualisation et d'acceptation des outils à déployer pour en évaluer leur conformité. Cela implique que chaque acteur accepte une réévaluation collective de ses arguments et de ses savoir-faire dans le cadre d'une gestion partagée basée sur la méthode essai-erreur. Actuellement, l'analyse des plans de chasse et le déploiement des ICE produisent une connaissance de la dynamique et de l'état des populations de cervidés. Ces approches constituent une base cohérente de réflexion. En revanche, l'appréciation des effets induits par les cervidés sur le renouvellement de la forêt s'avère souvent imprécise, fragmentaire, et généralement sous argumentée. Dans l'optique d'un déploiement d'une gestion adaptative, **une mobilisation concertée de la communauté forestière** — qu'il s'agisse d'acteurs publics ou privés — doit prendre le pas sur un attentisme latent trop souvent constaté. Les forestiers ne peuvent se contenter de demeurer spectateurs ; **porter à connaissance et partager leurs initiatives restent un préalable pour contribuer de manière factuelle à la justification de leurs revendications.** ■

Résumé

ReForest est un projet de recherche et de développement sur la gestion adaptative de l'équilibre forêt-gibier, débuté à l'automne 2016 pour trois ans en région Centre-Val de Loire. La gestion adaptative est une démarche participative qui favorise l'auto-apprentissage en tirant des leçons des expériences. Le projet mettra en place une plateforme collaborative pour accompagner les acteurs dans le partage des données, l'acquisition de nouvelles connaissances et la prise de décision.

Mots-clés : équilibre forêt-gibier, cervidés, gestion adaptative.

<https://www.foretpriveefrancaise.com/n/equilibre-foret-gibier/n:892>



Formation

Usage du guide pratique de l'équilibre forêt-gibier

Champrond-en-Gâtine (28) – **15 au 17 octobre 2019** – 2,5 jours – stage animé par Pierre Brossier, CRPF, David Pierrard, École de Belval, Christophe Launay, Domaine du Bois Landry

Diagnostiquer l'impact du gibier sur les peuplements forestiers sensibles, donner une méthode pour analyser le complexe forêt-gibier et définir et mettre en œuvre des adaptations cynégétiques et sylvicoles.

Renseignements pratiques et inscription par tél. : 02 38 71 91 14 ou par courriel :

idf-formation@cnpf.fr ou christine.clemente@cnpf.fr

Retrouvez tous nos stages :

<http://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-catalogue-des-formations-de-l-idf/n:534>



Mémento de l'inventaire forestier 2018

Le Mémento de l'inventaire forestier 2018 est le résultat des campagnes annuelles d'inventaire de l'IGN sur le terrain. L'état des lieux de la forêt française – sa superficie et son évolution, ressources en bois (volume de bois vivant sur pied, prélèvements), les écosystèmes forestiers, les essences présentes sur le territoire, les données par région – est réuni en 30 pages illustrées. Nouveauté en 2018, le Mémento ajoute une analyse de la forêt dans les territoires ultra-marins.

En effet, pour souscrire aux exigences requises par la préparation du rapport FRA* 2020 de la FAO, l'IGN et ses partenaires dont l'ONF, décrivent la ressource forestière dans les cinq départements d'outre-mer. La forêt couvre 8,25 millions d'hectares, soit la moitié de la superficie forestière métropolitaine (16,9 millions d'hectares).

Plus denses qu'en métropole, les forêts des Départements d'outre-mer (DOM) ont une biomasse à l'hectare double de celle des forêts métropolitaines. En raison d'une pression des surfaces agricoles, la superficie des forêts de Guyane, de Guadeloupe et de Mayotte tend à diminuer. En Martinique et à la Réunion, plusieurs essences envahissantes font augmenter la superficie forestière.

Quelques informations clés :

- Superficie forestière en France métropolitaine : 16,9 millions d'hectares, dont 75 % de forêts privées (12,6 millions d'hectares) ;
- Augmentation de la surface forestière de 14,1 millions d'hectares en 1985 à 16,9 millions d'hectares en 2018, soit une augmentation moyenne de 90 000 ha de forêt par an ;
- Taux de boisement du territoire : 31 % ;
- Croissance des arbres : 91,5 millions de m³/an ;
- Prélèvement : 46,4 millions de m³/an, soit 56 % ;
- Mortalité : 8,8 millions de m³/an.

>> Téléchargez Le Mémento de l'Inventaire forestier - édition 2018, sur :

www.ign.fr/institut/kiosque/memento-linventaire-forestier

* Évaluation des ressources forestières mondiales

Évaluation des forêts des DOM

	Surface forestière	Taux de boisement	Tendance actuelle d'évolution des surfaces forestières	Taux d'aires forestières protégées
	ha	%	%/an	%
Guadeloupe	72 000	44,5	-0,1	32
Martinique	52 000	49	+0,4	26
Guyane	8 010 000	97,5	-0,04	31
Mayotte	14 000	38	-0,4	7
La Réunion	97 000	39	+0,5	63

* FRA 2020 : évaluation des ressources forestières mondiales ;
www.fao.org/forest-resources-assessment/current-assessment/fr/



Reconnaître les stades de phénologie des arbres : facile avec The Plant Game !

The Plant Game, un jeu développé par l'Inra, vous perfectionne en botanique tout en vous amusant avec 4 quizz photo. Pour les arbres, l'Observatoire des saisons vous propose d'apprendre à reconnaître quatre stades phénologiques : la feuillaison, la floraison, la maturation et la sénescence.

Testez vos connaissances sur theplantgame.com !
www.tela-botanica.org/2015/09/article7027/



Un accès gratuit aux cartes géologiques

Dans le cadre de son engagement dans le Plan national pour la science ouverte, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) met à disposition sur son portail InfoTerre : <http://infoterre.brgm.fr/>

- Les cartes géologiques départementales, avec l'intégration des coupures des cartes géologiques de la France à 1/50 000 ;
- La carte géologique de la France métropolitaine à 1/1 000 000 au format image et vecteur.

Un isolant à base de bois plus efficace et économique que le polystyrène

Un isolant plus efficace, écologique et économique que le polystyrène, mis au point par des chercheurs américains, est baptisé *Nanowood*, en attente d'homologation et commercialisation. Conductivité thermique modulable : le secret de ce « na-nobois » consiste à éliminer la lignine du bois, à savoir la partie qui le rend rigide et brun. *In fine*, le nouveau matériau « permet d'isoler les bâtiments plus efficacement que la plupart des autres isolants thermiques actuels. Y compris le polystyrène expansé », explique Tian Li, chercheur post doctorant. Souple et léger, ce matériau n'en est pas moins solide grâce à la liaison efficace entre les nanofibrilles de cellulose.

Le Moniteur www.lemoniteur.fr/article/nanowood-un-isolant-thermique-a-la-fibre-ecologique.1976989

CALENDRIER DES VENTES GROUPÉES organisées par Experts forestiers de France



Cahier de vente téléchargeable un mois avant la vente sur : www.foret-bois.com

Région	Lieu de la vente	Départ.	Date	Heure	Expert coordonnateur	Descriptif de la vente
Nouvelle-Aquitaine	Solignac	87	28/03/2019	10 h 00	C. Riboulet	Feuillus
	Labouheyre	40	25/04/2019		G. Duclos	Résineux
	Ruffec	16	05/06/2019	14 h 30	F. Bechon	
	Ussel	19	20/06/2019	09 h 30	S. Coudert	
Auvergne - Rhône Alpes	Propières	69	08/03/2019	09 h 00	J.-P. Leroy et N. Menou	Résineux et feuillus
	Celles sur Durole	63	26/04/2019	14 h 00	P. Fargevieille	
	Davézieux	7	24/05/2019	09 h 00	N. Monneret	Résineux
	Meylan	38	27/06/2019	16 h 30	JC Thievenaz	
Bourgogne Franche-Comté	Chatillon en Bazois	58	06/06/2019	14 h 30	B. Goutorbe	Feuillus
	Vérovres	71	07/06/2019	09 h 00	J.-P. Leroy et N. Menou	
	Chamvres	89	13/06/2019	09 h 00	A. Janny	Résineux
	Dijon	21	18/06/2019	14 h 00	G. Silande	Résineux
	Champagnole	39	5/07/2019	17 h 00	F. Leforestier	Résineux
Bretagne	Carhaix	29	25/04/2019	14 h 30	F. Leblond	
Centre Val-de-Loire	La Croix en Touraine	37	24/04/2019	14 h 30	E. Delaunay	Feuillus et résineux
	La Bussière	45	10/04/2019	14 h 30	I. de Chasseval	Feuillus et résineux
Grand-Est	Cirey sur Vezouze	54	22/05/2019	14 h 30	A. Haaz	Résineux
Pays de la Loire	Ballon	72	04/04/2019	14 h 00	G. Cardot	Feuillus et résineux
	Solesmes	72	23/05/2019	14 h 00	N. Bureau	Toutes essences
	Ballon	72	4/06/2019	14 h 00	G. Cardot	Feuillus et résineux
Occitanie	Mazamet	81	23/05/2019	10 H 00	F. Lejuez	Résineux
Normandie	La Ferté Fresnel	61	28/05/2019	14 h 00	M. Cappelaere	Toutes essences
Hauts-de-France	Pierrefonds (Oise)	60	26/05/2019		J.-M. Peneau	

VENTES PRINTEMPS 2019

Experts forestiers de France, 6 rue Chardin, Paris, 75016 - Tél : 01 40 50 87 34

EFF est une marque déposée, propriété de la CNIEFEB.

Cette association à vocation syndicale a pour principal objectif le développement du métier d'Expert forestier et d'Expert Bois. Désormais, les Experts forestiers de la CNIEFEB communiqueront exclusivement à travers leur marque « EFF ».

FORESTER® BY ARYSTA

Insecticide forêt, plantations et bois abattus

A CHOISI **ADKALIS**
POUR SA DISTRIBUTION EN FRANCE

Entre les experts du bois et de la préservation, la forêt grandit !

Produit pour les professionnels : Utilisez les produits phytopharmaceutiques avec précaution. Avant toute utilisation, lisez l'étiquette et les informations concernant le produit. Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les méthodes alternatives et les produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et animale et pour l'environnement, conformément aux principes de la protection intégrée. Consultez : <http://agriculture.gouv.fr/Epiphyt> - Cyperméthrine 100 g/L (9,8% poids) - Emulsion de type aqueux (EW). AMM n°2080097 (Arysta LifeScience Benelux Sprl). ATTENTION. H302 : Nocif en cas d'ingestion. H317 : Peut provoquer une allergie cutanée. H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. EUH401 : Respecter les instructions d'utilisation pour éviter les risques pour la santé humaine et l'environnement.



adkalis

CONTACT :
Tél. : +33 (0)5 64 31 06 85
Email : commandes-adkalis@berkem.com

www.adkalis.com



adkalis est une filiale du
berkem



Pépinières PLANFOR

Pourquoi choisir du plant en motte ?

Reprise garantie à 90%*

+

Adaptation aux changements climatiques

+

Sylviculture moderne et performante

Capacité de production

+ de 20 millions de plants par an

Pins, Douglas, Chênes...

*Après acceptation du contrat de fourniture et de garantie

Planfor vous accompagne dans la réussite de vos projets

Mail : pepiniere@planfor.fr | Tél : 05.58.75.03.96