

# La forêt de demain



Le chêne sessile, la deuxième essence forestière de France, pourrait disparaître des territoires les plus méridionaux d'ici cinquante ans. EMMANUEL BERTHIER/HEMIS.FR

## Climat et réactions en chêne

Malgré leur résilience, certaines essences sont menacées par le réchauffement. Dans la Sarthe, l'INRA et l'ONF mènent depuis trente ans une expérience conjointe pour tenter d'anticiper le phénomène

### REPORTAGE

FORÊT DE LA PETITE CHARNIE (SARTHE) -  
envoyé spécial

Une pluie drue s'abat sur la forêt de la Petite Charnie, dans la Sarthe, détremant la terre argileuse. En cette fin février, le froid est mordant. Mais les caprices du ciel, les arbres alignés au cordeau en ont connu bien d'autres. C'est même pour cette raison que des chercheurs les ont plantés ici. Profitant d'une éclaircie, Alexis Ducouso, de l'unité biodiversité, gènes et communautés de l'Institut national de la recher-

che agronomique (INRA), et Brigitte Musch, du département recherche, développement et innovation de l'Office national des forêts (ONF), font faire le tour du propriétaire.

Cette forêt domaniale abrite, sur une parcelle de 24 hectares, un site expérimental d'un programme inédit par son ampleur et sa durée, comme seuls les scientifiques ou les sylviculteurs, qui savent donner du temps au temps, peuvent en concevoir. Au milieu des années 1980, des glands ont été récoltés dans 116 chênaies réparties sur le territoire européen (étendu à la Turquie), de l'Irlande à la Géorgie et du Danemark au sud de la France. Après un élevage en pépinière, les plants – plus de 150 000 au

total – ont été transférés dans 23 forêts de 6 pays, dont la Petite Charnie.

Ce brassage géographique permet d'évaluer, sur le terrain, comment les arbres réagissent à des conditions climatiques différentes de celles qui prévalent dans les régions dont ils sont originaires. Schématiquement, quelques degrés de plus pour les chênes déplacés du nord vers le sud, et de moins pour ceux qui ont effectué le trajet inverse.

L'étude s'est focalisée sur le chêne sessile (*Quercus petraea*), appelé aussi rouvre : l'essence noble par excellence, dont on fait les merrains (planches) des tonneaux, fûts et barriques où vieillissent les vins de garde, ce qui lui donne une grande valeur marchande. C'est, en France, la

deuxième essence forestière après le chêne pédonculé : elle est présente sur près de 1,7 million d'hectares, soit 10 % du couvert boisé.

Depuis bientôt trente ans, les chercheurs effectuent une revue de santé régulière de leurs protégés, en mesurant leur taille et leur circonférence, mais aussi en jugeant leurs caractères « architecturaux » (hauteur de la première branche, nombre de branches et de fourches, courbures...) et leurs traits phénologiques ou saisonniers : débournement (éclosion des bourgeons), aspect de l'écorce...

PIERRE LE HIR

LIRE LA SUITE PAGE 2



# Xylofutur planche sur l'avenir de la filière bois

Le pôle de compétitivité basé à Bordeaux soutient près de 200 projets innovants, dont celui de lancer, dans les Landes, la production de résine écocertifiée française

MONT-DE-MARSAN - correspondant

Dans la forêt domaniale de Biscarrosse, au cœur du massif des Landes de Gascogne, une silhouette armée d'un outil portatif s'active entre les pins maritimes d'une parcelle éloignée des regards. La machine laisse d'étonnantes marques circulaires aux pieds des arbres, volontairement « blessés ». Par là s'écoulera la résine. Un demi-siècle après la fin des gemmeurs, ces hommes qui récoltaient la sève, cet engin expérimental a été développé pour les remplacer et relancer un modèle de production économiquement viable pour une « biogemme écocertifiée française ».

L'enjeu est de taille : la France importe plus de 300 000 tonnes de résine par an (soit le quart de la

production mondiale) pour l'industrie cosmétique, pharmaceutique ou encore agroalimentaire (chewing-gums, dentifrices...).

Arrivé dans les Landes en 2010, l'ingénieur Luc Leneveu a élaboré cet objet coupant non identifié pour le laboratoire bourguignon Holiste, en accord avec l'Office national des forêts. Il travaille sur une récolte en vase clos brevetée dès janvier 1930 par l'Italien

Umberto Bellini delle Stelle. Les pots en terre cuite autrefois fixés aux arbres sont remplacés par des poches de type caisse-ouïe, ces conditionnements en plastique plus connus pour le vin en vrac. Une machine viendra également se substituer à l'homme, pour les tâches les plus pénibles.

Ce projet de recherche fondamentale repose avant tout sur un produit écologique inédit activant l'écoulement de la sève, « un substitut au très nocif acide sulfurique encore employé dans certains pays », explique Luc Leneveu, en quête d'une gemme « bio » à très haute valeur ajoutée. Cet ambitieux projet est labellisé par le pôle de compétitivité Xylofutur. Cette structure unique en France a été créée en 2005 pour favoriser l'innovation collaborative dans le domaine des forêts cultivées. Le pôle aquitain, autrefois consacré au seul pin maritime, s'est ouvert dès 2008 aux autres essences. Le très vivant massif des Landes de Gascogne, plus grand domaine forestier cultivé d'Europe, avec ses plus de 800 000 hectares, concentre l'attention. Mais la nouvelle région Nouvelle-Aquitaine et son vaste territoire offrent d'autres perspectives et d'autres essences, comme par exemple le peuplier dans l'ex-Poitou-Charentes et le Douglas dans l'ex-Limousin. La création d'une antenne en Auvergne-Rhône-Alpes est aussi à l'étude. « On peut même espérer un élargissement de nos compétences au niveau national », assure le directeur de Xylofutur, Marc Vincent.

Avec 213 adhérents et 197 projets labellisés, dont 137 déjà financés pour un total de 251 millions d'euros, Xylofutur joue avec son équipe de sept personnes un rôle déterminant. « A la différence de l'aéronautique, avec le géant Airbus qui s'impose comme moteur de toutes les gran-

des innovations, et à part quelques grosses entreprises dans le bois de trituration, notamment la papeterie, la filière française du bois est essentiellement constituée de PME et de PMI qui n'ont pas les moyens d'avoir leur propre service de recherche et développement », explique Marc Vincent. Les quelque 10 milliards d'euros de chiffre d'affaires que génèrent les 9,7 millions de mètres cubes de bois récoltés chaque année sur la Nouvelle-Aquitaine attirent chercheurs et investisseurs.

## Trois axes stratégiques

Xylofutur se conçoit donc comme une usine à projets, un catalyseur d'énergie. Ses validations techniques aident à trouver des financements. Depuis dix ans, le pôle de compétitivité travaille dans trois domaines. Le premier concerne la gestion de la forêt. Souvent confidentielles, les études touchent à la sélection génétique des espèces, à l'optimisation des machines, au partage des données, à la télédétection des états sanitaires. « L'utilisation des images aériennes et des satellites a débuté après la tempête Klaus de 2009, dans un but d'inventaire. Elles se sont beaucoup améliorées depuis, avec des outils d'aide à la décision extrêmement précieux », explique Eduard Mauri, un chercheur détaché de l'Institut européen de la forêt, un organisme international indépendant.

Ces nouvelles technologies aident à mieux connaître la matière première et sont de plus en plus souvent employées pour prévenir les dispersions des maladies du bois, elles-mêmes favorisées par l'augmentation des échanges commerciaux. Les dernières innovations dans ce domaine seront présentées le 30 mars à l'INRA Bordeaux-Aquitaine à l'occasion d'un « xylo dating », une réunion de profes-

sionnels imaginée par Xylofutur sur le modèle des « speed dating ».

Le deuxième axe stratégique, plus connu, concerne le bois comme matériel de construction. Les machines de découpe ont révolutionné le travail des scieries. Le design a trouvé sa place et les travaux d'architectes ont soutenu les quelque 58 600 emplois liés à la filière bois de la Nouvelle-Aquitaine. Il est désormais beaucoup question de constructions de grande hauteur. Un congrès sera même consacré à ce thème, en septembre, à Bordeaux.

Enfin, les plus grands élans d'innovation concernent la chimie verte et les biocarburants, ce qu'on appelle la « bioéconomie circulaire ». Le projet de biogemme porté par Holiste y rejoint d'ambitieux explorations, notamment autour de la valorisation des déchets du bois. Les recherches scientifiques sur un bioéthanol capable de rivaliser avec le volatil pétrole s'ajoutent à celles sur les pouvoirs antioxydants ou anticholestérol des essences maritimes.

Marina Lopez-Guia, chef de projet chimie à Xylofutur, évoque aussi plusieurs études en cours sur une possible utilisation du bois dans la fabrication des fibres de carbone. Il est question d'« un petit plus » issu d'une molécule active du pin qui se substituera demain à des matières fossiles dans des pales d'éoliennes ou d'hélicoptères, « avec à la clé les mêmes performances et un gain économique », met en avant la jeune ingénieure. Dernier exemple avec le projet Crispy-Pack, visant « un nouveau type d'emballage qui permettra d'obtenir un effet gratiné pour les denrées alimentaires passées au micro-ondes ». « Ce qui est sûr, c'est que ça cherche beaucoup », se réjouit Marc Vincent. ■

VINCENT DEWITTE



**Les 10 milliards d'euros générés chaque année par le bois récolté en Nouvelle-Aquitaine attirent chercheurs et investisseurs**

SUITE DE LA PAGE 1

Dans le peuplement encore jeune de la Petite Charnie, il faut un œil exercé pour séparer le bon grain de l'ivraie, distinguer ce qui deviendra un tronc vigoureux ou un fût souffreteux, un houppier bien conformé ou une couronne décatie. Les chercheurs Alexis Ducouso et Brigitte Musch n'ont du reste pas tout à fait le même regard.

Inspectant un groupe de chênes natifs du Danemark, qui ont dû s'acclimater ici à 3 °C supplémentaires, le premier, qui s'intéresse d'abord à la conservation de la diversité génétique de l'espèce, retient qu'« ils ne montrent pas de signe de dépérissement, même si leur développement n'est pas optimal ». Brigitte Musch, qui s'attache aussi à la productivité du patrimoine sylvestre, juge au contraire, au vu de leur hauteur et de leur diamètre réduits, comme de leurs branches tordues, qu'« ils s'accommodent difficilement » de ce coup de chaud. Tous deux s'accordent en revan-

che pour constater que des plants chétifs venus de Géorgie, qui ont perdu chemin faisant 5 °C, « ne sont pas très performants et se sont mal adaptés ».

Les conclusions générales de cette expérimentation, soutenue financièrement par l'Union européenne, viennent d'être publiées dans la revue *Global Change Biology*. Il apparaît, résume Alexis Ducouso, que « les chênes sessiles font globalement preuve d'une forte résilience aux variations climatiques », même s'ils réagissent de façon différenciée en fonction de leur origine. Plus que le changement de température, c'est le manque d'eau qui constitue le facteur limitant pour certaines des populations déplacées.

## Disparition partielle

Les chercheurs sont allés plus loin. Ils ont utilisé des modèles prenant en compte deux des scénarios du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Le premier scénario conduit à une hausse modérée du thermomètre, de 1,8 °C d'ici à la fin du siècle. Le second, plus pessimiste mais plus réaliste en l'état actuel des émissions de gaz à effet de serre, mène à une augmentation de 3,7 °C.

Les résultats sont convergents dans l'une et l'autre hypothèse, mais ils sont considérablement amplifiés dans la seconde. Ils prévoient, à l'horizon 2070-2100, une baisse de la croissance et de la survie des chênes dans la partie sud et sud-est de leur zone de distribution actuelle : nord de l'Espagne, sud et centre de la France, nord de l'Italie, Hongrie, Serbie, nord-ouest de la Turquie et Géorgie. Sur de larges zones, la perte, en taille comme en résistance, sera de plus de 20 % par rapport à la situation présente. Les auteurs pronostiquent même que « certaines populations vont probablement disparaître ». En revanche, les chênaies implantées aux plus hautes latitudes, en Ecosse, en Norvège, en Suède et dans le nord-est de la Pologne, devraient bénéficier d'une croissance relativement plus rapide.

Précieuses pour les études sur la génétique forestière, ces données le sont aussi pour les responsables du domaine boisé. « Le temps des arbres n'est pas celui des hommes », dit Brigitte Musch. Les chênes que nous plantons aujourd'hui sont là pour cent cinquante ans. Il nous faut donc anticiper l'impact du changement climati-

que. » Comment ? « Il n'existe pas de solution miracle », répond-elle, « seulement des pistes que nous explorons. »

L'une des options est la migration assistée. Il s'agit de délocaliser, du sud vers le nord, des populations d'arbres déjà accoutumés au climat plus chaud et plus sec attendu pour la fin du siècle. Cette substitution n'est toutefois pas possible pour les chênes sessiles des régions méridionales, auxquels on ne peut trouver de remplaçants plus « sudistes ». Or, si ces peuplements ont été façonnés par l'aridité, ils atteindront eux aussi, tôt ou tard, la limite de leur capacité d'adaptation. Une solution consiste donc à faire appel à d'autres espèces, en privilégiant des chênes thermophiles naturellement amateurs de chaleur, comme le chêne blanc ou le chêne des volcans endémique de Turquie.

La mutation des chênaies d'Europe ne fait que commencer. D'autres processus d'adaptation à la pression climatique sont étudiés ici, comme l'ajustement du cycle saisonnier des végétaux. Par tous les temps, la forêt de la Petite Charnie va rester une sentinelle avancée du climat. ■

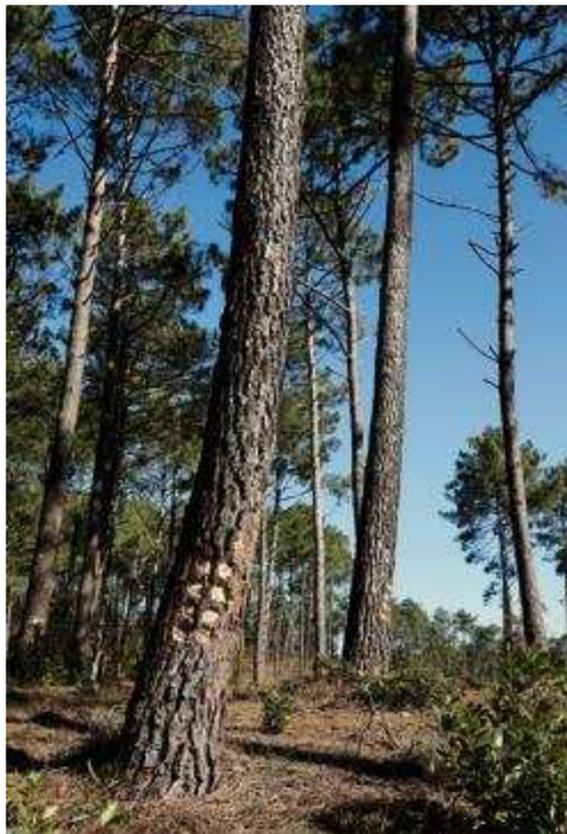
PIERRE LE HIR

## La forêt française en chiffres

**17 millions** C'est, en hectares, la surface de la forêt française, soit 30 % du territoire métropolitain. Elle a doublé en deux siècles, ce qui place la France au quatrième rang en Europe après la Suède, la Finlande et l'Espagne. Les départements les plus boisés sont les Landes (65 %), le Var (63 %) et les Vosges (53 %). L'Etat et les communes possèdent un quart du domaine boisé, 3,5 millions de propriétaires se partageant le reste.

**137** C'est le nombre d'essences qui composent la forêt française, formée de 70 % de feuillus et de 30 % de résineux. Le chêne, pédonculé, sessile ou pubescent, est l'arbre dominant, devant le hêtre, le pin maritime, le pin sylvestre, le châtaignier et le frêne.

**800 millions** C'est, en tonnes, le volume de CO<sub>2</sub> séquestré chaque année par les forêts, soit un peu plus de 20 % des émissions nationales de gaz à effet de serre.



**A Biscarrosse (Landes), les entailles des pins servent à récolter la résine, utilisée notamment dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique.** RODOLPHE ESCHER/DIVERGENCE POUR «LE MONDE»

## Promenade en forêt numérique

Un logiciel permettant de simuler la pousse des arbres fera bientôt son entrée dans les formations sylvicoles

BESANÇON - correspondant

Apprendre à bien gérer les peuplements et les chantiers forestiers avait une limite: la lenteur des arbres à pousser... Celle-ci empêchait l'étudiant en sylviculture de visualiser les effets des choix qu'il effectuait lors d'exercices de formation. Chacun en était réduit à les imaginer, par-delà les années. Il y avait loin, le gouffre des décennies, entre la parole de l'enseignant et les stages d'application sur le terrain.

Ce vide éducatif et temporel sera bientôt comblé par un nouveau logiciel. En cours de développement, le projet Silva Numerica fera « apprendre la forêt par simulation ». L'initiative associe neuf partenaires publics et privés de la recherche et du développement numérique en Bourgogne-Franche-Comté. Elle ne profitera pas qu'aux forestiers de métier. Collégiens et lycéens pourront découvrir les écosystèmes et leurs évolutions naturelles, et parfaire ainsi leur éducation à l'environnement.

Cette « forêt modélisée », inspirée d'un concept plus modeste utilisé pour l'apprentissage de la taille des vignes du Bordelais, est pilotée par Michel Guyot. Jusqu'alors directeur du centre de formation professionnelle et de promotion agricole Château-farine à Besançon, l'enseignant a été nommé chef de ce projet de 2,4 millions d'euros, inscrit dans le programme des investissements d'avenir pour 802 000 euros et cofinancé par l'Etat. « Des simulateurs avaient déjà été développés par des constructeurs, en appui de la vente de leurs machines, dit-il. Lennui, c'est que les débouchés commerciaux de ces marques sont surtout scandinaves et canadiens. Les modélisations ne correspondaient pas aux forêts françaises et à la diversité de leurs essences. »

Avec la future plate-forme, les professeurs « pourront travailler

différents scénarios ». Elle sera aussi disponible sur tablettes, « un outil qu'on peut emporter avec soi dans les bois », insiste M. Guyot. La personne en formation pourra vieillir ou rajeunir la forêt à volonté pour vérifier la cohérence de ses décisions, mais également en percevoir les conséquences moins visibles, chimiques ou biologiques, et en mesurer les impacts sur les sols, les végétaux, les faunes. »

### « Susciter des vocations »

L'expertise et les attentes des enseignants et des professionnels du secteur fourniront la matière première indispensable à l'élaboration du logiciel, forcément évolutif. L'école AgroSup, à Dijon, a procédé à la collecte de ces données, étape première de la définition du cahier des charges. Les résultats des recherches menées par l'Institut national de la recherche agronomique et l'Office national des forêts, sur le changement climatique par exemple, y seront intégrés après « simplification », en raison de la finalité « concrète » du simulateur, précise M. Guyot.

Sauf aléa, le prototype sera opérationnel dès janvier 2018. Il sera ensuite testé dans trois établissements scolaires du Doubs et de Saône-et-Loire, pendant deux ans, puis dans des centres de formation aux métiers du bois à Lausanne (Suisse), Meymac (Corrèze) et Bazas (Gironde). « Le public visé est celui des CAP et des BTS, voire des licences, puis on élargira, note le chef de projet. Le comportement des jeunes face à l'outil et l'estimation de la plus-value pédagogique seront pour nous des critères fondamentaux. » Au conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté, qui soutient Silva Numerica, le vice-président en charge du bois et des forêts, Sylvain Mathieu, en escompte un autre avantage: « Qu'il suscite chez les collégiens et lycéens l'envie de s'orienter vers ces filières. » ■

JEAN-PIERRE TENOUX

## La façade méditerranéenne à la merci de l'homme

Les incendies de 2016, d'origine humaine, ont confirmé la vulnérabilité des interfaces habitat-forêt

Dans les Bouches-du-Rhône et sur la façade méditerranéenne, l'été 2016 restera comme celui du grand incendie de Rognac. Un brasier géant qui a parcouru, le 10 août, 3300 hectares de forêt provençale, de garrigue et de zones habitées sur les communes de Rognac, Vitrolles, Les Pennes-Mirabeau, jusqu'à atteindre le nord de Marseille. Un sinistre de taille inédite depuis 2003, dans un département qui voit habituellement un millier d'hectares partir en fumée chaque année.

L'incendie de Rognac a été l'occasion, pour les experts de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), basé à Aix-en-Provence, de confirmer à très grande échelle leurs analyses. Et notamment le rôle dans la propagation des flammes des interfaces habi-

tat-forêt, ces zones de végétation inscrites dans un rayon de cent mètres autour des bâtis résidentiels. « Ce n'est pas seulement la forêt qui a brûlé, ce sont aussi les haies et les végétaux d'ornementation », souligne Anne Ganteaume, chargée de recherche au laboratoire écosystèmes méditerranéens et risques de l'Irstea. Le feu s'est propagé par le biais de ces plantations, avançant parfois profondément dans les lotissements, sautant d'une zone boisée à l'autre. »

Alignements de cyprès, haies de thuyas, buissons de pyracanthas... Le feu a rapidement consommé les arbres et arbustes plantés par les hommes pour préserver l'intimité de leur jardin ou les protéger du vent. Ils ont servi de passerelle entre espaces boisés et espaces habités. Au total, une quarantaine de bâtis, dont une vingtaine de maisons, ont été touchés par les flammes.

Dès le lendemain, les équipes de l'Irstea arpentaient les terrains brûlés, récoltant des informations toujours en cours d'analyse. « Le risque était très élevé », poursuit Anne Ganteaume, avec une végétation en stress hydrique important en raison des effets du réchauffement climatique et d'une sécheresse prolongée. Les conditions de la journée du 10 août, avec un vent violent, des départs de feu simultanés dans plusieurs points des Bouches-du-Rhône et des forces aériennes diminuées expliquent, ensuite, la progression exceptionnelle du sinistre.

L'autre grand incendie de l'été 2016 dans les Bouches-du-Rhône, le 5 septembre, a parcouru dix fois moins de surface – 300 hectares –, mais il a marqué les esprits en touchant une partie du domaine boisé du parc national des Calanques, en bordure de l'agglomération marseillaise.

Comme à Rognac, où un mégot jeté sur un chantier de construction a tout provoqué, l'incendie a été déclenché par une action humaine, dans une zone de contact entre espaces urbain et naturel. Deux cas confirmant dramatiquement les chiffres de l'Irstea, qui, début 2016, soulignait que « 92 % des feux de causes connues en région méditerranéenne sont dus à des actions humaines » et que « 47 % des départs ont lieu dans les interfaces habitat-forêt ».

Depuis l'été, les chercheurs aixois travaillent à un guide sur la vulnérabilité de la végétation. Un ouvrage commandé par le conseil régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur, à l'usage des communes et des particuliers, résultat des dix années de recherche du laboratoire sur l'inflammabilité des espèces ornementales les plus couramment utilisées. « Dans un rayon de dix mètres autour des habitations, il faut planter des es-

pèces qui ont très peu de biomasse et qui s'enflamment lentement, comme les rosiers », rappelle ainsi Anne Ganteaume, étonnée que le message ne soit pas encore passé.

**« Le feu s'est propagé via les végétaux d'ornementation, sautant d'une zone boisée à l'autre »**

ANNE GANTEAUME  
chercheuse à l'Irstea

Comme pour le débroussaillage, dont l'aspect obligatoire est désormais intégré, la solution passera peut-être dans l'avenir par des directives plus strictes. ■

GILLES ROF



# 10 000 PROFESSIONNELS AU SERVICE DES FORÊTS PUBLIQUES ET DES ESPACES NATURELS



PRODUIRE DU BOIS

© F. GILONG, COMESTAR/ONF



PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ

© A. ANTOINE



ACCUEILLIR LE PUBLIC

© ONF



PRÉVENIR LES RISQUES NATURELS

© F. GILONG, COMESTAR/ONF

PROPOSER DES SERVICES AUX ENTREPRISES ET COLLECTIVITÉS



© N. PÉREZ/ONF

