

9,50 €

n° 261

6/2021

FORÊT

entreprise

La revue technique des forestiers

Le **chêne pubescent** à la **CONQueTh** du Nord

Post-tempête
Reconstitution

Plantation
Tarn


CNPF
Institut pour le
Développement Forestier

Formation continue - STAGES 2022

Acquérir ou développer vos compétences forestières

Le service Formation de l'Institut pour le développement forestier est certifié au Référentiel national qualité Qualiopi.

Nous vous accueillerons avec plaisir dans nos prochaines formations, dans le respect strict des règles sanitaires en vigueur.



Gestion - Sylviculture			
Bien préparer une plantation	A. Depaix & J. Pitaud, ONF ; J. Fiquepron, IDF	Nancy (54)	27 - 30 sept. 3,5 jours
Bien choisir et planter des plants de qualité	S. Girard, IDF, J. Conche, ONF	Sécherie de La Joux (39)	25 - 27 oct. 22 - 24 nov. - 3 jours
Bien entretenir une plantation	A. Depaix & J Pitaud, ONF ; J. Fiquepron, IDF	Nancy (54)	5 - 6 juillet 2 jours
Diversifier les peuplements avec des feuillus à croissance rapide	A. Depaix, ONF ; M. Baumeister, CRPF ; J. Becquey, IDF	Alsace	8 - 10 juin 2,5 jours
*Gestion des risques et crises sanitaires en forêt à travers l'exemple de Chalfrax	Benjamin Cano, CRPF Hauts-de-France	Sud-Ouest Grand Est	31 mai ; 28 juin 1 jour

Diagnostic			
Les enjeux de la santé des forêts face au changement climatique	F.-X. Saintonge, DSF J. Rosa, CRPF	Orléans (45)	15 - 16 juin - 2 jours
Diagnostic des sols et applications forestières	T. Brusten, IDF J.-M. Boissier, Ecosylve	Lozère (48)	13 - 16 sept. - 3 jours
Tassement, ornières, compaction des sols : risques et mesures préventives	J. Fiquepron, IDF P. Ruch, FCBA	Charrey-sur-Saône (21)	3 - 4 nov. - 2 jours
*ARCHI diagnostic du dépérissement pin sylvestre	Grégory Sajdak, IDF S. Nalin CRPF	Var (83)	22 - 23 juin - 2 jours
ARCHI diagnostic du dépérissement chêne	Grégory Sajdak, IDF CRPF AURA	Allier (03)	7 - 8 déc. - 2 jours
*BioClimSol, utilisation de l'application de diagnostic sylvo-climatique - 2 jours	J. Rosa, L Robin, CRPF J. Lemaire, D. Chanteranne J. Lemaire, B. Pasturel CRPF	Maine & Loire (49) Haute-Saône (70) Ardèche (07)	date à définir, date à définir, 20 - 21 sept.
*Utiliser l'Indice de Biodiversité Potentielle, IBP	Pierre Gonin, IDF	Haute-Garonne (31)	11 - 12 oct. - 1,5 jours

Droit et fiscalité			
La fiscalité en forêt : mode d'emploi	L. Depeige & J. Hubelé, CNPF	Toulouse (31)	17 - 18 mai - 2 jours
Les projets carbone forestier en pratique	S. Martel & O. Gleizes, IDF	Saint Omer (59) Montpellier (34)	10 - 12 mai 4 - 6 oct. - 2,5 jours
Zonages environnementaux et gestion forestière : mode d'emploi	L. Depeige & S. Pillon, CNPF	Orléans (45)	21 - 22 sept. 2 jours

Faune - Flore			
*Flore des forêts méditerranéenne	P. Marty CRPF & S. Delhaye, IGN	Alpes-de-Haute-Provence (04)	7 - 10 juin 3 jours
Les chiroptères et la gestion forestière	L. Tillon, ONF & M. Lauer, CRPF	Rambouillet (78)	4 - 7 oct. 3,5 jours

Méthodes - Outils			
Initiation SIG avec Quantum GIS (Qgis), logiciel libre	M. Chartier, IDF	Orléans (45)	21 - 22 juin - 2 jours

* Nouveauté

Pour tous renseignements et inscriptions par courriel : idf-formation@cnpf.fr ou par tél : **07 65 18 88 23**

Retrouvez toutes les informations actualisées sur le site www.cnpf.fr, rubrique "Se former, s'informer"

Nouvelle adresse : CNPF - IDF, 5 rue de la Bourie rouge - CS 52349 - 45023 Orléans Cedex 1

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

Directrice de la publication
Anne-Marie Bateau

Directeur de la rédaction
Eric Sevrin

Comité de lecture

M. François Didot

M. Eugène Duisant

M. Thomas Formery

M. Bernard Héois

M. Martial Hommeau

M. Henri Lherm

M. Claude Mannevy

M. Geoffroy de Moncuit

Rédactrice

Nathalie Maréchal

Assistante rédaction

Marion Sentis

Conception graphique

Sophie Saint-Jore

Mise en page

Sophie Gavouyère

Responsable Édition-Diffusion

Christine Pompougnac

Diffusion - abonnements

François Kuczynski

Impression : **Imprimerie**

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 2022

France : 50 € - étranger : 63 €

édité par le CNPF-IDF

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

ISSN : 0752-5974

Siret : 180 092 355 004 52

Les études présentées dans Forêt-entreprise ne
donnent que des indications générales. Nous atti-
rons l'attention du lecteur sur la nécessité d'un avis
ou d'une étude émanant d'une personne 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 – résultant de l'utilisation des
méthodes ou matériels préconisés.

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

Dépôt légal : mars 2022



Michel Bartoli © Photothèque CNPF



Le chêne pubescent, une alternative

L'adaptation des forêts au changement climatique est au cœur de l'actualité, notamment dans le Plan de relance et les Assises de la forêt¹. De nombreuses inquiétudes sont exprimées par la société, relayées par les médias sur le renouvellement des forêts, et plus particulièrement celles déjà impactées par le dérèglement climatique. Les résineux et les essences exotiques sont décriées au sein de l'opinion publique, notamment dans les régions où dominent les feuillus. Toutefois, l'introduction progressive d'espèces plus résistantes est à envisager.

Le projet CONQueTh - Capacité d'Occupation du Nord par les Quercus Thermophiles – est une aventure pluridisciplinaire, coordonnée par un binôme CNPF délégation Pays de la Loire - IDF, en continuité de travaux précédents.

Le chêne pubescent, voilà un feuillu thermophile, qui apprécie les températures élevées et produit un bois de qualité sur certaines stations. Présent principalement dans le sud de la France, il peut être une des alternatives, dans les peuplements déperissants ou hors station dans les zones plus septentrionales de nos belles forêts françaises.

Toutefois, les incertitudes sur le climat nous obligent à trouver et tester différentes essences pour limiter les risques² et à bien les connaître. C'est ainsi que le chêne pubescent a fait l'objet de nombreuses études, que je vous invite à découvrir avec ce dossier.

Anne-Marie Bateau,
présidente du CNPF

¹ Les Assises de la forêt et du bois ont pour objectif de penser la forêt française de demain et répondre aux défis auxquels elle est confrontée à partir d'une vision partagée de l'ensemble des acteurs de la filière bois-forêt. Les conclusions de ces travaux, initiés par Julien Denormandie, ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, Emmanuelle Wargon, ministre déléguée en charge du Logement, Agnès Pannier-Runacher, ministre déléguée en charge de l'Industrie, et Bérandère Abba, secrétaire d'État en charge de la Biodiversité, seront publiées durant mars 2022.

² Programme ESPERENSE : un réseau d'essais pour les essences de demain, dossier *Forêt-entreprise* n°260



Michel Bartoli © Photothèque CNPF

Fleurs mâles de chêne pubescent

Nous vous présentons nos excuses pour le retard de parution de ce numéro.

Numéro suivant N°262
Renouvellement de peuplements forestiers en Hauts-de-France

ACTUS > 4

PARUTIONS > 64

PHOTO À L'HONNEUR > 65

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

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

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 €

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



Louis Amandier © CNPF

CNPF > 6

Plantations forestières dans le Tarn
Enseignements d'un bilan à 5 ans

Alexandre Petroff, Grégory Nouky, Jacques Bourges,
Jean-Baptiste Daubree, Magali Maviel, Pascal Mathieu

ÉCONOMIE > 11

Préférerons-nous le bois
qui dort en forêt au bois récolté ?

Jean-Paul Gayot

BIODIVERSITÉ > 16

Découverte ludique et utile des
dendromicrohabitats

Rita Büttler, Christian Rosset, Laurent Larrieu

POST-TEMPÊTE > 53

Diagnostic pour optimiser la
reconstitution des peuplements
après tempête

Par les observatoires des
peuplements dévastés et mités
après tempête – 2^e partie

Lisa Laurent, Éric Lacombe, Catherine Collet,
Lucie Dietz, Jean-Luc Dupouey,
Jean-Claude Gégout, Vincent Boulanger,
Pierre Gonin

Le chêne pubescent à la CONQueTh du Nord



Grégory Sajdak © CNPF

- > 18 Le chêne pubescent à la conquête de la moitié nord du pays : de la sécheresse de 2005 au projet CONQueTh
Christian Weben et Sabine Girard
- > 22 Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile
Ingrid Bonhême et Clémentine Ols
- > 27 Niches climatiques du chêne pubescent : quel potentiel de croissance dans la moitié nord de la France ?
Nathalie Maréchal, d'après le rapport final Conqueth, volet 1, partie 2
- > 32 Mise au point d'une table de séchage spécifique pour le chêne pubescent
Loïc Brancheriau et Sabine Girard
- > 37 Expérimenter pour accompagner au mieux la conquête du chêne pubescent
Jérôme Rosa et Sabine Girard
- > 41 Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments
Sabine Girard
- > 45 Communiquer sur le chêne pubescent, un des objectifs du programme Conqueth
Christian Weben, Carole Le Néna et Sabine Girard
- > 47 Le chêne pubescent : une des solutions d'adaptation au changement climatique pour les chênaies de la moitié nord de la France
Sabine Girard et Christian Weben



Forest Policy and Economics

Volume 135, February 2022, 102662



Publication dans une revue scientifique internationale *Forest Policy and Economics*

Les déterminants de l'adaptation des pratiques de gestion forestière aux changements climatiques : leçons tirées d'une enquête menée auprès de français propriétaires forestiers privés

Julie Thomas, ingénieure en socio-économie forestière au CNPF-IDF, a publié un article avec Marielle Brunette et Antoine Leblois, INRAE ; dans la revue internationale *Forest Policy and Economics*.

Le changement climatique a des répercussions importantes sur les écosystèmes forestiers. Des stratégies d'adaptation devraient être mises en œuvre pour maintenir un couvert forestier sain et durable. Cet article approfondit la compréhension du processus décisionnel des propriétaires forestiers privés français pour adapter leur forêt aux changements climatiques. Ces derniers ont-ils déjà mis en œuvre des stratégies d'adaptation ? Dans l'affirmative, quels sont les déterminants de la probabilité de l'adaptation, et les déterminants de l'adoption de chaque stratégie séparément (récolte précoce, éclaircie, sylviculture irrégulière) ? Une enquête auprès de plus de 900 propriétaires forestiers privés français a recueilli à la fois :

- des variables objectives : les caractéristiques des propriétaires et de la propriété ;
- des variables subjectives : perception du changement climatique et de ses impacts.

Les résultats révèlent que les deux types de variables expliquent la décision d'adaptation. La décision d'adaptation ne doit pas être pensée de manière générale, mais plutôt stratégie par stratégie.

"The determinants of adapting forest management practices to climate change: Lessons from a survey of French private forest owners"
Forest Policy and Economics, volume 135- 30, nov. 2021

Résumé en anglais téléchargeable : <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102662>

Article complet sur demande auprès de Julie Thomas.

Entrepreneurs de travaux forestiers, maillon crucial de l'avenir des forêts



Une étude prospective sur l'avenir des entrepreneurs de travaux forestiers est demandée par le ministère de l'Agriculture, appuyée par la Fédération nationale des entrepreneurs de territoires (FNEDT) et l'Office national des forêts (ONF), dans le contexte de besoins croissants de travaux forestiers, notamment de reboisement. Cette profession, attachée à son autonomie, dépend de ses donneurs d'ordre, en étant tributaire de ses capacités de production, car rémunérées en fonction du volume de bois abattu ou débardé. La diversification et l'évolution vers la contractualisation sont des recommandations du cabinet de consultants 1630. La mécanisation apporte des gains de rentabilité en réduisant la pénibilité et la sécurité. Un des constats connus est le manque d'attrait auprès des jeunes. Une des préconisations est la valorisation du métier à travers la pédagogie en milieu scolaire sur la gestion durable des forêts et la valorisation de la dimension technologique de ces métiers.

Environ 6 880 entreprises de travaux forestiers et sylvicoles en France réalisent pour le compte de propriétaires forestiers, coopératives, exploitants-négociants, communes, ONF, 70 % des chantiers de sylviculture-reboisement et 80 % des chantiers d'exploitation forestière ; elles génèrent une valeur ajoutée de 440 millions d'€ par an, soit environ 20 % du revenu des ventes de bois.

Christelle Caroy – Forestopic, 25 novembre 2021



L'innovation sylvo-climatique BioClimSol reçoit le prix spécial du public du concours Itainnov2022, au salon international de l'Agriculture

Nommé dans la catégorie « Environnement, biodiversité, climat », BioClimSol est un outil d'aide à la décision pour l'adaptation des forêts au changement climatique. Il évalue les zones de vigilance ou de risques de dépérissement d'un peuplement à l'échelle de la parcelle forestière. Cette application est le fruit du travail conjoint des CRPF et de l'IDF, avec de nombreux partenaires.

La COP26* et ses promesses pour la forêt

*conférence des Nations unies sur le climat du 31 octobre au 12 novembre 2021.



La restauration des forêts et la lutte contre la déforestation, notamment la déforestation importée, sont citées comme un enjeu global en vue du respect des engagements climatiques, par les dirigeants réunis à Glasgow pour la COP26. Plus de 130 pays ont approuvé la « déclaration de Glasgow », comprenant l'engagement collectif d'« arrêter et faire reculer les pertes de forêt et les dégradations de terres d'ici à 2030 », par le développement durable et la transformation des zones rurales. Parmi les pays signataires : le Brésil, le Congo-Kinshasa, la Chine, la Russie, la France et d'autres États européens.

La Commission européenne déclare mobiliser 1 milliard d'euros sur 5 ans, pour soutenir les « pays partenaires » dans la protection, la restauration et la gestion durable des forêts. 25 % sont destinés à huit pays*, dont le bassin du Congo, deuxième plus grande forêt tropicale de la planète. Entre autres annonces financières d'acteurs publics ou privés, 12 donateurs dont la France s'engagent sur la somme de 4 milliards d'euros pour la période 2021-2025.

* Cameroun, Centrafrique, Congo-Brazzaville, Congo-Kinshasa, Guinée équatoriale, Gabon, Burundi, Rwanda.

Memento de l'inventaire forestier, édition 2021



L'inventaire forestier national publie les données statistiques 2021 de la forêt française.

La forêt s'étend depuis plus d'un siècle d'environ 80 000 ha par an, depuis plus d'un siècle. Couvrant 31 % du territoire métropolitain, l'extension s'est produite notamment en Bretagne et en région méditerranéenne. Le stock de bois sur pied a progressé de 1,8 milliards de m³ en 1985 à 2,8 milliards de m³ actuellement, soit une croissance de près de 50 %. **Le volume moyen à l'hectare reste stable avec 174 m³/ha.** La croissance des arbres sur la période 2011-2019 s'est ralentie de - 3 % par rapport à la période 2005-2013, du fait des conditions climatiques difficiles qu'ils rencontrent (successions de sécheresse) et du développement de bioagresseurs. La production biologique était de 91,5 millions de m³ par an en moyenne entre 2005 et 2013 ; alors qu'elle est estimée à 88,8 millions de m³ par an durant la période 2011 et 2019. **Les prélèvements ont progressé de 18 % :** volume de bois récolté 42,4 millions de m³/an sur la période 2005-2013, 50,1 millions de m³/ an entre 2011 et 2019. **En moins de dix ans, la mortalité a fortement augmenté de + 35 %**, soit 10 millions de m³, en raison de crises sanitaires liées à des conditions climatiques.

Ce memento présente un certain nombre de cartogrammes, de représentations et de « données brutes », accessibles dans une nouvelle application, DataIFN.

De nombreuses informations et publications sur la forêt française : inventaire-forestier.ign.fr

Le memento : https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2021.pdf



Source : Toulouse Tech Transfer, twitter

Téledétection des peupleraies : Trophée de Valorisation de la Recherche

Les Trophées de la Valorisation de la Recherche, organisés par Toulouse Tech Transfer (TTT), visent l'amélioration de la visibilité des chercheurs/chercheuses et doctorants/doctorantes, qui participent à la transformation du monde socio-économique.

Les Lauréats 2021 du Trophée Partenariat remarquable sont décernés à David Sheeren – Maître de Conférences à Toulouse INP (Institut National Polytechnique de Toulouse), ENSAT, Laboratoire Dynafor* de l'INRAE Occitanie-Toulouse ; et Yusra Hamrouni – Doctorante CIFRE CNP**/INRAE Occitanie-Toulouse – Laboratoire Dynafor*.

Afin de développer et sécuriser l'approvisionnement en bois de peuplier des industries locales, ce projet collaboratif a produit la première carte nationale des peupleraies plantées pour l'année 2018 par téledétection. L'application configurée, la production automatique des données pour 2019 et 2020 est désormais possible. Ce projet démontre le potentiel de l'imagerie spatiale et d'une méthodologie développée par un laboratoire de recherche pour répondre à un besoin concret de la filière populicole, avec l'appui du Conseil national du peuplier.

Voir la vidéo des lauréats :
https://youtu.be/98Vs_Qs2lx0



*Dynafor est une unité mixte de recherche (UMR) interdisciplinaire : <https://www.dynafor.fr>

**Convention industrielle de formation par la recherche – Conseil national du peuplier

Filière Forêt-bois, enjeux et défis pour la souveraineté nationale

Sous l'égide des deux interprofessions nationales, France bois forêt (FBF) et France bois industries entreprises (FBIE), les acteurs de la filière forêt-bois rédigent 23 propositions pour la filière forêt-bois regroupées en 4 objectifs :

- développer tous les usages du bois et les capacités industrielles françaises pour répondre à la hausse de la demande,
- adapter les forêts à long terme pour conserver la biodiversité et préserver la multifonctionnalité des peuplements forestiers,
- renforcer l'attractivité des métiers de la filière et développer les compétences pour pourvoir les emplois,
- rapprocher les citoyens de la forêt et de la filière forêt-bois.

La filière représente environ 395 000 emplois, soit 12 % des emplois de l'industrie française. Elle produit un chiffre d'affaires de 60 milliards d'€, dont 26 milliards d'€ de valeur ajoutée.

France Bois Forêt : https://franceboisforet.fr/wp-content/uploads/2022/02/DP_manifeste_draft3_310122.pdf



Journée internationale
des forêts

21 mars 2022 – Journée internationale des forêts

Initiée par l'ONU, la Journée internationale des forêts est une fête annuelle célébrée le 21 mars. L'objectif de cette journée est de valoriser la forêt, l'arbre et le bois et sensibiliser le public à la gestion durable des forêts et à leur rôle dans le cadre de la transition écologique et énergétique.

Du 18 au 27 mars 2022, des centaines d'activités se dérouleront partout en France métropolitaine et Outremer, afin d'emmener le grand public à la (re)découverte des arbres et des forêts... à la faveur de moments conviviaux !

Pour en savoir + : www.journee-internationale-des-forets.fr



Exportation des grumes de chêne

Antoine d'Amécourt, président de Fransylva*, répond factuellement aux questions récentes sur l'exportation des grumes de chêne : les forêts françaises sont-elles victimes de pillage ? Est-il vrai que les forêts françaises n'ont plus accès à la ressource locale en chêne ? Faut-il consommer moins de bois pour préserver nos forêts ?

Regarder la vidéo :
<https://youtu.be/sb0Cq5HG0Rg>

* Fédération des Forestiers Privés de France



Plantations forestières dans le Tarn

Enseignements d'un bilan à 5 ans

Alexandre Petroff^{1*}, Grégory Nouky^{1*}, Jacques Bourges², Jean-Baptiste Daubree³, Magali Maviel¹, Pascal Mathieu¹



Installer la bonne essence sur la bonne station forestière est désormais une évidence, même si ce n'est pas une chose aisée ! Une fois la plantation réalisée, les entretiens précoces sont essentiels à la survie des jeunes plants, sensibles à la dent du gibier ou plus exposés aux sécheresses récurrentes. Tels sont les enseignements de l'étude réalisée dans le Tarn mesurant la réussite des reboisements à 5 ans, c'est-à-dire une fois la délicate phase d'implantation dépassée.

¹ Centre régional de la propriété forestière (CRPF) Occitanie

² Syndicat des forestiers privés du Tarn

³ Département de la santé des forêts (DSF), échelon Sud-Est

* Actuellement basés au CRPF Auvergne-Rhône-Alpes

⁴ Nouky G., Petroff A., D'Aragon A., Maviel M., Mathieu P., 2021.

Renouvellement de la ressource forestière dans le Tarn : évaluation du rythme des coupes rases et de leur devenir. *Forêt-entreprise* n° 260, p. 6-12.

Les reboisements sont le moyen de renouvellement privilégié des futaies résineuses adultes dans certains départements. L'enjeu du renouvellement de la ressource est d'autant plus prégnant dans le Tarn que les anomalies climatiques, telles que les sécheresses, deviennent plus fréquentes et imposent un changement des essences présentes. Par ailleurs, la pression des cervidés sur les jeunes plantations augmente. Dans ce contexte, le CRPF Occitanie, le Syndicat des forestiers privés du Tarn et le Département de la santé des forêts (ministère de l'Agriculture) ont dressé un état du renouvellement de la

ressource forestière dans le département. Les objectifs étaient d'abord de quantifier le rythme des coupes rases⁴; puis d'évaluer leur devenir (reboisement, retour à un état boisé satisfaisant, défrichement) et enfin, de mesurer la réussite des reboisements à 5 ans, c'est-à-dire une fois la phase délicate d'implantation dépassée.

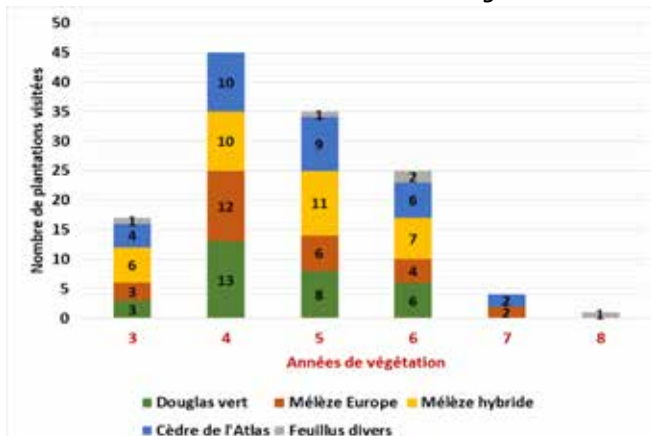
Quelles essences de reboisement dans le Tarn ?

Une enquête auprès des gestionnaires a mis en avant les quatre essences principales de reboisement : douglas vert, mélèze hybride, mélèze d'Europe et cèdre de l'Atlas. Ces 4 essences sont donc suivies, à raison d'une trentaine de plantations de plus de 0,5 ha par essence, tirées au sort parmi les 1215 plantations référencées de 2012 à 2016 (Figure 1). Cinq plantations feuillues sont aussi mesurées. Elles ont un âge médian de 5 saisons de végétation, déterminé à partir des dates de plantation fournies par les gestionnaires et ne tiennent pas compte de l'âge du plant lors de sa mise en terre (1+0 ou 1+1 en grande majorité). Dans chaque classe d'âge, les proportions d'essences sont sensiblement les mêmes.

Protocole de mesures du DSF

Le protocole de mesures s'appuie sur celui utilisé par le DSF lors du suivi des plantations de l'année : une analyse de 80 arbres par planta-

Figure 1 – Répartition des plantations visitées en fonction de l'essence et du nombre de saisons de végétation



tion, regroupés en 8 grappes de 10, ces grappes étant réparties de façon homogène sur la parcelle. À l'échelle de la grappe sont relevés : la concurrence subie par les plants provenant du contact et de l'ombre portée de la végétation alentour, le nombre de plants sains, manquants, morts et ceux présentant des problèmes. Est considéré comme manquant un arbre que si l'on ne se retrouve pas à proximité de son emplacement supposé d'après la densité initiale. Sur chaque arbre sont relevés tous les problèmes observés. Quelques plants ont été arrachés lorsqu'un problème racinaire était suspecté. Il faut noter que la proportion de plants regarnis n'a pas été relevée. Cela tend donc à sous-estimer le taux de mortalité réel des plants.

Les principaux enseignements de l'étude

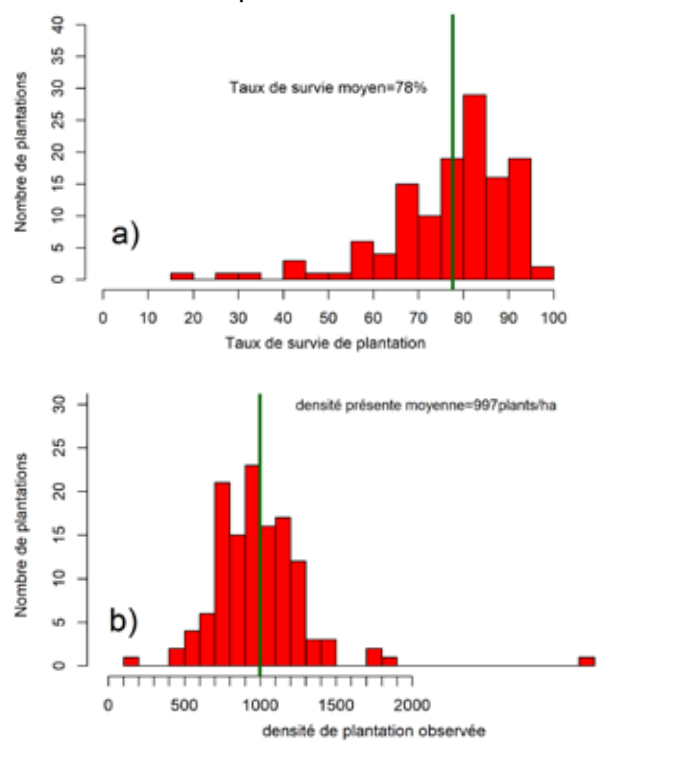
Taux de survie et densité à 5 ans

Globalement, le taux de survie, c'est-à-dire la proportion de plants encore vivants, se situe en moyenne à 78 % (Figure 2a). Dans la mesure où la densité initiale est variable d'une plantation à l'autre, nous avons décidé de relever la densité réelle observée sur le terrain et de la comparer à la valeur minimale de 800 plants à l'hectare requise par les arrêtés sur les matériels forestiers de reproduction à 5 ans (Figure 2b). En pratique, 30 % des plantations visitées ont présenté une densité inférieure à ce seuil.

Problèmes rencontrés dans les plantations

Sur les 10 220 arbres observés, 40,2 % ont été relevés en vie sans problème apparent

Figure 2 – Histogrammes des taux de survie et de la densité de plantation observée



(4 118 plants), 37,3 % sont en vie mais sont atteints d'au moins un problème (3 807 plants), 4,3 % sont morts (438 plants) et 18,2 % sont manquants (1 857 plants). Parmi les problèmes détectés, tous ne sont pas préoccupants ou compromettants pour l'avenir économique du plant (Figure 3).

Les problèmes les plus récurrents, tant sur plants vivants que sur plants retrouvés morts, sont d'une part les dégâts de gibier et d'autre part des problèmes de qualité des plants ou de leur mise en place.

Figure 3 – Problèmes rencontrés sur plants vivants et sur plants retrouvés morts

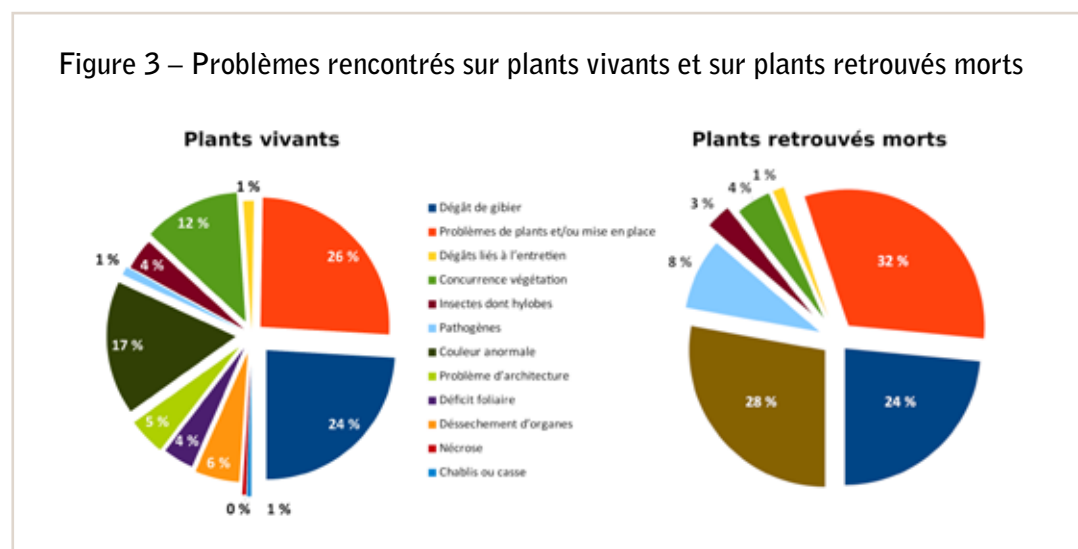


Figure 4 – Exemples des problèmes rencontrés : frottis (a), abrutissement (b), enroulement des racines sur elles-mêmes (c), déficit racinaire (d)



Photos : Grégory Nouky © CNPF

Les dégâts dus au gibier sont en grande majorité des frottis (Figure 4a) et des abrutissements (Figure 4b).

Les problèmes de plants et de mise en place des plants regroupent :

- les déformations racinaires (observées sur plants arrachés) : déficit de racines (Figure 4d), axe non vertical du chevelu racinaire, crosse, enroulement des racines sur elles-mêmes (Figure 4c) ;

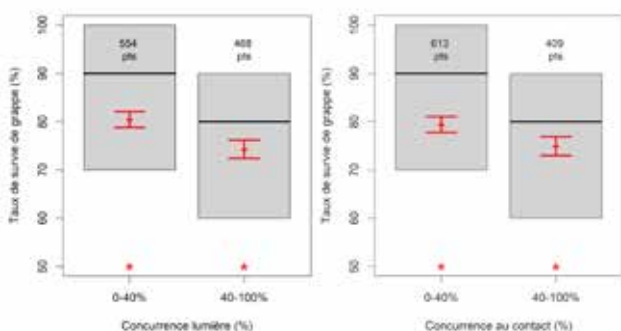
- la profondeur trop importante de plantation (observée sur plants arrachés) ;
 - l'instabilité des plants : présence d'« entonnoir » au niveau du collet ou problème d'arrimage du plant ;
 - le fait de planter les arbres de biais (présence d'une courbure à la base du plant).
- Une analyse statistique approfondit ces résultats en cherchant des corrélations significatives afin d'expliquer la survie des plants ou le fait qu'ils soient manquants.

Quels facteurs peuvent expliquer la survie des plants ?

L'analyse statistique a identifié les paramètres corrélés statistiquement avec le taux de survie. Il s'agit d'abord de la concurrence par la végétation alentour, tant au contact que par ombre portée (Figure 5). L'analyse réalisée à l'échelle des grappes de plants indique que celles qui sont les plus dégagées sont aussi celles qui survivent le mieux.

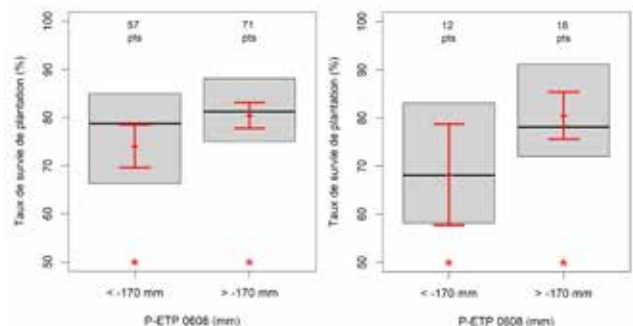
Le taux de survie des plantations est par ailleurs corrélé avec le **déficit hydrique estival** (P-ETP0608), c'est-à-dire la différence entre précipitation et évapo-transpiration sur les mois de juin, juillet et août (Figure 6). Les stations les plus séchantes sont aussi celles où la survie est la plus faible. Cette relation est établie toutes essences confondues et se retrouve sur les plantations de douglas vert prises séparément. Une attention particulière doit donc être apportée sur l'**adéquation entre l'essence et la station**.

Figure 5 – Influence de la concurrence de la végétation alentour sur la survie des grappes de plants, toutes essences confondues.



La boîte représente les trois interquartiles (25, 50 et 75 %) dans chaque groupe. En rouge sont donnés la moyenne et l'intervalle de confiance à 95 %. Une étoile rouge renseigne une différence statistiquement significative avec un degré de confiance de plus de 95 %. Sont donnés au-dessus des boîtes le nombre d'échantillons dans chaque groupe.

Figure 6 – Influence de P-ETP 0608 sur le taux de survie des plantations, toutes essences confondues (gauche) et pour le douglas vert (droite).



Voir la légende de la Figure 5 pour la signification des symboles.

La méthode statistique :

L'étude des corrélations entre facteurs est basée sur la comparaison statistique des moyennes. Pour ce faire, les intervalles de variation des facteurs sont scindés en sous-intervalles – ou niveaux – en prenant soin, si possible, d'avoir un nombre similaire d'échantillons sur chaque niveau. Sur chaque niveau sont calculés la moyenne μ_x , l'écart type σ_x , la médiane, les 25^e et 75^e centiles, ainsi que les intervalles de confiance CI à 95 %. Ceux-ci sont définis par $[\mu_x - t.\sigma_x / \sqrt{N} ; \mu_x + t.\sigma_x / \sqrt{N}]$ avec N le nombre d'échantillons et t la variable de Student (calculée pour $N-1$ degrés de liberté). Si les intervalles de confiance ne se chevauchent pas, nous pouvons conclure que les moyennes sont statistiquement différentes.

Si les intervalles de confiance se chevauchent, d'autres tests statistiques sont réalisés à l'aide du logiciel R (R Core-Team, 2012). Le premier consiste à vérifier l'homogénéité de la variance en comparant le ratio des variances à une valeur critique de la loi de Fisher-Snedecor. Si le ratio est supérieur au F critique à un degré de confiance de 95 %, la variance est homogène. Nous comparons ensuite les moyennes des deux niveaux et nous estimons si ces moyennes sont statistiquement différentes à un degré de confiance de 95 %. Lorsque la variance est homogène, nous utilisons le test basé sur la distribution de Student. Lorsque la variance est hétérogène, le test est basé sur la distribution de Welch. Dans la suite, les moyennes statistiquement différentes sont repérées par des étoiles rouges sur les graphiques.

Quels facteurs peuvent expliquer un grand nombre de plants manquants ?

Sur l'ensemble des plantations visitées, 18,2 % des plants mis en place au moment de la plantation ont disparu. Le nombre de plants manquants est supérieur de plus de 4 fois à celui des plants morts sur pied. Il est donc important d'essayer de comprendre les raisons de leur disparition. Pour ce faire, nous avons recherché parmi les facteurs étudiés ceux qui sont corrélés statistiquement au nombre de plants manquants.

Parmi les paramètres étudiés, la concurrence pour la lumière par la végétation alentour et le déficit hydrique estival sont corrélés au nombre de plants manquants (Figure 7).

Cela renforce d'une part l'importance d'une bonne adéquation essence–station. D'autre part, **cela confirme que le rôle crucial du suivi des plantations et de leur dégagement méticuleux dans leurs premières années de vie.**

Attention à la bonne installation des jeunes plants

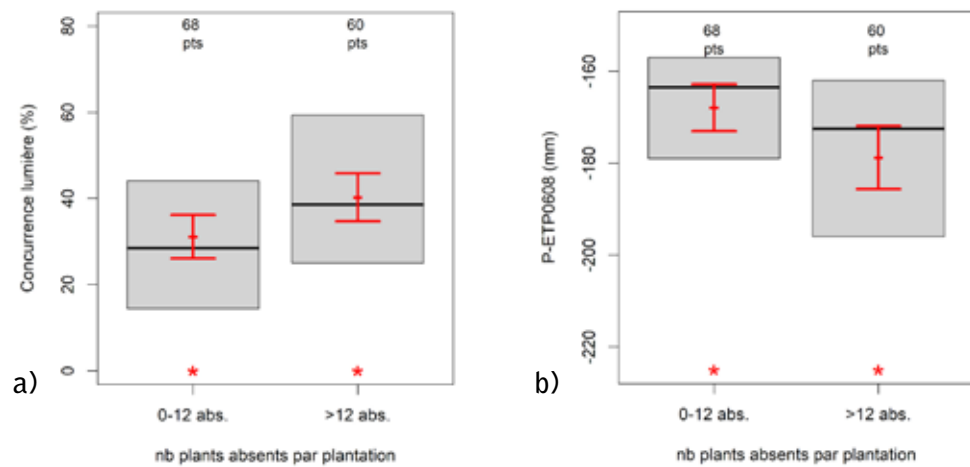
Ce suivi de 130 plantations à 5 ans dans le Tarn a mis en avant un taux de survie très variable. La densité réelle observée est inférieure à 800 plants à l'hectare sur environ 30 % des plantations, ce qui pose la question de la rentabilité du peuplement à long terme.

L'un des deux problèmes principaux relevés lors de l'étude est celui des **dégâts de gibier**. Ils représentent la même proportion de 24 %

des problèmes rencontrés sur plants vivants et sur plants retrouvés morts. Cette proportion traduit une réelle pression cynégétique sur le renouvellement de la forêt tarnaise. Une dimension malheureusement non explorée dans notre étude est liée à la qualité des arbres et à leur avenir économique, il se peut que les arbres avec dégâts ne soient pas commercialisables. En effet, les dégâts de gibier peuvent altérer la qualité des peuplements. Ainsi un fort abrutissement aura tendance à produire des arbres plutôt buissonnants et les frotties causent des mortalités de tige et donc des repousses qui forment des fourches. Cela réduit alors grandement l'avenir économique et la qualité des futurs peuplements. **Une meilleure régulation des populations de gibier à proximité des plantations forestières est urgente.**

Le pourcentage de problèmes liés à la qualité des plants ou à leur mise en place est élevé : 26 % des problèmes sur plants vivants et 32 % des problèmes sur plants morts. Les problèmes d'ancrage et de disposition des racines sont préoccupants pour les années à venir. En effet, les à-coups climatiques se multiplient, notamment les sécheresses printanières et estivales. Dans de tels cas, les arbres avec des systèmes racinaires peu développés ou anormaux ne pourront pas subvenir à leurs besoins en puisant l'eau en profondeur et risquent de dépérir. Cette constatation est à rapprocher des corrélations avérées entre la disponibilité en eau (caractérisée par la différence entre la pluviosité

Figure 7 – Influence de la concurrence pour la lumière (gauche) et de P-ETP 0608 (droite) sur le nombre de plants absents, toutes essences confondues.



Voir la légende de la Figure 5 pour la signification des symboles.

et l'évapotranspiration de juin à août) et le taux de survie des plantations (Figure 6) tout comme le nombre de plants absents (Figure 7b). La disponibilité en eau devrait aller en diminuant dans les années à venir, ce qui entraînera plus de pertes dans les plantations, notamment là où les systèmes racinaires présentent des problèmes. Ajoutons à cela qu'un mauvais ancrage racinaire pourrait accentuer les dégâts en cas de tempêtes ou de neiges lourdes.

Ces problèmes de plants et/ou de mise en place des plants devraient être suivis plus attentivement par les propriétaires forestiers. Un travail du sol localisé, par potets travaillés mécaniquement facilite le travail des planteurs et améliore l'enracinement des arbres.

Le propriétaire et le gestionnaire peuvent agir à cinq niveaux :

- ▀ adapter les essences aux conditions de station en intégrant les évolutions climatiques ;

- ▀ mieux réceptionner les plants et refuser les lots dont le système racinaire est insuffisant ou mal conformé ;
- ▀ assister à la plantation et insister auprès des entreprises de reboisement, pour que les plants soient mis en place de façon plus satisfaisante : idéalement, la réalisation de potets travaillés quelques mois avant la plantation facilite l'ancrage et le développement racinaire des plants ;
- ▀ mieux suivre les peuplements et réaliser les dégagements à proximité des plants, même lorsque le plant est plus haut que la végétation concurrente ;
- ▀ se coordonner au niveau local avec les chasseurs afin que les plantations récentes soient plus visitées et suivies avec des prélèvements mieux adaptés. ■

Résumé

Dans le Tarn, le renouvellement de la ressource forestière privée dépend pour partie des reboisements, en particulier dans les futaies résineuses. Pour évaluer l'impact du déséquilibre sylvo-cynégétique et des changements climatiques en cours sur ce renouvellement, le Syndicat des forestiers privés du Tarn s'est associé au CRPF Occitanie et au Département de la santé des forêts. Ils ont mené ensemble en 2019 une étude sur l'état de 130 plantations 5 ans après leur installation. L'objectif était d'estimer la pérennité de la ressource et d'identifier les principaux problèmes rencontrés. La pérennité est surtout liée à la pression cynégétique (24 % des problèmes rencontrés) ; les problèmes sont dus à la qualité des plants et à leur mise en place (26 % des problèmes rencontrés). Une analyse statistique a mis en lumière une corrélation significative entre les plants disparus avec le niveau de stress hydrique et le degré de concurrence pour la lumière exercé par la végétation alentour.

L'amélioration de la réussite des plantations passe donc par la régulation des populations d'ongulés, l'adaptation des essences à la station et aux conditions climatiques futures, un niveau d'exigence plus élevé au niveau de la qualité des plants, une amélioration des pratiques de plantation (en privilégiant par exemple les potets travaillés) et un meilleur suivi des boisements, en poursuivant plus longtemps les dégagements.

Mots-clés : Plantation, suivi sanitaire, changement climatique, dégâts de gibier.



Tous les bois étant recherchés, les opérations de sylviculture feuillue comme résineuse bénéficient d'un tri valorisant des produits récoltés.

Jérôme Rosa © CNPF



Préférerons-nous le bois qui dort en forêt au bois récolté ?

Jean-Paul Gayot, CRPF Nouvelle-Aquitaine, antenne du Limousin

 15 min



L'augmentation de la récolte de bois peut-elle réduire le déficit annuel de la filière forêt-bois ? Avec la surface forestière métropolitaine et le stock de bois sur pied croissant, les documents de gestion durable agréés annonçant des niveaux significatifs de récoltes et travaux à mettre en œuvre, serions-nous en capacité de répondre aux attentes d'économie circulaire de nos concitoyens ?

L'IGN¹ publie les indicateurs de gestion durable 2020 conformément à son activité d'inventaire forestier permanent. Ce document d'une trentaine de pages, préfacé par le ministre de l'Agriculture et la secrétaire d'État à la Biodiversité, met en évidence plusieurs évolutions concernant la ressource forestière métropolitaine. En substance :

- ➡ la forêt représente, en métropole, 16,8 millions d'hectares ;
- ➡ près de la moitié de la forêt privée se compose de propriétés forestières supérieures ou égales à 25 ha (personnes physiques et morales confondues) ;

¹ Institut géographique national, dont l'Inventaire forestier national est maintenant partie intégrante depuis plusieurs années.



² Plan simple de gestion

³ Code de bonnes pratiques sylvicoles. Document descriptif des peuplements d'une petite propriété forestière (en deçà des seuils d'un PSG) complété d'un prévisionnel des coupes et travaux envisagés pour les 10 ans à venir.

⁴ Règlement type de gestion. Cette garantie de gestion durable est accordée par affiliation (aux propriétés en deçà des seuils d'un PSG) à une coopérative forestière ou un expert forestier.

- les documents de gestion durable (sources : ONF, CNPF) couvraient, fin 2018, près de 7,9 millions d'hectares (aménagements ONF en forêt publique et plans simples de gestion [PSG]² agréés par le CNPF en forêt privée) soit 47 % de la surface forestière de métropole. Concernant les PSG en forêt privée, rappelons qu'ils sont obligatoires pour les propriétés de plus de 25 ha d'un seul tenant ou en îlots supérieurs à 4 ha répartis sur plusieurs communes contiguës. Pour les propriétés plus petites, l'accès à une aide financière ou fiscale est systématiquement subordonné à une autre garantie de gestion durable, le CBPS+³ ou le RTG⁴, dans le cadre d'un PSG volontaire pour les forêts de taille supérieure ou égale à 10 ha ou d'un PSG concerté, qui offre la possibilité d'agréger plusieurs propriétés ;
- la certification forestière (traçabilité depuis la forêt jusqu'au produit fini bois) PEFC + FSC concerne maintenant 55 % de la récolte (de bois ronds) commercialisée annuellement dans notre pays.

Ce document souligne ensuite trois constats :

- une augmentation de la surface forestière métropolitaine de 3 millions d'hectares au cours des quarante dernières années (+ 22 %) ;
- une progression de la part des gros bois et très gros bois sur pieds feuillus (par le vieillissement des parcelles feuillues spontanées les plus âgées) et résineux (dont les classes d'âge de plusieurs essences résineuses arrivent au stade du renouvellement).
- et une augmentation significative du volume (moyen) sur pied par hectare (+ 34 %).

Cette analyse synthétique se termine sur la possibilité de mettre fin au déficit annuel de la filière forêt-bois (d'environ 7 milliards d'€/an) en augmentant la récolte annuelle de bois de 8,8 millions de m³ (bois ronds) supplémentaires. De 56 millions de m³ récoltés actuellement (60 % de ce que produit la forêt chaque année), **il est proposé de porter la récolte annuelle à 65 millions de m³ (bois ronds)**, soit plus de 16 % par rapport à son niveau actuel pour représenter alors une filière forêt-bois à l'équilibre. 70 % du volume sur pied se trouvant en forêt privée, celle-ci représente un levier important.

À ma connaissance, c'est la première fois que cet enjeu est présenté et remis entre les mains des intéressés d'une façon aussi explicite ! Passées les querelles de chiffres, qui sont de moins en moins vraies, l'IGN publiant de façon

collégiale et vérifiée, un stock supplémentaire existe bien en forêt. Du point de vue mathématique, 16 % n'est pas considérable et peut donc être à notre portée. Cela ne se fera pas forcément sur un an, mais en 2 voire 3 ans, c'est tout à fait possible !

Sommes-nous prêts, sommes-nous tous convaincus ? Quels sont nos principaux gisements ?

Dans toutes les régions, l'objectif de mobiliser en priorité les peuplements en retard d'éclaircies résineuses a été atteint depuis au moins deux décennies. L'âge aidant, un bon nombre de parcelles « non-éclaircies » a basculé en récolte prématurée à majorité de petits bois. Quant à l'idée d'éclaircir toujours plus et plus fortement, elle perd du terrain au fur et à mesure que les acteurs de l'aval nous informent des dépréciations qu'ils constatent concernant les bois éclaircis « tambour battant ». **Les coupes d'amélioration ont acquis, de ce fait, un statut de fond de portefeuille de l'activité forestière en région, sans autre possibilité de modulation que la superficie des classes d'âge concernées.** Celles du massif résineux sont mécanisées et alimentent les industries du petit sciage autant que celles du bois d'industrie. La pratique des contrats d'approvisionnement et la gestion des stocks en flux tendu donnent satisfaction et les propriétaires privés (expérimentés ou héritiers hésitant au début) n'éprouvent aucune difficulté à décider leur mise en œuvre. Et le grand public ne manifeste pas d'hostilité à l'égard de ces interventions forestières ponctuelles dans le temps et discrètes dans les paysages.

Quelles ressources supplémentaires ?

Trois gisements sont à examiner avec plus de détail.

Les coupes de taillis – dont on sait qu'elles sont, par nature, feuillues – relèvent de pratiques très anciennes dans toutes les régions. Pour ces parcelles, mais aussi pour toutes les parcelles d'accrus sur sol pauvre qui ne poussent plus au-delà d'une quarantaine d'années, la récolte par coupe rase constitue une orientation traditionnelle et adaptée. Les industries du papier et du panneau sont les exutoires naturels et justifiés de ces coupes à majorité de petits bois et faible valeur unitaire. Nécessitant un volume cumulé important (pour bénéficier d'un tri plus valorisant des quelques meilleures grumes de la coupe), ces récoltes concernent généralement

plusieurs hectares (parfois réunis par plusieurs propriétaires décidés en même temps). Quand bien même quelques sections de billons de « chènes centenaires » en agrémenteraient les piles bord de route, leur présence ne suffit pas pour soutenir que le choix sylvicole mis en œuvre est une hérésie et encore moins pour prétendre que les billons concernés répondraient à des qualités supérieures de parquet, charpente, menuiserie, merrain ou tranche ! Ces coupes perpétuent le plus souvent une gestion en taillis ou accompagnent les productions extensives de bois d'œuvre feuillu des taillis-sous-futaie. Sur les meilleurs sols, le maintien du peuplement feuillu rajeuni (si l'essence est adaptée à la station) peut révéler la potentialité de le baliver⁵ et de l'éclaircir plus tard s'il confirme bien pousser les 10 premières années suivant la coupe. Pour les autres, le changement d'essence principale constitue une option envisageable. Plus globalement, il reste encore beaucoup de ces bois de faibles dimension et qualité en forêt, notamment dans tous les grands massifs feuillus – *a fortiori* dans les propriétés forestières non gérées, où un premier tri n'a jamais été effec-

tué. Très souvent, ce n'est qu'après ce passage obligé d'un premier « grand nettoyage » (à vil prix, faute de qualité pour les petits lots ou à prix plus attractif dans le cas d'un gros volume réuni) que les choses s'améliorent.

La sylviculture à couvert continu consiste à perpétuer dans le temps, le maintien d'un état boisé à la condition de **gérer – simultanément à une récolte partielle de bois d'œuvre – une surface de 20 % consacrée au renouvellement, et de parcourir le reste de la parcelle en coupes d'amélioration.** Le tout lors d'une même intervention. Ce principe de coupes jardinatoires (tous les 8 à 10 ans) répond bien au contexte du Jura (franc-comtois et suisse) où il a été développé à l'origine. Les trois essences d'altitude concernées : le sapin pectiné, l'épicéa commun et le hêtre, sous climat montagnard et sur roche mère calcaire, combinent au mieux leur tempérament d'essences d'ombre, leur aptitude à la régénération naturelle tout en alimentant, par leurs acides humiques (entretenus par un couvert continu), la décarbonatation favorable des sols. En théorie, ces récoltes régulières permettent de pré-

⁵ Opération sylvicole destinée à convertir un taillis ou un taillis-sous-futaie en futaie, et tendre vers une production plus rémunératrice (à terme) de bois d'œuvre de qualité. Cette pratique (risquée) des parcelles feuillues s'adresse prioritairement aux situations où l'essence est bien adaptée au sol et une réaction favorable peut être attendue.

La demande soutenue en bois d'œuvre stimule les coupes de renouvellement.





⁶ Catégories simplifiées (de gabarit à 1,30 m) des bois sur pied dissociant les Petits Bois (PB) des Bois Moyens (BM) et des Gros Bois (GB). Les premiers correspondent à des peuplements aux stades des éclaircies, les derniers au stade du renouvellement.

⁷ Les clairières (généralement de petite dimension) où l'on observe de la régénération naturelle (ou assistée) bénéficient en leur centre de plus de lumière. Les jeunes semis qui s'y trouvent croissent plus vite que ceux de la périphérie (en situation ombragée), la vue de profil de ces jeunes arbres représente un cône.

lever la totalité de l'accroissement pour se rapprocher de la norme d'équilibre PB/BM/GB⁶. En pratique, la très grande majorité de ces forêts se régularise en BM ou GB, faute de cônes⁷ de régénération dans les peuplements depuis des décennies. Les photos aériennes de ces secteurs nous renvoient des images de peuplements plus souvent équiennes que ponctués de cratères de régénération notablement plus bas que les cimes des Petits Bois, Bois Moyens et Gros Bois environnants. De même, l'appétence des marchés actuels pour des lots homogènes, où l'abattage sera mécanisé et d'un volume total important, constitue les nouveaux écueils de ces forêts du balcon des Alpes, particulièrement en contexte de petite propriété forestière.

Les futaies régulières, qui concernent le plus souvent les essences de lumière telles que les chênes, les pins et les mélèzes, n'enviagent le renouvellement des peuplements qu'au terme d'un long cycle de production en s'appuyant sur la mise en lumière du sol. Cette sylviculture est celle des grands massifs de plaine qui consacrent 20 % de leur surface aux jeunes reboisements à l'échelle

de la forêt pour en assurer l'équilibre des classes d'âge. L'expression de contestation du bien-fondé des coupes rases à leur sujet relève d'une interprétation faussée, puisque **la grande majorité des chênes et, maintenant aussi, quelques essences résineuses sont renouvelées par régénération naturelle ;** donc selon le schéma de coupes d'ensemencement, suivies de coupe(s) secondaire(s) et d'une coupe définitive.

Quelle demande ?

À la lumière de ce parcours, on voit bien qu'aucun compartiment ne pourra répondre seul à l'objectif d'une récolte annuelle globalement augmentée de 8,8 millions de m³ (+ 16 %). À l'inverse aussi, il n'a jamais été question non plus de dévaloriser nos forêts en entamant substantiellement une partie du capital producteur.

C'est bien en nous mobilisant tous, pour récolter plus dans toutes les situations qui le permettent, que nous pouvons franchir ce cap, d'autant que le bénéfice est triple.

Alors que les marchés mondiaux agitent (le mot est faible) le cours des matières pre-

Les éclaircies aussi nécessitent une mise bord de route et une infrastructure adaptées en raison du nombre important de catégories de billons qu'elles génèrent.



mières, notre pays a la chance de pouvoir se tourner vers sa ressource forestière intérieure (la 4^e d'Europe).

En mettant plus de bois sur pied sur le marché, ces récoltes supplémentaires déclenchent de nouvelles recettes individuelles ou familiales pour les propriétaires. En même temps, elles contribuent à plus de valeurs ajoutées successives au contact de l'ensemble des métiers de la filière forêt-bois qui mobilisent, transforment, utilisent et mettent en œuvre ces bois.

Et à la clé, on obtient collectivement la fin du déficit financier structurel de notre filière forêt-bois !

Ce cercle vertueux intervient aussi alors que les tous les métiers du bâtiment sont actuellement freinés par la pénurie de bois.

Où en sommes-nous ?

Si l'intérêt de l'État pour nos corporations (et nos 380 000 emplois) a souvent manqué par le passé, il est clair qu'aujourd'hui il nous incite, sans crainte, à engager plus grandement nos récoltes de bois d'œuvre, de bois d'industrie et de bois énergie. En effet, le respect de la multifonctionnalité est la règle dans notre pays,

du fait de la législation forestière nationale encadrant toutes nos pratiques forestières. La protection des milieux constitue aussi une réalité de nos activités au même titre que la préservation de la qualité de l'eau et le maintien de la biodiversité. Quant au grand public, il fréquente régulièrement les milieux forestiers à proximité de son lieu de résidence comme il en tient souvent compte aussi au moment de choisir une destination de vacances hexagonale. Il se révèle naturellement enclin « à aimer la nature ».

Au-delà des cris d'orfraie désordonnés et disproportionnés entendus çà et là, comment ne pas voir l'opportunité et les vertus d'injecter maintenant, avec succès, plus de bois dans notre économie dans le respect des attentes environnementales et sociétales de notre époque ? ■



En savoir +

Le document initial de l'IGN présente, au fil de 300 pages très documentées, une radiographie détaillée de la forêt métropolitaine :

<https://foret.ign.fr/api/upload/print/IGD-2020-c254.pdf>

https://foret.ign.fr/api/upload/IGD_2020_SYNTHESE.pdf

En libre accès, sur internet à l'adresse suivante :

https://foret.ign.fr/api/upload/IGD_2020_SYNTHESE.pdf.

À retenir

Les indicateurs de gestion durable 2020, publiés par l'IGN, montrent l'évolution de la ressource forestière française : une augmentation de la surface forestière métropolitaine de 3 millions d'hectares depuis 40 ans (+ 22 %), une augmentation significative du volume (moyen) sur pied par hectare (+ 34 %) s'ajoutant à une part croissante du volume sur pied en gros bois et très gros bois. Il serait possible d'accroître la récolte annuelle de bois de 8,8 milliards de m³ (bois ronds) supplémentaires pour passer des 56 millions de m³ (aujourd'hui) à 65 millions de m³ (bois ronds), soit + 16 % par rapport à son niveau actuel, ce qui pourrait alors présenter une filière à l'équilibre.

Mots-clés : Indicateurs de gestion durable, ressources forestières supplémentaires mobilisables, possibilités d'augmentation de la récolte.

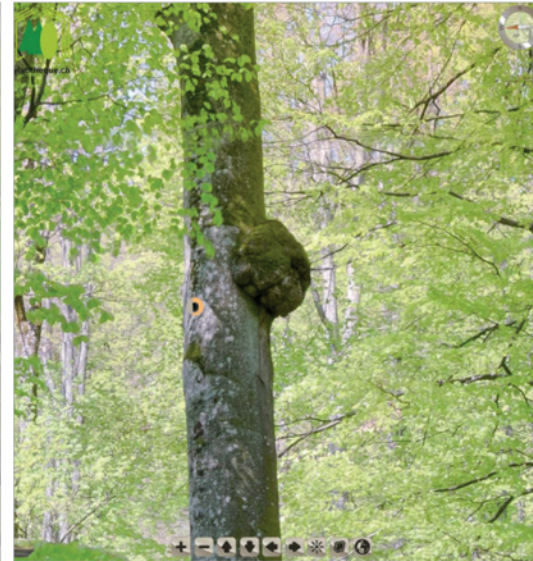
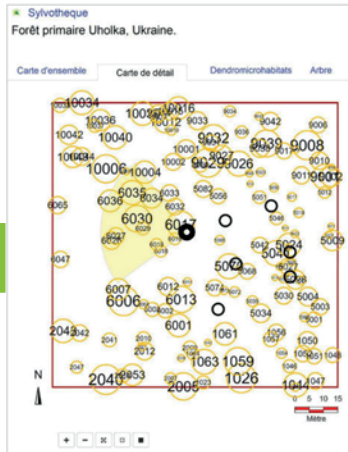


Fig. 1: Carte de détail du peuplement (à g.) et photosphère 360°. Dans l'image du centre, le carré orange figure une puissante loupe; le contenu de son champ s'affiche sur l'image de droite.

Découverte ludique et utile des dendromicrohabitats

Rita Bütler, Christian Rosset, Laurent Larrieu* | *Un dendromicrohabitat, c'est quoi?*

Aux frontières du jeu et de la découverte scientifique, une plateforme aussi utile qu'instructive aide à comprendre et découvrir ces singularités, richesse des arbres-habitats.

Habitat.sylvotheque.ch est une plateforme internet qui permet de se familiariser en quelques clics avec les dendromicrohabitats, des singularités morphologiques portées par certains arbres (appelés alors «arbres-habitats») et qui servent de milieu de vie à de nombreuses espèces parfois très spécialisées d'animaux, de plantes, de lichens et de champignons. Elle a pour vocation de faciliter la prise en compte des arbres-habitats dans la gestion courante grâce à une immersion virtuelle à 360° dans la forêt à l'aide de photosphères à haute résolution.

Les photosphères à 360°, laboratoire d'apprentissage

L'internaute accédant à habitat.sylvotheque.ch est invité à visiter virtuellement trois forêts: deux hêtraies primaires situées en Transcarpatie ukrainienne, ainsi que la hêtraie-chênaie mixte du marteloscope de Goumoëns (VD).

Grâce à plusieurs photosphères à 360° en haute résolution, il peut se déplacer dans la forêt, inspecter les arbres sous différents angles et découvrir leurs nombreux dendromicrohabitats en s'en approchant à l'aide d'une fonction puissante de zoom (fig. 1).

Mode «Découverte»

En mode «Découverte», chaque dendromicrohabitat porte une marque. Un clic sur celle-ci permet d'accéder aux textes, photos, dessins et vidéos explicatives (fig. 2). Des questions sont proposées pour tester ses connaissances. Si l'internaute a choisi

de créer un profil, il peut enregistrer son score, quitter le site et y accéder à nouveau plus tard.

Mode «Détermination»

Un deuxième mode dit «Détermination» est, quant à lui, un peu plus difficile. Il s'agit de déterminer correctement les dendromicrohabitats selon la typologie récemment publiée (WSL, «Notice pour le praticien n° 64 – Connaître, conserver et promouvoir les arbres-habitats» et «Guide de poche des dendromicrohabitats», 2020). Pour chaque détermination correcte, l'internaute voit son score augmenter (fig. 3).

Mode «Recherche et détermination»

Le site réserve aussi un défi à l'expert en dendromicrohabitats: un troisième mode dit «Recherche et détermination» exige que l'on trouve d'abord les arbres-habitats puis qu'on détermine correctement les dendromicrohabitats qu'ils portent.

* Rita Bütler, responsable transfert de connaissances à l'Institut de recherches WSL/EPFL, Lausanne.
Christian Rosset, professeur à la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL), Zollikofen (BE).
Laurent Larrieu, chercheur à l'Institut national français pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) et conseiller au Centre régional de la propriété forestière d'Occitanie (France).

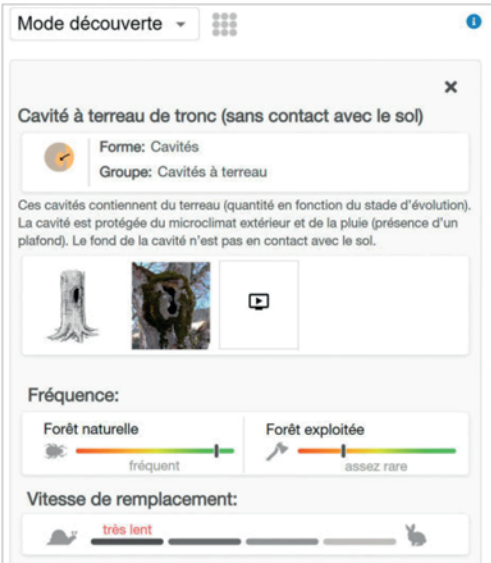


Fig. 2: Informations détaillées pour chaque dendromicrohabitat.

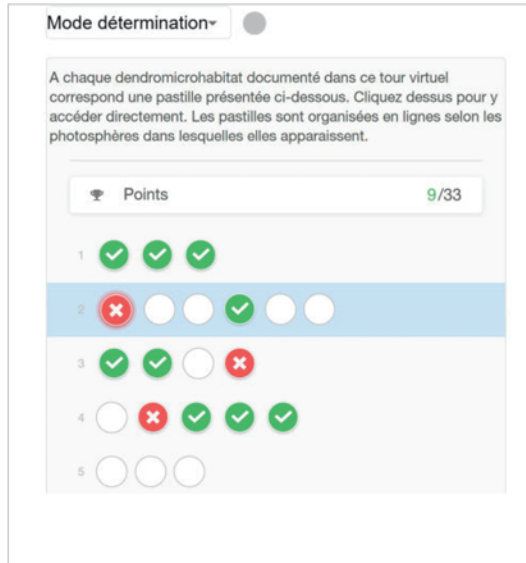


Fig. 3: Vue d'ensemble des questions avec réponse juste (pastille verte) ou fautive (pastille rouge).

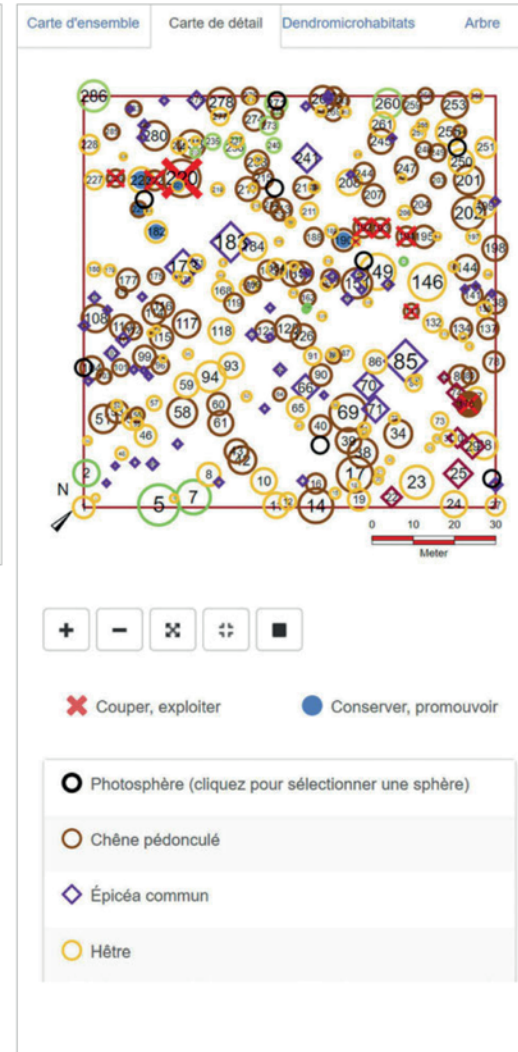


Fig. 4: Le mode «Martelage» est similaire à celui du site martelage.sylvotheque.ch.

Mode «Martelage»

Finalement, le quatrième mode dit «Martelage» sera utile au forestier pour s'entraîner à tenir compte des dendromicrohabitats lors du martelage (fig. 4). Similaire au site martelage.sylvotheque.ch, un exercice de martelage virtuel est alors proposé.

Perspectives

Actuellement, habitat.sylvotheque.ch propose la visite de trois forêts, en particulier deux forêts primaires. Ces forêts sont particulièrement riches en dendromicrohabitats: plus d'un arbre sur trois est porteur d'un ou plusieurs de ces petits milieux

de vie! Ces forêts sont donc idéales pour apprendre à (re-)connaître les arbres-habitats. Cependant, aucun peuplement ne comporte l'ensemble des 47 types de dendromicrohabitats définis à ce jour par les scientifiques. Car ceux-ci sont parfois typiques des arbres feuillus, de certaines essences d'arbres ou encore de leur statut sanitaire, vif ou mort. C'est pourquoi habitat.sylvotheque.ch est conçu de manière à pouvoir évoluer. A l'avenir, de nouveaux sites, suisses ou étrangers, seront intégrés, permettant ainsi de diversifier les peuplements photographiés et la palette des dendromicrohabitats illustrés. ■

POUR DES FORÊTS PLUS RÉILIENTES

Comment rendre une forêt plus résiliente? Pour faire face au stress que subissent nos forêts à cause des changements climatiques, la biodiversité est appelée à jouer un rôle prédominant. Dans ce contexte, augmenter la biodiversité forestière par le truchement des dendromicrohabitats est essentiel. Qu'il s'agisse

d'une cavité, d'une écorce décollée, d'une cime morte ou d'un balai de sorcière, ces particularités des arbres-habitats sont indispensables pour des milliers d'espèces qui contribuent au bon fonctionnement de l'écosystème forestier. En effet, ils pollinisent nos arbres, disséminent leurs graines, régulent les

espèces à forte variation de population ou recyclent les nutriments contenus dans le bois mort. Dès lors, il est judicieux de connaître les dendromicrohabitats et de préserver et promouvoir les arbres-habitats lors des interventions forestières. Habitat.sylvotheque.ch soutient le gestionnaire dans cette tâche.

REMERCIEMENTS

Les auteur(e)s remercient Ulrich Fiedler, Guillaume Marisa et Valère Martin pour les développements informatiques, et David Paul Coutrot pour les photosphères. Leur reconnaissance va aussi à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et au Canton de Vaud pour leur soutien financier.

Habitat.sylvotheque.ch

complète d'autres outils et informations récentes sur les dendromicrohabitats:

- la Notice pour le praticien n° 64 du WSL «Connaitre, conserver et promouvoir les arbres-habitats» www.wsl.ch/np-dendromicrohabitats
- le «Guide de poche des dendromicrohabitats» du WSL www.wsl.ch/gp-dendromicrohabitats
- l'application pour smartphone HabiApp pour saisir les arbres-habitats en forêt
- un tutoriel et des vidéos explicatives sur YouTube sur les dendromicrohabitats [recherche dans YouTube dendromicrohabitats WSL]
- le site www.arbre-habitat.ch



Troisième comité de pilotage du programme CONQueTh en région Centre-Val de Loire, discussion sur le détournement d'arbres désignés dans un taillis de chêne pubescent dans l'Indre.

Sabine Girard © CNPF

Le chêne pubescent à la conquête de la moitié nord du pays : de la sécheresse de 2005 au projet CONQueTh*

Par Christian Weben, CNPF-CRPF Bretagne-Pays de la Loire et Sabine Girard, CNPF-IDF

En janvier 2017, le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt lançait un appel à projet national dédié aux investissements innovants pour l'amont forestier dans le cadre du Fonds stratégique Forêt-Bois. Les projets devaient servir les objectifs du Programme national de la forêt et du bois, en particulier l'atténuation et l'adaptation des forêts françaises au changement climatique. Ils devaient être ambitieux, porteurs d'innova-

tions, avoir un caractère collectif et concerté, se dérouler sur 36 mois au maximum... et être déposés au ministère avant la fin du mois de mars de la même année.

Remplir ces conditions imposait d'identifier un thème fédérateur, de proposer aux partenaires

* CONQueTh : Capacité d'Occupation du Nord de Quercus thermophiles. Pour une question de compréhension, cette orthographe sera gardée pour cet article mais demeurera « Conqueth » pour les articles suivants.



Sommaire

22 Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile

27 Niches climatiques du chêne pubescent : quel potentiel de croissance dans la moitié nord de la France ?

32 Mise au point d'une table de séchage spécifique pour le chêne pubescent

37 Expérimenter pour accompagner au mieux la conquête du chêne pubescent

41 Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments

45 Communiquer sur le chêne pubescent, un des objectifs du programme Conqueth

47 Le chêne pubescent : une des solutions d'adaptation au changement climatique pour les chênaies de la moitié nord de la France

52 Chêne pubescent - *Quercus pubescens Willd.*



Sabine Girard
Ingénieure forestier au CNPF-IDF, elle travaille à l'évaluation d'essences, provenances et/ou variétés forestières susceptibles d'être utilisées à l'avenir par les sylviculteurs. Membre de la section « arbres forestiers » du CTPS, elle est impliquée dans plusieurs actions visant à améliorer l'approvisionnement en graines et plants de la filière.



Christian Weben,
Ingénieur forestier au CNPF-CRPF Bretagne-Pays de la Loire, délégué régional Pays de la Loire, responsable DGD, vulgarisation et développement. En retraite depuis le 1^{er} janvier 2021.

En savoir⁺

Pour distinguer les différences entre les chênes pubescent, sessile et pédonculé : Bouvier M., 2012. « Les 3 chênes indigènes et leurs intermédiaires, des critères pour y voir plus clair ». *Forêt-entreprise*, 207, p. 13-20.
www.foretpriveefrancaise.com/data/fe207p13_20.pdf

potentiels des objectifs autant que possible maîtrisables et de faire preuve d'une forte réactivité.

Le point de départ : le programme « Chênaies atlantiques »

À la suite des différents épisodes chauds et secs de la fin des années 1990 et du début des années 2000, l'avenir de certaines chênaies est devenu une préoccupation commune à plusieurs CRPF.

Les chênaies du secteur ligérien ont été durement affectées par une sécheresse particulièrement forte en 2005. Les demandes de coupes en dérogation de plan simple de gestion se sont multipliées pour des dépérissements de chêne, provoquant, dans le contexte du changement climatique, une grande inquiétude.

Face à la situation, de nombreuses questions se posaient : les chênes sessile et pédonculé étaient-ils touchés de la même manière ? Les dépérissements étaient-ils généralisés ? Irréversibles ? Certains facteurs stationnels étaient-ils prédisposants ?

Pour répondre à ces interrogations, Jean Lemaire, référent « chêne » de l'IDF, propose alors d'étudier ces dépérissements et d'utiliser l'amplitude climatique concernée pour préciser leur lien éventuel avec le climat : le programme « Chênaies atlantiques » était lancé. Il est l'élément fondateur de l'outil BioClimSol. En fédérant différents CRPF et l'IDF puis, au gré des études, des spécialistes de l'INRA (INRAE aujourd'hui), de l'ONF, du CIRAD¹ et de l'IGN, de l'École supérieure du Bois de Nantes... le programme apportera des connaissances dans plusieurs domaines.

Outre la confirmation de la plus grande sensibilité à la sécheresse du chêne pédonculé comparativement au sessile² « Chênaies atlantiques » a permis d'affiner les limites climatiques des deux espèces, et, après l'amélioration de la vitalité des arbres suite aux saisons pluvieuses de 2006 et 2007, de mettre au point le décryptage architectural des symptômes du dépérissement et des capacités de résilience des arbres avec l'outil CNPF « Archi »³. Il a aussi mis en évidence l'intérêt d'un chêne peu connu au nord : le chêne pubescent⁴.

Le chêne pubescent s'invite dans le programme « Chênaies atlantiques »

Localisé dans la moitié nord du pays sur des stations particulièrement sèches, très souvent calcaires (Alsace, coteaux du Jura, de la Saône, de l'Eure...), le chêne pubescent est également présent en mélange dans les chênaies de certains secteurs « chauds » des régions Poitou-Charentes, Centre-Val de Loire et Pays de la Loire où il passait jusqu'à récemment relativement inaperçu. D'ailleurs, beaucoup ne l'avaient pas détecté en raison de sa réputation d'arbre plutôt petit, à croissance lente, et ignorant que l'espèce pouvait atteindre les mêmes dimensions que ses deux cousins. Du reste, comme la gestion et la commercialisation de « chênes » fait essentiellement intervenir les dimensions et les qualités externes des arbres – sans qu'il soit nécessaire de définir précisément l'espèce concernée – les chênes pubescents présents étaient et sont encore traités comme des « chênes de pays », comme les pédonculés et les sessiles.

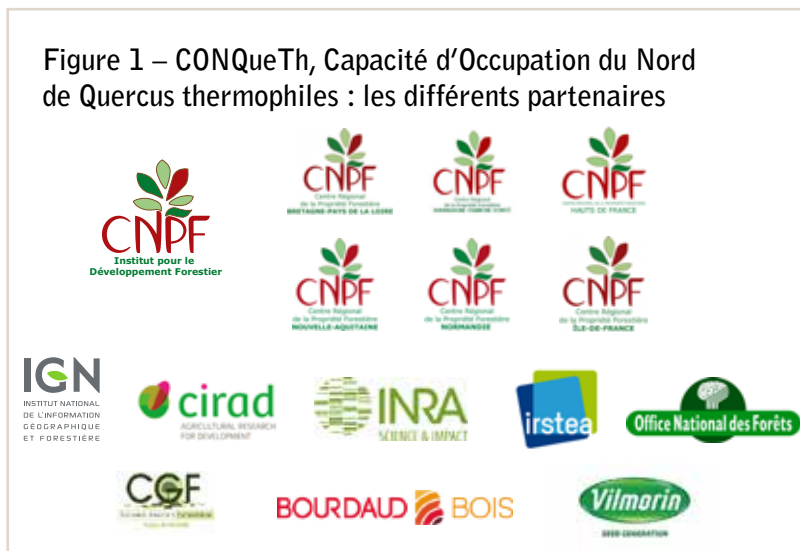
¹ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

² Cf bibliographie, références 5 et 6.

³ Cf bibliographie, références 3 et 4.

⁴ Cf bibliographie, référence 6.

Figure 1 – CONQueTh, Capacité d’Occupation du Nord de Quercus thermophiles : les différents partenaires



Dans le cadre de « Chênaies atlantiques », une première étude, réalisée en 2011, sur des pubescent et des pédonculés prélevés sur la même parcelle en région Centre, a d'ailleurs montré que les propriétés mécaniques du bois étaient très proches⁶ et que les teneurs et compositions en tanin étaient identiques⁷. Mais « Chênaies atlantiques », c'est aussi la réalisation de cartes de vigilance climatiques pour les chênes pédonculé, sessile et pubescent et la prise de conscience de l'intérêt de ce dernier pour l'adaptation au changement climatique des chênaies de la moitié nord du pays. Le chêne pubescent occupe en effet des situations plus sèches et chaudes que les autres et supporte de ce fait des déficits estivaux plus importants⁸. Il supporte par ailleurs des températures hivernales relativement froides, contrairement aux chênes méditerranéens à feuilles persistantes (chênes vert ou liège).

La question de l'approvisionnement en glands de chêne pubescent

La perspective d'un développement des plantations de chêne pubescent dans la moitié nord du pays, et donc d'une augmentation de la demande en plants forestiers, a conduit très rapidement à s'interroger sur les sources de graines susceptibles d'y répondre. La quantité de glands de pubescent récoltés à des fins forestières était alors très faible et issue essentiellement de la zone méditerranéenne. Dès 2014, la question s'est posée et des peuplements sources de graines ont été recherchés et récoltés en Poitou-Charentes pour approvisionner les boisements compensateurs liés à la création de la ligne ferroviaire à grande vitesse Tours-Bordeaux. Parallèlement, la dé-

marche était également lancée en Normandie pour identifier et récolter des ressources en limite nord de l'aire de répartition de l'espèce et évaluer leur intérêt dans le cadre des changements climatiques en cours. Ces premières récoltes de glands « nordiques » ont permis d'installer les premiers dispositifs comparatifs en 2017.

CONQueTh

L'appel à projet du ministère était donc l'occasion de rassembler, d'approfondir et de compléter ces études pour vérifier la pertinence de solutions basées sur le développement du chêne pubescent comme moyen d'adaptation au changement climatique des chênaies du nord de la France. Le réseau des interlocuteurs régionaux du CNPF était en place, les partenaires connus, motivés et compétents dans différents domaines complémentaires, « de la graine à la planche ».

CONQueTh est l'acronyme de « Capacité d'Occupation du Nord de Quercus thermophiles ». Le projet initial ne concernait pas uniquement le pubescent, puisqu'il explorait également l'intérêt du chêne chevelu (*Q. cerris*). En définitive, ce dernier a été retiré faute de financements suffisants et le travail réalisé dans le cadre de CONQueTh n'a finalement porté que sur le chêne pubescent.

Le projet a concerné la plupart des régions du secteur ligérien ainsi que la Normandie, les Hauts-de-France et Poitou-Charentes. Il a rassemblé 9 partenaires : le CNPF, avec 6 de ses délégations – le CRPF Bretagne et Pays de la Loire et l'IDF (coordinateurs) et les CRPF Île-de-France et Centre-Val de Loire, Hauts-de-France, Normandie, Bourgogne-Franche-Comté et Nouvelle-Aquitaine avec l'ONF, l'IGN, le CIRAD, INRAE (l'INRA à l'époque), l'IRSTEA, un gestionnaire forestier (CGF Lacouture), la scierie Bourdaud et la Société Vilmorin (Figure 1, photo 1).

« De la graine à la planche »

Pour limiter le temps consacré par chacun à la réalisation du tout (ce travail s'ajoutant évidemment aux actions du quotidien), l'étude a été fractionnée en cinq volets complémentaires et indépendants.

Les données récoltées depuis trente ans par l'IGN sur l'ensemble de la zone d'étude ont permis de retracer l'évolution de la ressource en chêne pubescent mais aussi en chênes sessile et pédonculé. L'article de I. Bonhême et C. Ols⁹ reprend les principaux résultats obtenus et présente de nouveaux éléments issus du travail réalisé par le laboratoire de

⁶ Étude réalisée par le CRPF Île-de-France Centre-Val de Loire et l'École Supérieure du Bois (ESB) Cf. bibliographie références 1 et 2.

⁷ Étude réalisée par le CRPF Île-de-France Centre-Val de Loire et l'INRA d'Orléans (GénoBois), Cf. bibliographie référence 2.

⁸ Cf. bibliographie, référence 6.

⁹ Voir l'article *Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile*, p. 22 de ce dossier.

recherche IGN de Nancy sur la production du chêne pubescent en lien avec les évolutions du climat.

Le travail sur le procédé de **séchage du bois du pubescent** a été coordonné par L. Brancheriau de l'unité de recherche BioWooEb du CIRAD de Montpellier. Il a nécessité la collaboration de la scierie Bourdaud à Nozay (Loire-Atlantique) et du CNPF.

En raison de l'absence de connaissances et de références sur le comportement du chêne pubescent en forêt dans la moitié nord du pays et sur la sylviculture à lui appliquer, il était nécessaire de mettre en place rapidement des expérimentations. Afin d'optimiser les actions à mettre en œuvre, le troisième volet de CONQueTh a rassemblé les différents organismes de R&D¹⁰ pour prioriser les différentes thématiques à explorer, recenser les dispositifs existants et élaborer des protocoles. L'article de J. Rosa & S. Girard¹¹ revient sur les différentes étapes qui ont permis de structurer le réseau d'expérimentations CONQueTh.

L'approvisionnement en chêne pubescent de la **filière graines et plants** faisait l'objet d'un autre volet coordonné par l'IDF visant à la fois à rechercher des **peuplements sources de graines** en forêt publique et privée (Photo 2), analyser les **résultats des premiers tests de provenances installés**¹² et fournir du matériel pour de futures expérimentations. Plusieurs partenaires ont permis de remplir les objectifs fixés : un gestionnaire indépendant expert de l'espèce (Y. Lacouture, CGF), les CRPF, l'ONF (dont le Pôle National des Ressources génétiques forestières et l'unité mixte ONF-INRA d'Orléans), l'INRA, l'IRSTEA, le service « Semences d'arbres » de la société Vilmorin ainsi que les DRAAF concernées.

Le dernier volet de CONQueTh était consacré à la communication pour lutter contre le déficit d'image dont souffrait le pubescent. Il rassemblait l'ensemble des partenaires et a permis d'élaborer différents types d'outils présentés dans l'article de C. Weben *et al.*

Enfin, nous concluons sur l'intérêt de développer cette espèce dans la moitié nord du pays pour adapter les chênaies au changement climatique et sur les actions à entreprendre pour y parvenir.



Tournée de validation des peuplements repérés comme potentielles sources de graines, juin 2019, Yonne.

Sabine Girard © CNPF.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le ministère de l'Agriculture pour le financement du projet et Mme Catherine Maison pour son suivi à la DRAAF des Pays de la Loire.

Bibliographie

- [1] Rétière H., Dassonville V., Deltour O., Gilbert G. et Martin T., 2011. *Étude comparative mécanique et anatomique de deux espèces de Chêne : Chêne pédonculé et Chêne pubescent*. 22 p. <http://www.foretpriveefrancaise.com/data/323802-7pubescentbois1.pdf>
- [2] Charpentier J.-P. et Ader A., 2011. *Analyse des tannins dans le bois du chêne pubescent, comparaison avec le chêne pédonculé*. 9 p. <http://www.foretpriveefrancaise.com/data/323804-8TANINPUBESCENT.pdf>
- [3] Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., 2011. La méthode de diagnostic ARCHL, application aux chênes pédonculés dépérissants. *Forêt-entreprise*, 200, p. 4-16.
- [4] Lebourgeois F., Drénou C., Bouvier M., Lemaire J., 2015. Caractérisation de la croissance des chênaies pédonculées atlantiques dépérissantes : effets des sécheresses et relation avec l'architecture des houppiers. *Revue Forestière Française*, LXVII, 4, p. 333-351.
- [5] Lemaire J., 2014. Lien entre le déficit hydrique climatique et le dépérissement du chêne pédonculé sur la façade atlantique. *Forêt-entreprise*, 218, p. 18-25.
- [6] Lemaire J., 2014. Exigences et cartes de vigilance climatique des chênes pédonculé, sessile et pubescent. *Forêt-entreprise*, 218, p. 40-45.

¹⁰ Recherche et Développement

¹¹ Voir l'article *Expérimenter pour accompagner au mieux la conquête du chêne pubescent*, p. 35 de ce dossier.

¹² Voir l'article *Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments*, p. 41 de ce dossier.

Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile

Par Ingrid Bonhême, IGN, département Écosystèmes forestiers, Saint-Médard-en-Jalles
Clémentine Ols, IGN, Laboratoire d'inventaire forestier, Nancy

Le chêne pubescent, espèce post-pionnière nomade, est présent dans le secteur ligérien¹. Le projet Conqueth a montré que la ressource en chênes pubescent, pédonculé et sessile dans cette région augmente depuis les trente dernières années. En complément, des recherches du laboratoire d'inventaire forestier de l'IGN rapportent les évolutions de croissance récentes de ces essences spécifiquement liées au climat.

¹ Territoire correspondant au bassin de la Loire

² Les semis ne sont pas suivis par l'IGN actuellement mais il est probable que la baisse du recrutement s'accompagne d'une baisse dans les semis.

Comme partout ailleurs en France, la région étudiée dans le projet Conqueth a une superficie forestière et des volumes de bois sur pied à la hausse depuis trente ans (1987-2014), passant de 2,4 à 2,7 millions d'hectares et de 318 à 482 millions de mètres cube. Cependant, ces évolutions globales masquent des différences entre les essences de chêne.

Une ressource en chênes sessile et pédonculé de plus en plus mature...

Au-delà de ces augmentations globales, les dynamiques des espèces de chêne sont assez différentes. Les surfaces terrières des trois chênes augmentent fortement sur la période, mais la part relative du chêne sessile est à la baisse et celle du pubescent à la hausse, alors que celle du pédonculé est stable. Ces évolutions sont encore plus sensibles en termes de volumes (Figures 1a, b, c). Le nombre de tiges évolue de manière très différente selon les

espèces et les classes de diamètre. En effet, sur 30 ans, le chêne sessile voit son nombre de tiges et son volume baisser très fortement en valeurs absolues dans les classes de diamètre inférieures à 17,5 cm alors qu'ils augmentent dans les autres classes de diamètre ; on observe la même dynamique pour le chêne pédonculé. Ces espèces sont dans une phase de maturation de leur ressource (augmentation dans les bois moyens, gros bois et très gros bois) accompagnée d'une baisse importante de recrutement (petit bois et certainement semis²).

Densification de la ressource en chêne pubescent...

Le chêne pubescent voit, de son côté, son abondance augmenter dans toutes les classes de diamètres et quelles que soient les variables observées (surface terrière, volume, nombre de tiges). L'espèce est en émergence dans cette zone, comme cela avait été établi en Poitou-Charentes lors d'une étude précédente.

Figure 1a – Évolution sur 30 ans du volume par classe de diamètre du chêne pubescent

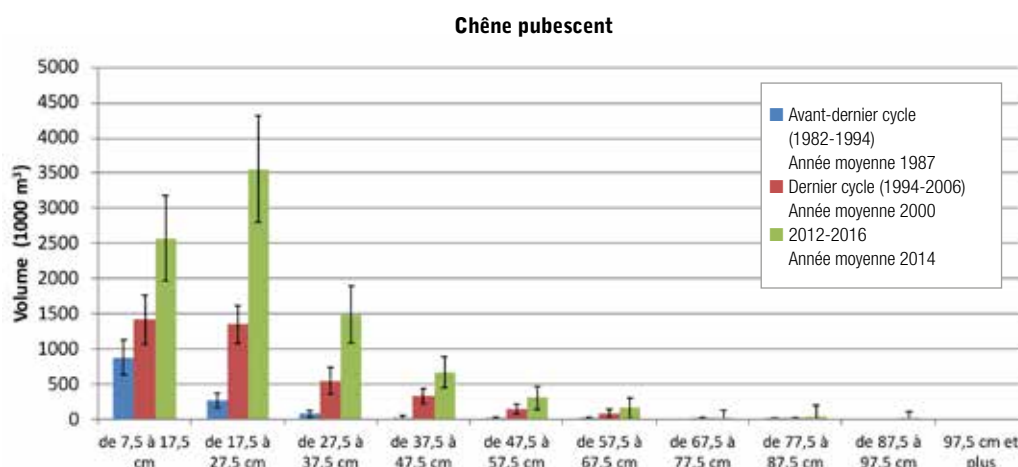


Figure 1b – Évolution sur 30 ans du volume par classe de diamètre du chêne pédonculé

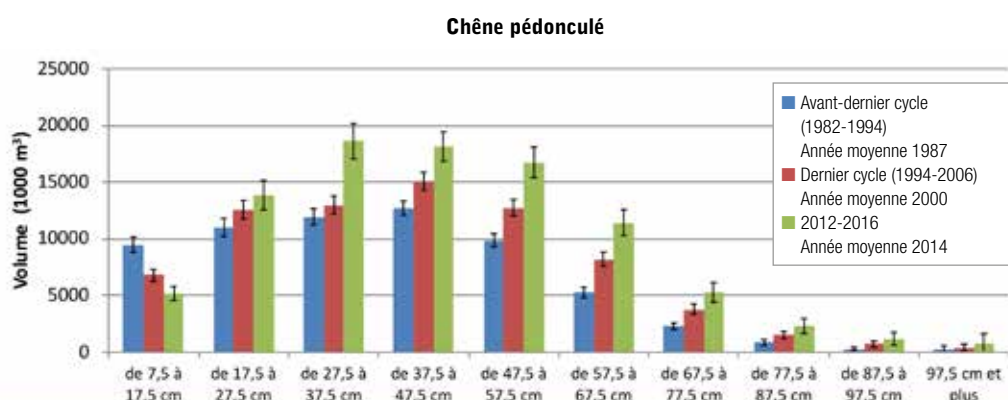
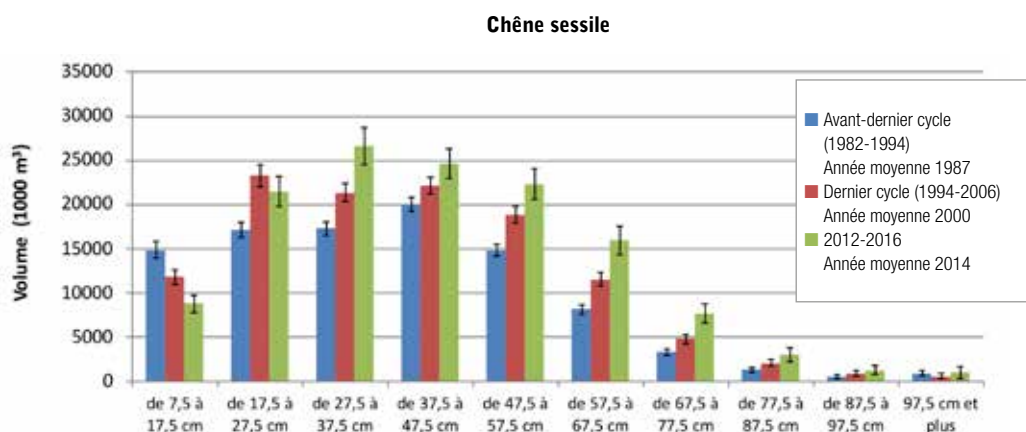


Figure 1c – Évolution sur 30 ans du volume par classe de diamètre du chêne sessile



Les graphiques portent sur les Deux-Sèvres, la Vienne, les régions Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Île-de-France et ancienne région Bourgogne, entre les derniers cycles d'inventaire départementaux et le nouvel inventaire de portée nationale annuel de l'IGN.

Source : IGN

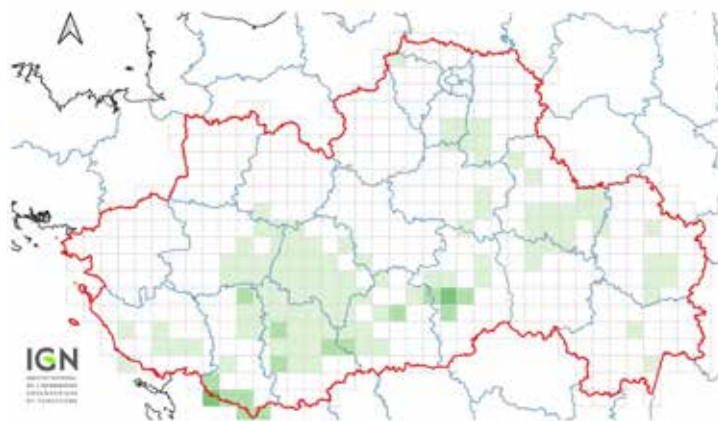
... et légère expansion du pubescent

La dynamique positive du chêne pubescent s'effectue par le recrutement d'arbres recensables et par l'accroissement des arbres en place, mais aussi par une légère expansion de son aire de répartition entre les années moyennes 2000 et 2011³ (Figure 2), tout particulièrement en Côte d'Or, dans l'Indre et le sud de la Vienne.

³ Les données antérieures utilisées pour les calculs statistiques ne peuvent pas être localisées précisément et ne peuvent donc être utilisées pour la réalisation de carte par maille.

Figure 2 – Évolution, entre deux périodes (1994-2006 et 2005-2017) de la surface terrière par hectare boisé du chêne pubescent, par maille de 16 x 16 km sur le territoire du projet Conqueth.

2a – Surface terrière du chêne pubescent à l'hectare boisé pour la période 1994-2006 (année moyenne 2000)

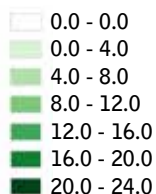


2b – Surface terrière du chêne pubescent à l'hectare boisé pour la période 2005 à 2017 (année moyenne 2011)



0 50 100 km

Part dans la surface terrière à l'ha



Quelles explications à ces évolutions de la ressource ?

Plusieurs facteurs sont susceptibles d'avoir influencé les évolutions observées. Tout d'abord, l'expansion forestière, qui est à l'œuvre sur l'ensemble du territoire national, accroît la part des essences pionnières dans la ressource nationale. Or, le chêne pubescent est une espèce post-pionnière nomade, c'est-à-dire une espèce qui peut intervenir dans la succession soit en post-pionnière, soit en pionnière, en fonction des opportunités : il est naturellement favorisé sur les zones nouvellement forestières. Ensuite, l'abondance de la ressource feuillue et sa maturation, en lien avec une exploitation peu intensive, favorise :
 ➤ l'accroissement des volumes d'arbres de gros diamètre,
 ➤ et le moindre renouvellement des peuplements, par l'absence de récolte et donc de forêt à régénérer.

Par ailleurs, la pression du gibier peut mettre en péril les régénérations engagées par les sylviculteurs ou les dissuade de les initier, provoquant ainsi une baisse d'effectif et de volume dans les classes de petits diamètres. Enfin, l'hypothèse est émise qu'au cours des trente dernières années, à la faveur des évolutions climatiques, là où il était présent, le chêne pubescent a gagné en compétitivité, alors que les chênes pédonculé et sessile pourraient en avoir perdu. Cela s'expliquerait par le fait que le pubescent est connu pour sa plus grande résistance à la sécheresse, alors qu'on a récemment connu des dépérissements de chênes, pédonculés en particulier, lors des récents épisodes de sécheresse dans la zone d'étude du projet Conqueth.

Impact du climat récent sur la croissance des trois essences au niveau national

La croissance d'un arbre, et *a fortiori* d'un peuplement, dépend d'un grand nombre de facteurs. Pour étudier les effets du climat sur la croissance, il faut d'abord s'assurer de contrôler les effets de tous les autres facteurs locaux pouvant la faire varier, tels que la taille (comme le diamètre ou le statut social), et les caractéristiques du peuplement (ex : type de sol, densité de tiges, surface terrière, diamètre quadratique moyen).

Chaque année depuis 2005, l'Inventaire forestier national visite plus de 5 000 placettes d'inventaire afin d'y décrire exhaustivement les caractéristiques de la forêt en place (plus de 230 variables sont levées et mesurées). Sur chaque placette, deux arbres dominants sont

Carottage de 2 arbres dominants sur une placette pour mesurer la croissance annuelle des années récentes



a) Carottage d'un arbre à la tarière

b) Mise en place de la carotte extraite dans un étai pour pouvoir aplanir sa surface au cutter pour une meilleure visibilité des cernes

c) Mesure des cernes de croissance

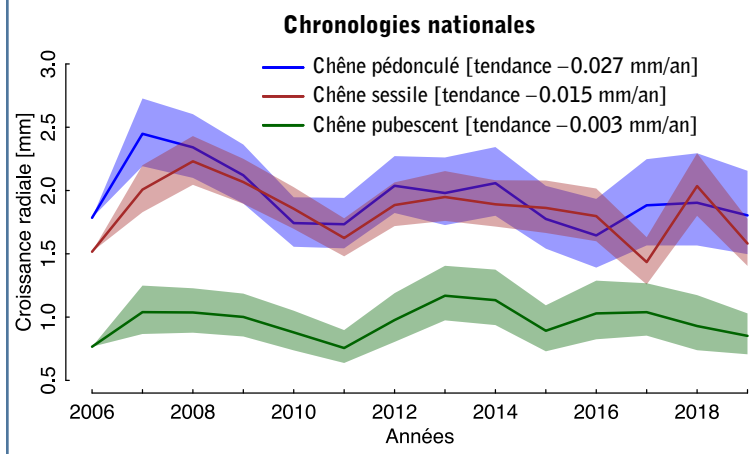
Guillaume Le Berre © IGN

carottés afin de mesurer leur accroissement radial des dernières années au 10^e de millimètre près (voir photos ci-dessus). L'ensemble des données levées sur le terrain permet de quantifier un très grand nombre des effets locaux sur la croissance. Grâce à la modélisation statistique, il est alors possible d'identifier et d'isoler la variabilité de croissance due au climat et d'étudier les impacts du changement climatique sur la croissance des forêts françaises.

La croissance radiale de chênes pédonculé, sessile et pubescent a ainsi été modélisée entre 2006 et 2019 dans l'ensemble des peuplements purs et réguliers de France métropolitaine (Figure 3).

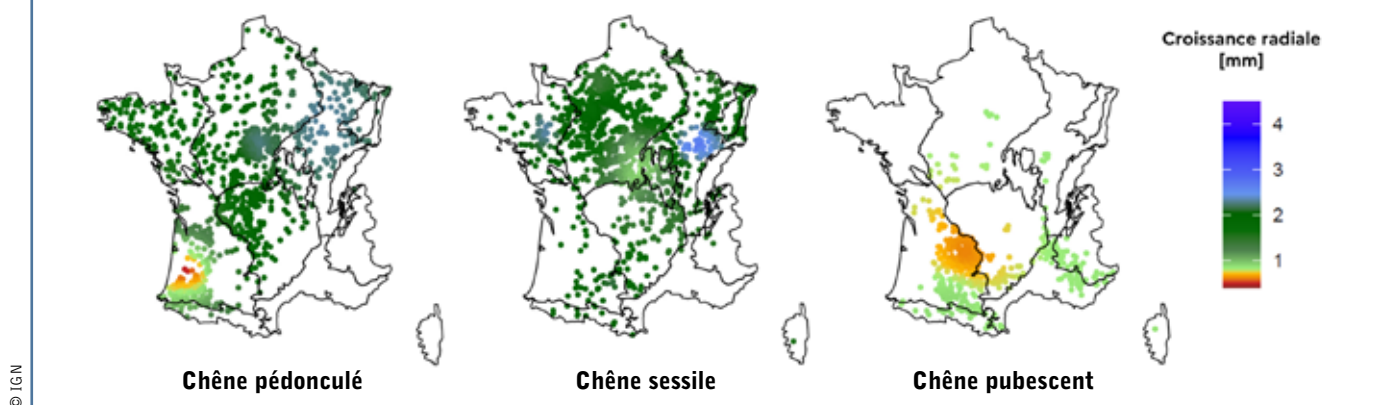
Bien que le niveau de croissance moyen du chêne pubescent soit 2 à 3 fois plus faible que celui des chênes pédonculé et sessile, il est resté constant entre 2006 et 2019 (tendance quasi nulle). À l'inverse, les chênes pédonculé et sessile ont vu leur niveau de croissance radiale diminuer avec des tendances générales de -0,027 mm/an (soit respectivement -1,4 % de la croissance annuelle moyenne observée entre 2006 et 2019) et -0,015 mm/an (soit -0,8 % de la croissance annuelle moyenne observée entre 2006 et 2019).

Figure 3 - Impact du climat récent sur l'évolution de la croissance radiale moyenne des trois chênes à l'échelle nationale en peuplements purs et réguliers entre 2006 et 2019.



© IGN

Figure 4 – Impact du climat de 2019 sur la variation spatiale de la croissance radiale des trois essences de chêne en peuplements purs et réguliers.



De l'échelle nationale à l'échelle locale

Ces chronologies ne sont que des tendances générales à l'échelle métropolitaine et ne renseignent pas sur l'impact plus localisé du climat. Grâce à d'autres outils de modélisation, il est possible d'extraire l'effet du climat à des échelles plus fines et de le cartographier pour une année donnée. La figure 4 présente les cartes de croissance radiale des trois essences en 2019. On y observe que les zones à faible et forte croissance varient en fonction des essences. Par ailleurs, si l'on regarde les années antérieures à 2019 (non présentées ici), on s'aperçoit que les zones géographiques de faible croissance diffèrent plus ou moins selon les années, ce qui rend l'analyse complexe.

Ce type d'analyse spatiale de la croissance est toujours en cours de développement au Laboratoire d'Inventaire Forestier. Les cartes présentées ici sont des résultats préliminaires et ne sont donc pas à prendre comme vérité absolue.

En conclusion

Les chênes pubescent, sessile et pédonculé ont des réponses aux variations récentes du climat qui ne sont pas homogènes en termes de croissance radiale : le chêne pubescent semble en moyenne peu affecté par les évolutions récentes alors que les chênes sessile et pédonculé indiquent une légère tendance à la baisse.

En parallèle des observations de croissance radiale différenciées entre espèces, des dynamiques de populations différentes entre les chênes sont également observées : le chêne pubescent semble en phase d'expansion en superficie et son volume augmente dans l'ensemble des classes de diamètre, alors que les chênes sessile et pédonculé sont marqués par un vieillissement des classes d'âges de leurs populations. Ces observations peuvent être liées à de nombreux facteurs. Si l'on observe des effets différenciés du changement climatique sur la croissance radiale des chênes, le changement climatique ne peut pas être responsable de l'ensemble des évolutions observées depuis trente ans. En effet, il ne faut pas négliger les impacts que peuvent avoir :

- l'expansion forestière, qui peut préférentiellement se faire sur des sols superficiels peu favorables à l'agriculture, potentiellement plus favorables au chêne pubescent qu'aux autres chênes ;
- la surpopulation de gibier, qui peut limiter les efforts ou la réussite des régénérations en chêne sessile ou pédonculé initiées par les sylviculteurs ;
- le vieillissement des peuplements en place, qui décale naturellement les populations de chênes vers des classes de diamètre plus importantes (gros bois, très gros bois) qu'il y a une trentaine d'années. ■

Résumé

Les données de l'Inventaire forestier national de l'IGN montrent une augmentation en surface terrière et en volume des trois chênes entre 1987 et 2014 : la part relative du pubescent est à la hausse, celle du sessile est à la baisse et celle du pédonculé est stable. Le nombre de tiges du sessile et du pédonculé est en baisse, en particulier dans les petites classes de diamètre ; leur augmentation en volume est liée à un grossissement des bois. Le chêne pubescent présente une dynamique différente, avec une augmentation du nombre de tiges dans toutes les classes de diamètre, en particulier dans les petites classes. L'étude de leur accroissement radial montre un ralentissement de la production pour les chênes sessile et pédonculé et un maintien de production pour le pubescent, qui reste néanmoins le moins productif des trois.

Mots-clés : évolution de croissance, chênes pédonculé sessile et pubescent, Inventaire forestier national.

Niches climatiques du chêne pubescent : quel potentiel de croissance dans la moitié nord de la France ?

Par Nathalie Maréchal, CNPF-IDF,
d'après le rapport final Conqueth, volet 1, partie 2

Le chêne pubescent peut-il s'adapter aux nouvelles implantations, notamment dans la moitié nord de la France ? Potentiellement, le chêne pubescent deviendra plus compétitif vis-à-vis des chênes pédonculé et sessile en raison des déficits hydriques plus importants. Cependant, il sera limité par les hivers trop froids.

Le chêne pubescent est une espèce botanique proche du sessile et du pédonculé. Il est thermophile et déjà présent dans certaines zones de la moitié nord du pays. Il s'avère être une espèce de diversification intéressante, d'autant plus qu'en conditions favorables de croissance, les caractéristiques technologiques et organoleptiques¹ de son bois sont très proches de celles des deux autres espèces².

Quelles sont les conditions environnementales nécessaires à la présence du chêne pubescent ? Et quelles sont celles qui permettent une production de bois d'œuvre ? À l'aide des données de présence de l'espèce, il est possible de préciser l'influence de différents facteurs environnementaux sur les différentes « niches » de l'espèce. Dans le cadre du programme Conqueth, une étude a par ailleurs comparé la croissance en diamètre de chênes pubescents et pédonculés situés dans les mêmes conditions stationnelles en région Centre-Val de Loire.

Ces différents éléments permettent de mieux cerner les territoires où le chêne pubescent apparaît comme une solution pertinente pour adapter les forêts à des changements climatiques correspondant plus ou moins au futur climatique défini par les scénarios du GIEC³, et de formuler des hypothèses quant aux conséquences en termes de production de bois d'œuvre.

Les niches climatiques du chêne pubescent

Le concept de « niche écologique »

Le chêne pubescent est une des essences forestières illustrant bien les concepts de **niches écologiques**, qui permettent de mieux comprendre ses dynamiques de colonisation en lien avec le changement du climat.

G. E. Hutchinson (1957) définit une niche écologique comme un hypervolume (une « enveloppe ») à n dimensions. Chaque dimension de cet hypervolume correspond à une ressource ou une condition (température, précipitations, acidité, engorgement...) de l'environnement favorable à la survie de l'espèce. Ces mêmes conditions et ressources peuvent être hiérarchisées pour étudier la place occupée par l'espèce, le milieu naturel.

L'auteur distingue deux sortes de niches :

► **niche fondamentale** : elle réunit tous les composants et toutes les conditions environnementales nécessaires à l'existence d'un organisme.

► **niche réalisée** : elle est souvent comprise dans la niche fondamentale, réduite à l'espace qu'elle est contrainte d'occuper, du fait des compétitions avec les autres espèces effectivement présentes dans un espace donné.

¹ Qui est capable d'impressionner les récepteurs sensoriels (Source : CNRTL)

² Programme Chênaies atlantique, 2009-13 : <http://www.foretpriveefrancaise.com/data/323802-7pubescentbois1.pdf> + <http://www.foretpriveefrancaise.com/data/323804-8TANINPUBESCENT.pdf>

³ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

⁴ P-ETP : Précipitation moins évapotranspiration potentielle pour la période de juin (06) à août (08) ; pour en savoir + sur le déficit hydrique climatique : Dossier BioClimSol, un outil d'aide à la décision face au changement climatique, *Forêt-entreprise* n°218, 2014.

La niche climatique fondamentale du chêne pubescent

Si on plantait le chêne pubescent dans des sols où il ne rencontre aucune concurrence, sa niche serait **limitée principalement par le froid et un déficit hydrique très marqué** (température minimale absolue de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et un déficit hydrique climatique P-ETP0608⁴ de -340 mm) ce qui correspond à un vaste territoire (Figure 1, zone vert foncé). Le chêne pubescent peut occuper potentiellement une grande partie de nos forêts. Les principales

limitations sont liées au climat à tendance montagnarde trop froid et aux zones thermo-méditerranéennes où la température et le déficit hydrique excessif limitent sa présence.

La niche climatique réalisée du chêne pubescent en France, et son évolution ces dernières décennies

La niche réalisée du chêne pubescent est beaucoup moins importante que sa niche fondamentale en termes de potentiel d'occupation des forêts françaises.

Un modèle de niche climatique réalisée a été construit à partir des données de l'IGN (présence-absence de l'essence). Il prédit la probabilité de présence de l'essence en prenant en compte les critères climatiques significatifs au sens statistique du terme ($P < 0,05$)⁵. Ce modèle a ainsi été établi à partir des données climatiques moyennes trentennaires (1981-2010) : température moyenne annuelle, moyenne des températures maximales de juin à août inclus, bilan hydrique climatique P-ETP (précipitations-évapotranspiration) de juin à août inclus et température minimale absolue. Cette niche réalisée est traduite en probabilité sur la base des seuils climatiques (moyenne trentenaire) suivants. Si l'un des critères climatiques n'est pas rencontré, l'essence est jugée hors de sa niche réalisée :

- ➡ $-320\text{ mm} < \text{P-ETP0608} < -180\text{ mm}$ (Précipitations-évapotranspiration de juin à août)
- ➡ $\text{TX0608} < 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ température maximale de juin à août
- ➡ $\text{TMAN} > 9\text{ }^{\circ}\text{C}$ température moyenne annuelle
- ➡ $\text{TNabs} > -22\text{ }^{\circ}\text{C}$ température minimale absolue.

Dans la moitié nord du pays, le chêne pubescent est présent là où le chêne pédonculé ou sessile sont beaucoup moins concurrentiels pour lui, à savoir les climats à déficits hydriques forts : $\text{TX0608} > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $\text{P-ETP68} < -220\text{ mm}$ en moyenne trentenaire ETP Turc⁶.

Dans les climats où le régime hydrique est moyennement contraignant ($\text{TX0608} > 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $\text{P-ETP68} < -190\text{ mm}$ en moyenne trentenaire), il est pour l'instant essentiellement limité aux sols plus superficiels, généralement calcaires, là où les chênes sessile et pédonculé auront une croissance plus faible (voir les § suivants) et où le hêtre sera exclu ou limité en croissance par les contraintes hydriques du climat et du sol.

⁵ $P < 0,05$: en statistique, la valeur-p (en anglais *p-value* pour *probability value*) est la probabilité d'obtenir la même valeur ou une valeur encore plus extrême que celle observée.

⁶ Voir note 4 ; la formule de Turc estime l'évapotranspiration potentielle d'un lieu à partir de températures moyennes et de rayonnement global.

Figure 1 – Niche climatique fondamentale du chêne pubescent

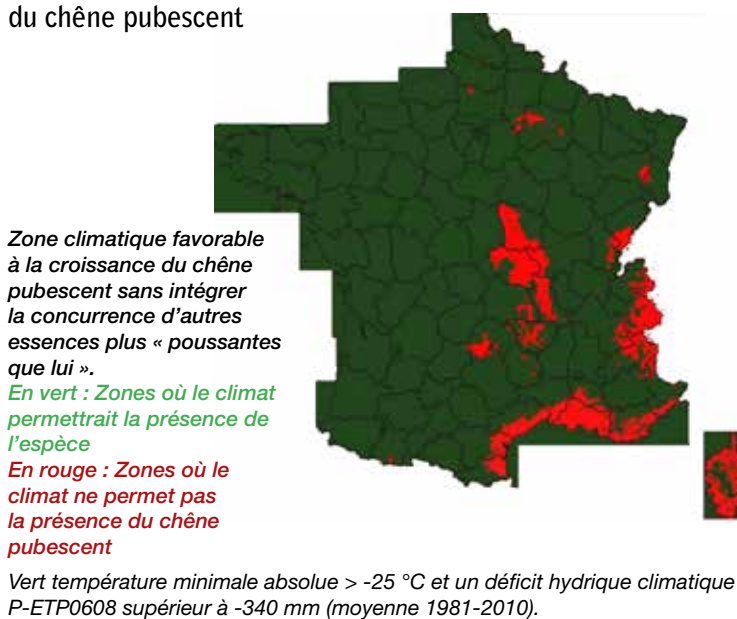
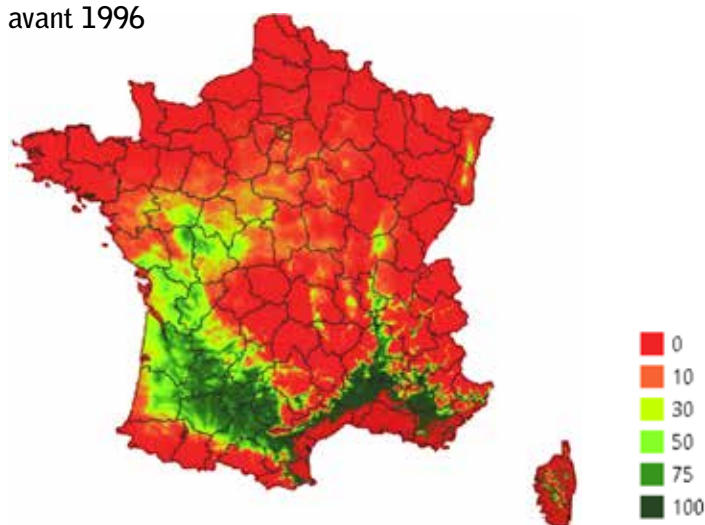
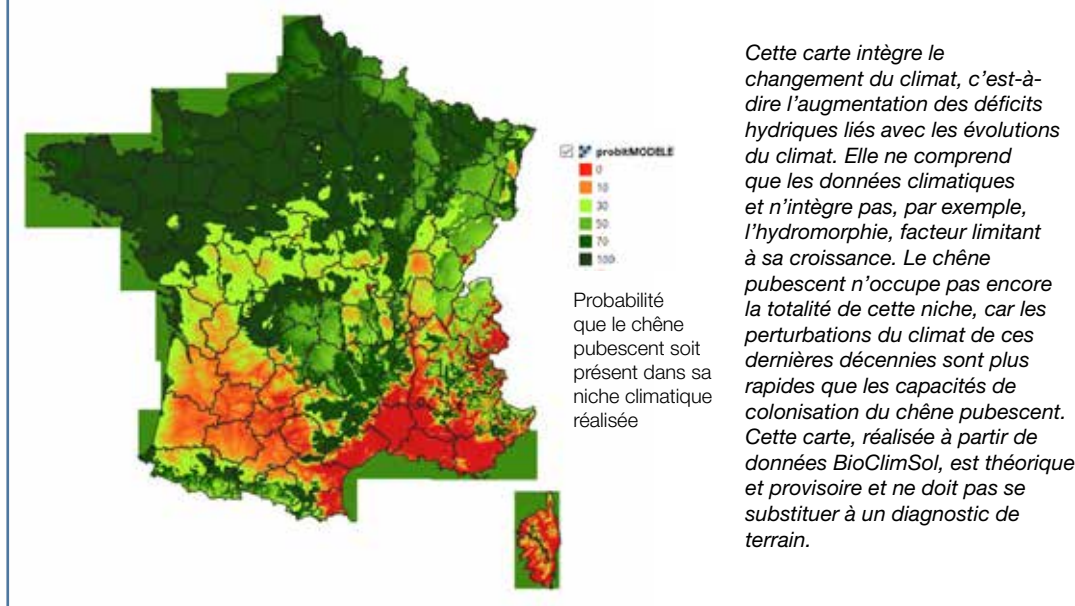


Figure 2 – Niche climatique réalisée du chêne pubescent avant 1996



Probabilité que le chêne pubescent soit dans sa niche climatique réalisée (en %).
Elle correspond ici aux conditions climatiques favorables au chêne pubescent, où il est assez « poussant » pour être présent dans l'étage dominant. Cette carte ne comprend que les données climatiques !

Figure 3 – Niche réalisée du chêne pubescent à + 2 °C (2045-2075 Scénario 8.5)



Dans le sud de la France, où les températures estivales sont comprises entre 25 °C et 28 °C et le bilan hydrique climatique estival n'excède pas - 340 mm ; il est présent à condition que le sol ne soit pas gorgé en eau.

La carte (Figure 3) modélise à + 2 °C la niche réalisée du chêne pubescent, ce qui correspond à un horizon 2045–2075 pour le scénario RCP8.5 du GIEC. Cette niche réalisée est théorique, car elle n'est que moyenne et ne prend pas en compte les nombreuses incertitudes des évolutions climatiques. Elle démontre que l'aire potentielle du chêne pubescent se déplace au nord et en altitude. Le chêne pubescent y deviendra plus compétitif vis-à-vis des chênes pédonculé et sessile, y compris sur des sols à meilleure réserve utile en eau. « Le chêne pubescent part à la conquête de la moitié nord de la France sans tambour ni trompette ... à l'image du conquérant silencieux qu'il est »⁷.

⁷ Bertrand R., Perez V., Gégout J.-C., 2012. Disregarding the edaphic dimension in species distribution models leads to the omission of crucial spatial information under climate change: the case of *Quercus pubescens* in France. *Global Change Biology*, 18, 8, 2648-2660. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02679.x>

⁸ L'hydromorphie est l'aspect que prennent certains horizons de sols sous l'action de processus d'oxydo-réduction. Classe 1 : aucune tache rouille, matrice non décolorée. 1 : matrice peu décolorée avec quelques taches rouilles 2 à 15 % 2 : matrice partiellement décolorée avec taches de réduction grises ou des taches rouille abondantes entre 15 et 40 % 3 : matrice quasi entièrement décolorée avec taches de réduction grises ou des taches rouille abondantes entre 40 et 90 % 4 : gley à couleur homogène bleuâtre à verdâtre.

Autres facteurs environnementaux limitant la présence et la production du chêne pubescent

Le chêne pubescent est présent sur une très large gamme de sols, de l'acide au calcaire. Il craint les sols engorgés en eau. Sa limite se situe vers les sols en classe 3 sur 4 du niveau d'hydromorphie dans les 50 premiers centimètres de sol⁸.

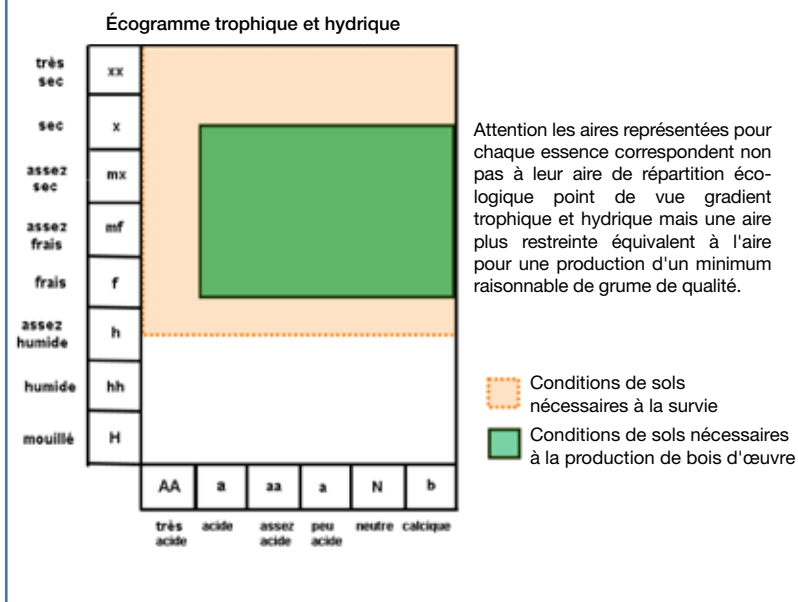
Pour la production de bois d'œuvre, il faut l'installer dans des sols de bonne qualité et ne pas le reléguer sur des stations à sol superficiel. Le potentiel de croissance du chêne pubescent se situe dans les stations propices à la croissance du chêne sessile ou pédonculé. Si le sol est trop superficiel (réservoir en eau utilisable (RU)⁹ inférieur à 70 mm), trop acide (pH eau) 4,2 ou trop gorgé en eau (Classe hydro > 3), il ne sera pas possible de produire du bois d'œuvre, même si le climat est favorable. L'inverse est également vrai : si le climat est défavorable à la croissance de l'essence, il sera très difficile, voire impossible de produire du bois de qualité, même si le sol est favorable à sa croissance. Les conditions climatiques doivent répondre aux critères de la clé liés à la figure 3.

Croissance comparée de chênes pubescents et pédonculés en zone ligérienne

Dans le cadre d'une étude menée par une étudiante en école d'ingénieur (Marie Harel, 2019 *Étude des potentialités de croissance du chêne pubescent dans le Nord de la France en contexte de changement climatique*), la

⁹ RU : le Réservoir en Eau Utilisable d'un sol (RU), souvent appelé « Réserve Utile », représente la quantité d'eau maximale que le sol peut contenir et restituer aux racines pour la vie végétale. La valeur du RU dépend de plusieurs caractéristiques du sol : la texture de la terre fine, la teneur en éléments grossiers et la profondeur du sol. Une RU inférieure à 70 mm d'après un sondage réalisé à la pioche et à la tarière et les coefficients de rétention de Jamagne. Pour en savoir + : Estimer le réservoir en eau des sols, Piedallu C., Pousse N., Bruand A., Fiquepron J. *Forêt-entreprise* n° 242, 2018.

Figure 4 - Écogramme trophique et hydrique favorables à la survie ou à la production de bois d'œuvre du chêne pubescent



est stratifiée en deux grandes classes climatiques, l'une favorable au pubescent (P-ETP < -190 mm), l'autre moins favorable (P-ETP > -190 mm) sur la base des limites de la niche climatique réalisée du pubescent.

Dans ces zones, à partir des données de l'inventaire de l'IGN et des peuplements remarquables visités lors de l'étude Conqueth, des peuplements adultes où les chênes pédonculé et pubescent sont mélangés sont ciblés.

Les chênes pubescent et pédonculé devaient être mélangés dans la même parcelle pour être soumis à des conditions stationnelles et de sylviculture identiques (système de couple). Les conditions de sol sont les plus favorables à la croissance du pubescent dans ces types de peuplements.

Une fois la parcelle sélectionnée avec l'appui du CRPF local, un stagiaire a prélevé des carottes à la tarière de Pressler, sur l'arbre moyen de l'étage dominant de chaque essence (pédonculé ou pubescent). Au total, une carotte a été prélevée par essence et par parcelle. Le nombre d'échantillons étant restreint, il convient d'analyser les résultats avec une certaine précaution.

Les carottes prélevées ont été poncées, radiographiées pour être ensuite mesurées avec le logiciel *Windrendo*, à l'INRAE d'Orléans.

Ainsi, 15 couples ont été mesurés. Le tableau 1 présente les caractéristiques moyennes des peuplements sondés.

¹⁰ Bouvier M., Drénou C., Lemaire J., 2013. Projet changement climatique chênaie atlantique, CNPF-IDF. *Les conséquences du changement climatique sur les chênaies en Midi-Pyrénées : comprendre, anticiper et s'adapter.*

croissance radiale du chêne pubescent est comparée à celle du chêne pédonculé pour étudier son potentiel de croissance dans le cadre du projet Conqueth.

L'étude a ciblé une zone où le chêne pubescent est en expansion, à savoir le Poitou-Charentes et le Centre-Val de Loire¹⁰.

Durant une première étape, la zone d'étude

Figure 5 – Localisation des peuplements mélangés pubescent/pédonculé échantillonnés en fonction des classes de P-ETP 0608 en régions Poitou-Charentes et Centre

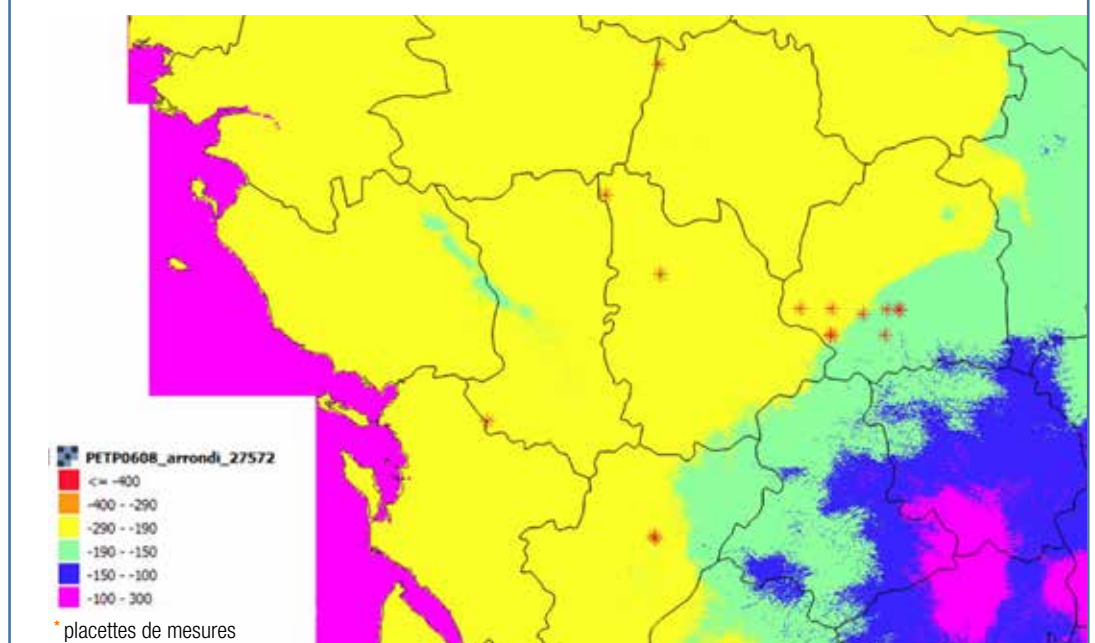


Tableau 1 – Caractéristiques dendrométriques moyennes des arbres échantillonnés

(valeur entre parenthèse = écart type)

	Circonférence (cm)	Âge	Hauteur	Accroissement radial sur le rayon (mm/an)
Pédonculé	115 (28)	97 (30)	22 (3,6)	1,19 (0,33)
Pubescent	127 (34)	126 (48)	21 (2,6)	1 (0,30)

Pour comparer la croissance radiale, il est préférable de comparer la croissance en section (surface terrière) de chaque cerne, afin de tenir compte des différences d'âges et de diamètres entre le pédonculé et le pubescent. Cette comparaison des mesures de croissance en section a permis de vérifier que :

- ➔ la croissance radiale du pédonculé est supérieure à celle du pubescent quand le climat est plus favorable (P-ETP68 > -190 mm) du point de vue hydrique ; C'est probablement la concurrence forte du pédonculé qui freine celle du pubescent.
- ➔ à l'inverse, la croissance du pubescent est supérieure à celle du pédonculé quand le déficit hydrique devient plus important (P-ETP68 < -190 mm).

C'est un bel exemple du concept de niche réalisée.

Ces comparaisons statistiques montrent que les différences observées sont significatives au seuil de 5 %. Nous rappelons toutefois la limite de notre échantillonnage qui mériterait d'être étoffé dans le futur.

Si, avec le changement climatique, ces tendances au déclin du pédonculé voire du sessile se confirment et que le pédonculé est remplacé par le pubescent, cela entraînerait une perte de croissance, estimée selon cette étude à 20 % environ en production en volume, à conditions de climat et de sol équivalents !

À la Conqueth de la moitié nord de la France

Lorsque le déficit hydrique n'est pas trop défavorable, le chêne pubescent est une essence moins « poussante » que le chêne pédonculé ou sessile. Cette limite climatique se situe vers un P-ETP0608 > -190 mm environ. Dans ces conditions climatiques, il est relégué à des sols superficiels où le déficit hydrique est marqué. Mais à mesure que le déficit hydrique climatique se creuse, le chêne pubescent présente une croissance égale voire supérieure au pédonculé et au sessile : il devient compétitif grâce à son caractère résistant à la sécheresse, que n'ont pas les chênes pédonculé et sessile. Dans un contexte de changement du climat, il ressort de cette étude que le pubescent va être de plus en plus favorisé dans la moitié nord de France. À l'inverse, il sera en difficulté dans la moitié sud. Il convient de favoriser cette expansion en proposant du matériel génétique de qualité pour produire du bois d'œuvre de qualité et de lui appliquer une sylviculture adaptée qui pourra être transformé par les scieries et les tonnelleres. ■

En savoir +

Fiche d'autécologie du chêne pubescent : https://www.cnpf.fr/data/2021_03_24_conqueth_autecologie.pdf

À retenir

Le projet Conqueth précise les niches climatiques du chêne pubescent. Dans les stations propices à la croissance du chêne sessile ou pédonculé, il est plus résistant aux sécheresses, et intolérant à une température minimale inférieure à -22 °C. Une étude comparative en régions Poitou-Charentes et Centre-Val de Loire, montre que lorsque le déficit hydrique climatique s'accroît, la croissance du chêne pubescent est égale voire supérieure à celle du pédonculé et du sessile.

Mots-clés : chêne pubescent, niche climatique, croissance radiale, rapport Conqueth.

Mise au point d'une table de séchage spécifique pour le chêne pubescent

Par Loïc Brancheriau, Cirad, UR BioWooEB, Sabine Girard CNPF-IDF

Le bois de chêne pubescent présente-t-il des caractéristiques technologiques semblables à celles des chênes pédonculé et sessile ? Faut-il modifier les pratiques de séchage utilisées par les scieurs pour les deux autres espèces ? L'unité BioWooEB du Cirad¹ a établi une table de séchage adaptée au pubescent, dans le cadre du projet Conqueth.

¹ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

² Le projet « Chênaies atlantiques » s'est déroulé de 2009 à 2013 grâce à l'appui financier de l'État, de l'Europe et des régions. Il a impliqué les CRPF des régions Normandie, Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Centre, Aquitaine et Midi-Pyrénées ; l'Institut pour le développement forestier (IDF), le laboratoire DYNAFOR de l'INRA de Toulouse, l'INRA d'Orléans, le CIRAD de Montpellier, le Département de la santé des forêts, le GEIE FORESPIR, l'École supérieure du bois de Nantes, l'ONF, et AgroParisTech.

³ Fente, fissure de la surface vers l'intérieur qui se crée parallèlement au fil du bois (défaut de séchage) [1].

⁴ Effondrements cellulaires localisés (défaut de séchage) [1].

Différencier les qualités technologiques du bois des chênes sessile, pédonculé et pubescent est complexe, car elles résultent d'une multitude de facteurs et plus particulièrement de la sylviculture, du sol et du climat. Par ailleurs, elles sont très variables d'un arbre à l'autre, au point que deux individus d'une même espèce peuvent présenter des différences plus fortes que celles qui existent en moyenne entre deux espèces de chênes. Pour cette raison, les études récemment menées pour caractériser les qualités du bois du chêne pubescent² [3, 4, 5] se sont attachées à les comparer à celles d'individus d'une autre espèce (le pédonculé en général) ayant poussé dans les mêmes parcelles, c'est-à-dire avec des conditions stationnelles et un itinéraire sylvicole identiques *a priori*.

Le bois du chêne pubescent

Par rapport à ses deux cousins, le bois du chêne pubescent présente une proportion d'aubier supérieure [5]. Par ailleurs, au niveau microscopique, les vaisseaux de la zone poreuse (bois initial ou de printemps) sont plus nombreux chez le pédonculé que chez le pubescent. Ceci explique que le bois du chêne pubescent soit **notablement plus dense** (30 % plus lourd en moyenne), et **plus dur** (dureté supérieure de 60 % en moyenne) [5]. Il est aussi **plus riche en tannins** [4]. C'est un **bois nerveux** avec une tendance plus

forte au retrait volumique [3]. Ainsi, dans des conditions de séchage identiques préconisées pour le chêne [1], l'étude montre que le chêne pubescent nécessite un séchage plus long que le pédonculé et qu'il présente en sortie de séchoir un plus grand nombre de défauts (gerces³ et collapses⁴) [3].

Une table « Chênes » à adapter pour le pubescent

À la suite de cette première étude, la proposition était d'adapter la table de séchage testée en utilisant un air plus humide et une température de l'air plus faible en début de séchage. Cette nouvelle table de séchage, dénommée « Table CIRAD » est testée durant le projet Conqueth, et également comparée à la table Cathild® préconisée pour sécher les bois de chênes européens dans les séchoirs conventionnels fabriqués par l'entreprise éponyme.

Évaluation de la « table CIRAD » Sélection des arbres

En août 2018, vingt et un chênes pubescents ont été prélevés dans l'Eure (commune de Pacy-sur-Eure). Les arbres choisis étaient bien conformes et sans signe de dépérissement ou d'altération sur la bille de pied et la surbille. Leur diamètre à 1,3 m variait de 40 à 50 cm. Les deux tiers du volume estimé des arbres abattus étaient de qualité C, 13 % de qualité B et 20 % de qualité D [11]. Par ailleurs, la recherche de



Loïc Brancheriau © Cirad

Figure 1 – Pile dans le séchoir Cirad.

L'épaisseur des baguettes utilisées entre les planches de bois est de 30 mm, avec un écartement entre baguettes de 50 cm.

marqueurs génétiques⁵ a confirmé que tous les arbres étudiés appartenaient à l'espèce *Quercus pubescens* (Girard, comm.pers.).

Sciage et constitution de 3 lots différents

L'exploitation a été réalisée en janvier 2019, et le sciage en février 2019 à la scierie Bourdaud (Loire-Atlantique). L'épaisseur finale sciée était de 27 mm, en 2 m de longueur, avec un débit en plots. Deux ensembles ont été constitués après sciage :

- 14 m³ ont été séchés dans un des séchoirs industriels Cathild® de 30 m³ de la scierie Bourdaud avec des chênes pédonculé et sessile ;
- 6 m³ ont été envoyés à Montpellier au Cirad où les plots ont été répartis en 2 piles, l'une (lot 1, table CIRAD) a été séchée selon la table spécifique définie en 2013 (Tableau 1), l'autre, selon la table Cathild® (lot 2, table Cathild®). Les séchoirs utilisés étaient semi-industriels de 3 m³.

Conduite du séchage

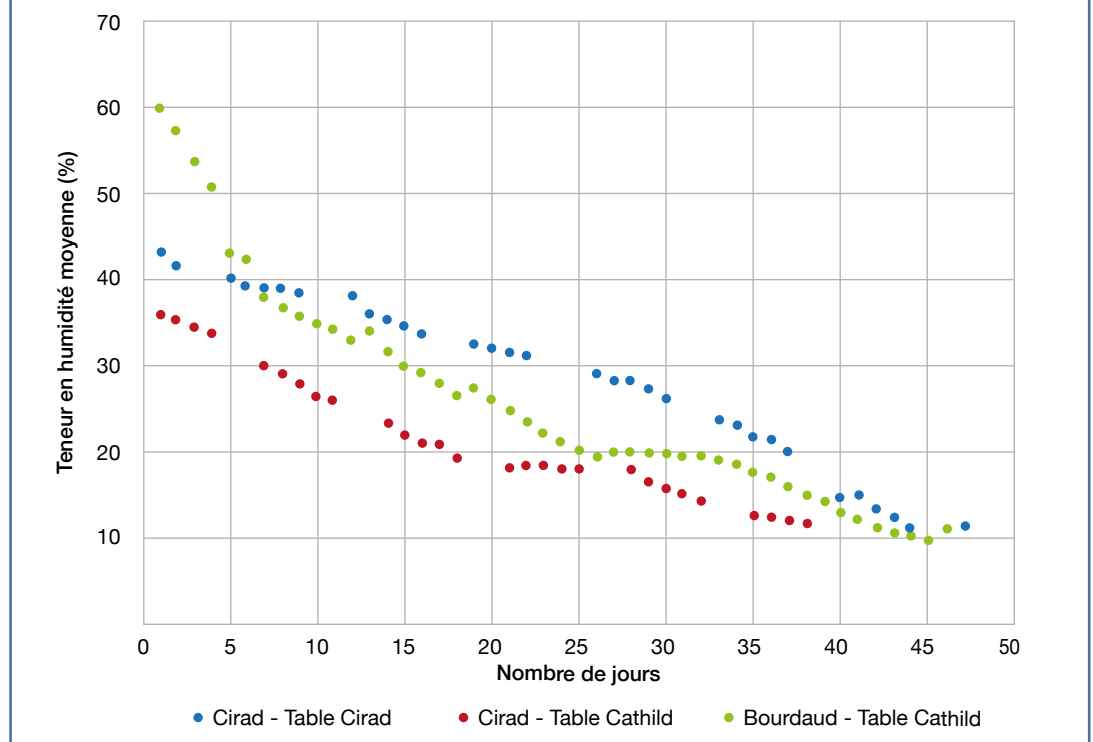
Le séchage est réalisé dans des séchoirs à air chaud climatisé. Le taux d'humidité cible est de 11 %. Au cours du processus, la température et l'humidité relative de l'air sont relevées. Le taux d'humidité du bois est contrôlé par des sondes résistives réparties dans les piles. La vitesse de l'air est constante à 2 m/s pour le séchoir du Cirad et variable avec une valeur

Tableau 1 – Table Cirad de séchage spécifique pour le chêne pubescent (Brancheriau, 2013)

H bois %	Ts °C	HR air %	H bois équilibre %	Gradient
Préchauffage	27	87		
vert	27	87	18.6	
35	30	82	16.3	
30	40	80	15.0	2.0
28	45	77	13.7	2.0
25	50	70	11.6	2.2
22	55	67	10.7	2.1
20	60	57	8.7	2.3
18	60	50	7.7	2.3
15	65	42	6.4	2.3
12	65	33	5.2	2.3
Équilibrage	40	65	11.0	

⁵ La méthode utilisée est décrite dans [7].

Figure 2 – Évolution de la teneur en humidité moyenne en fonction du nombre de jours de séchage



moyenne en phase de séchage de 2,3 m/s pour le séchoir de la scierie. La durée de préchauffage est de 12 h pour le séchoir du Cirad, et de 8 h pour le séchoir de la scierie.

Résultats

Humidité initiale et en fin de séchage

Les humidités initiales ont été déterminées à partir de la moyenne des valeurs relevées par les sondes de contrôle des séchoirs. L'humidité initiale du lot séché à la scierie Bourdaud était de 60 %. Les lots utilisés à Montpellier, en raison du transport et du stockage des sciages avant leur entrée dans les séchoirs, étaient plus secs. L'humidité initiale du lot 1 (table Cirad) était de 43 % contre 36 % pour le lot 2 (table Cathild®).

L'humidité cible était de 11 % pour des sciages en 27 mm. Les plateaux étudiés satisfaisaient les exigences normatives sur la qualité du séchage [11] avec des teneurs en humidité moyenne comprises entre 9,5 % et 12,5 % et un séchage homogène dans les piles (minimum de 93,5 % des pièces ayant entre 7,7 % et 14,3 % d'humidité).

Suivi du séchage

Les durées de séchage sont fonction de l'essence, de l'épaisseur des sciages, de l'humidité

initiale et des conditions de séchage utilisées (séchoir et table de séchage). Le séchage du lot 1 (table Cirad) a duré 47 jours au total, celui du lot 2 (table Cathild®) 38 jours et celui traité en scierie (table Cathild®), 46 jours.

L'évolution de l'humidité moyenne était similaire dans les deux séchoirs utilisant la même table Cathild® (Figure 2). Le séchage a été plus rapide pour cette table que pour celle mise au point par le Cirad (en raison des gradients de séchage utilisés). La différence entre les deux tables pour amener un lot de 43 % (humidité initiale du lot 1) à 11 % est de 5 jours. Elle est estimée à 7 jours pour une humidité initiale de 60 %.

Faible gradient d'humidité interne

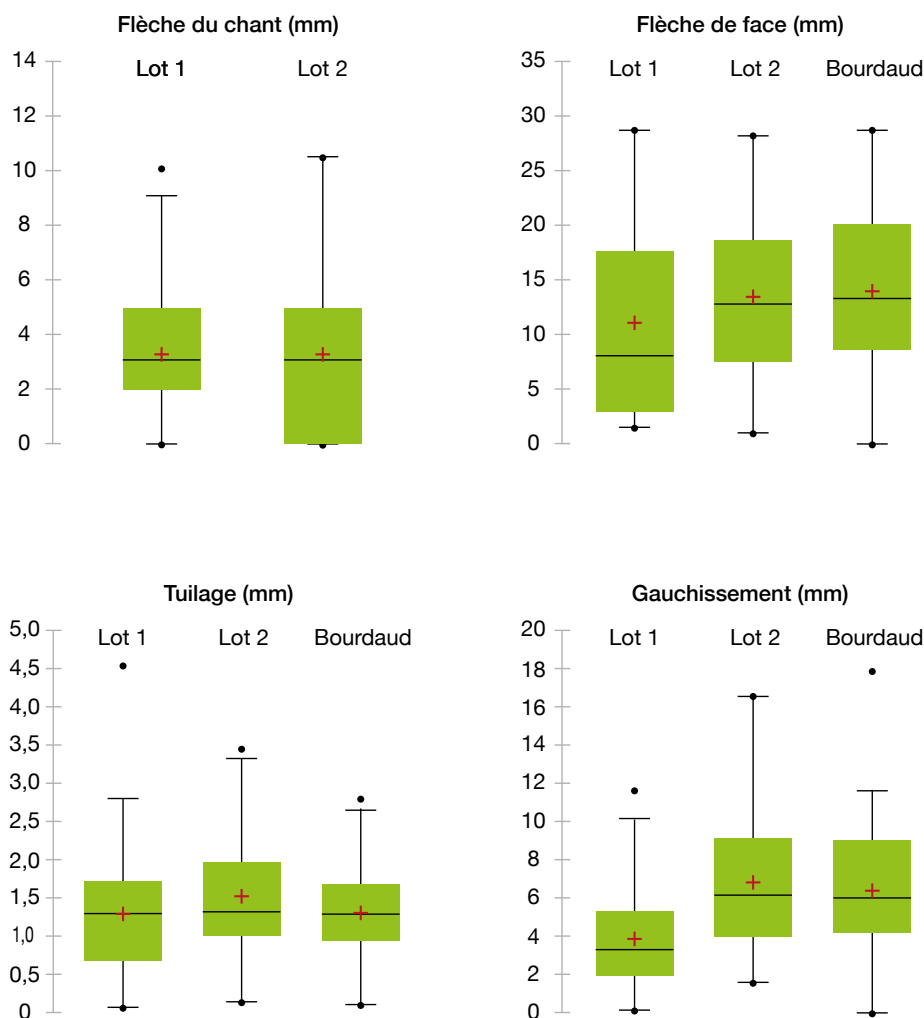
En fin de séchage, 10 échantillons ont été prélevés dans chaque lot séché au Cirad puis testés avec un humidimètre résistif dans l'épaisseur pour déterminer le gradient d'humidité interne. Les gradients moyens d'humidité internes étaient faibles (différence de 1 % environ), l'humidité était donc homogène dans l'épaisseur du bois en fin de séchage.

Détermination des retraits

Les retraits totaux, dans le sens radial et tangentiel, ont été déterminés sur 10 échantillons prélevés dans le duramen. Les valeurs

Figure 3 – Mesures de déformations selon les lots de séchage.

Les lots 1 & 2 ont été séchés au CIRAD à Montpellier, le lot 1 selon la table CIRAD, le lot 2 selon la table Cathild®, table également utilisée par la scierie Bourdaud. La mesure de flèche du chant n'a pas pu être réalisée en scierie pour des raisons logistiques. Résultats présentés sous forme de boxplot (médiane, quartiles, minimum, maximum). Les moyennes sont matérialisées par des croix rouges.



moyennes obtenues (retrait radial $R\% = 4,1$; retrait tangentiel $T\% = 8,2$; ratio d'anisotropie des retraits $T/R = 2,0$) sont en accord avec la littérature [2, 3, 13].

Déformations et présence de défauts

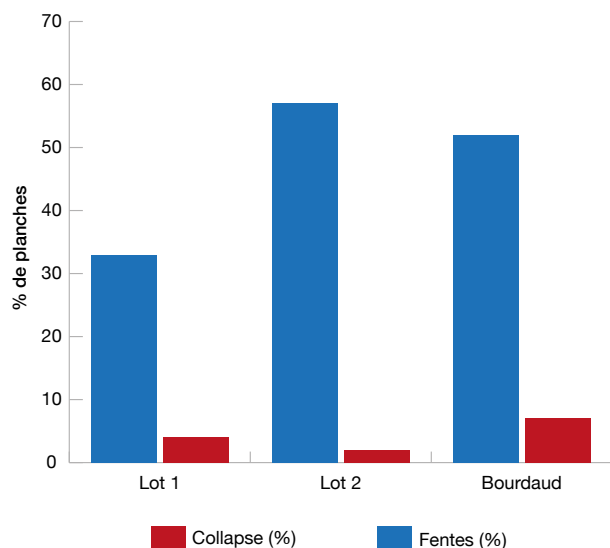
D'une manière générale, les déformations⁶ observées étaient équivalentes entre les lots soumis à la même table de séchage Cathild® (Figure 3). Elles l'étaient également entre les deux tables pour la flèche du chant et le tuilage, en revanche elles étaient inférieures pour la table Cirad concernant la flèche de face et le gauchissement. Les valeurs de déformations mesurées

sont cohérentes avec la bibliographie [1, 3].

Les proportions de plateaux contenant des fentes et du collapse sont présentées dans la figure 4. Le lot 1 (table Cirad) présente **moins de fentes** (33 %) que le lot 2 (57 %) et le lot de la scierie (52 %). Les plateaux avec du collapse sont équivalents en proportion selon les lots et très peu nombreux. Les plateaux collapsés comportaient des fentes internes difficilement visibles et ne dépassant pas quelques millimètres. Le bois était donc utilisable. Par ailleurs, il convient de noter que les proportions de plateaux avec défauts étaient inférieures à celles obtenues dans l'étude précédente [3].

⁶ Les déformations de séchage sont définies par la référence [1].

Figure 4 – Répartition des défauts de séchage (fentes et présence de collapse) selon les lots de séchage.



La table Cirad mieux adaptée

La présente étude établit que la table Cirad apparaît comme mieux adaptée au séchage du chêne pubescent, que la table Cathild® habituellement utilisée pour les chênes sessile et pédonculé. Elle limite l'apparition de déformations et défauts du bois de chêne pubescent, mais nécessite une plus longue durée de séchage. Il est important de préciser que cette table, adaptée au pubescent, est compatible avec le séchage des deux autres chênes. ■

En savoir⁺

Les rapports complets sont téléchargeables sur le site Agritrop du Cirad : <https://agritrop.cirad.fr>

Résumé

Vingt et un chênes pubescents, abattus dans l'Eure, ont été sciés en plots de 2 m et de 27 mm d'épaisseur. Une partie a été séchée à la scierie dans un séchoir industriel Cathild® de 30 m³. Une autre partie a été séparée en 2 lots de 3 m³ au Cirad ; le 1^{er} lot séché selon la table définie par le Cirad, l'autre lot, selon la table Cathild®. L'analyse du Cirad montre que les déformations et défauts sont moins importants avec leur table, mais que la durée de séchage augmente en contrepartie (5 à 7 jours supplémentaires dans l'étude). Néanmoins, cette table spécifique reste compatible avec le séchage des autres chênes.

Mots-clés : table de séchage, chêne pubescent

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les financeurs du projet Conqueth : le fonds stratégique de la forêt et du bois, et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Ils remercient également Bruno Gorree de la scierie Bourdaud ainsi que les personnels du Cirad ayant participé aux deux études en 2013 et 2020 : Daniel Guibal, Claude Daigremont, Sylvain Lotte, Patrick Langbour, Philippe Gallet, Laurent Martin et Sébastien Paradis.

Bibliographie

- [1] Aléon D., Chanrion P., Négrié G., Perez J., Snieg O., 1990. *Séchage du bois – Guide pratique*. CTBA.
- [2] Bolmont D., Fouchard M., 2010. *Le guide du bois et ses dérivés*. Afnor.
- [3] Brancheriau L., Daigremont C., Lotte S., Gallet P., Guibal D., Paradis S., 2013. *Comparaison du comportement au séchage entre chêne pubescent et chêne pédonculé*. Rapport technique. Projet « Chênaies atlantiques ».
- [4] Charpentier J.-P. & Ader A., 2011. *Analyse des tannins dans le bois du chêne pubescent ; Comparaison avec le chêne pédonculé*. <http://www.foretriveefrancaise.com/data/323804-8TANINPUBESCENT.pdf>
- [5] Dassonville V., Deltour O., Gilbert G. et Martin T., 2011. *Étude comparative des propriétés mécaniques de deux variétés de chêne, le chêne pédonculé et le chêne pubescent*. Rapport École Supérieure du Bois, 49 p.
- [6] Denig J., Wengert E.M., Simpson W.T., 2000. *Drying hardwood lumber*. Forest Products Laboratory (USDA).
- [7] Gérard J., Guibal D., Paradis S., Cerre J.-C., 2016. *Atlas des bois tropicaux*. Éditions Quae, 1000 p.
- [8] Girard S., 2021. *Comportement de différentes provenances de chêne pubescent dans des contextes climatiques contrastés. Comparaison avec le chêne sessile*. Rapport Conqueth Volet 4, Partie 1, 49 p.
- [9] Guyon A., Weben C., Lemaire J., Drénou C., 2013. Le programme « Chênaies atlantiques face au changement climatique : comprendre et agir. *Forêt-entreprise*, n°211 : 34-37.
- [10] Lemaire J., Maréchal N., 2011. Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques : comprendre et agir. *Forêt-entreprise*, n°198 : 48-50.
- [11] Norme NF EN 14298, 2017. *Bois scié. Estimation de la qualité du séchage*. Afnor.
- [12] Norme NF EN 1316-1, 2012. *Bois ronds feuillus. Classement qualitatif. Partie 1 : chêne et hêtre*. Afnor.
- [13] Tropix 7, 2015. Cirad. <https://doi.org/10.18167/74726F706978>

Expérimenter pour accompagner au mieux la conquête du chêne pubescent

Par Jérôme Rosa, CNPF-CRPF Île-de-France – Centre-Val de Loire et Sabine Girard, CNPF-IDF

L'absence de connaissances et de références sur le comportement du chêne pubescent en forêt dans la moitié nord du pays et sur la sylviculture à lui appliquer est un frein à son développement. Pour acquérir rapidement des informations à diffuser aux forestiers intéressés par cette espèce, il est indispensable de rassembler les différents organismes de R&D et structurer un réseau d'expérimentations.

Quelle sylviculture pour le chêne pubescent ?

La sylviculture que l'on applique à une essence est dépendante des objectifs assignés, et donc également de ses débouchés potentiels. Or, jusqu'à peu, les propriétés du bois du chêne pubescent avaient la réputation d'être bien inférieures à celles des chênes sessiles et pédonculés.

Les peuplements purs de chêne pubescent sont majoritairement traités en taillis simple ou en taillis avec réserves, dans la moitié nord de la France. Pour les peuplements, dans lesquels les chênes pédonculés ou sessiles sont en mélange avec le pubescent, deux cas se rencontrent : soit le gestionnaire n'avait pas repéré la présence du chêne pubescent et il lui a appliqué la même sylviculture qu'aux deux autres chênes ; soit il avait noté sa présence et a plutôt travaillé au profit des deux autres chênes.

L'héritage de cette méprise sur la qualité du bois¹ est que l'on a peu de références et donc de modèles sylvicoles pour le chêne pubescent. Pour ce qui est de l'installation de l'essence par plantation, là encore peu de références existent dans un contexte de production de bois d'œuvre (une forte proportion des plantations de chênes

pubescents concernait des haies, des truffières, ou des plantations paysagères).

Dans la région d'étude du projet Conqueth, les forestiers sont par contre coutumiers des différents itinéraires sylvicoles à objectif de production de bois d'œuvre des chênes sessiles et pédonculés. En l'absence de références solides, il est décidé de tester tout d'abord les itinéraires que l'on peut préconiser aux chênes (sessile notamment), et d'évaluer les réactions du chêne pubescent.

Expérimenter pour mieux connaître

Il est apparu important de rapidement structurer un réseau d'expérimentations², afin de cadrer les thématiques prioritaires, les protocoles de suivi, et les contextes pédo-climatiques à privilégier.

L'expansion de l'espèce dans la partie nord de son aire actuelle de répartition³, nous a incités à bâtir une stratégie de développement de l'espèce autour de deux axes :

- privilégier le chêne pubescent lorsqu'il est déjà présent, et sur des stations sur lesquelles il est *a priori* apte à produire du bois d'œuvre,

¹ Voir article *Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments*, p. 41 de ce dossier.

² Un groupe de travail multi-organismes a rapidement été mis en place. Il regroupait : Lucie Arnaudet (ONF R&D), Gilbert Douzon (ONF R&D), Marie-Cécile Deconninck (CNPF Bourgogne-Franche-Comté), Sabine Girard (CNPF-IDF), Noémi Havet (CNPF Hauts-de-France), Eric Hincelin (CNPF Normandie), Yves Lacouture (gestionnaire forestier professionnel), Jean Lemaire (CNPF-IDF), Esthelle Mercier (CNPF Nouvelle-Aquitaine), Jérôme Rosa (CNPF Île-de-France Centre-Val de Loire), Jean-Marie Righi (CNPF Nouvelle-Aquitaine) et Christian Weben (CNPF Pays de la Loire).

³ Voir article *Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile*, p. 22 de ce dossier.

- ▀ l'installer dans des contextes stationnels pour lesquels les chênes pédonculé et sessile sont ou seront en situation de vulnérabilité.

Peu d'essais déjà en place

Afin de vérifier l'adéquation entre ces besoins et la présence de sites expérimentaux pouvant fournir des données, un état des lieux des dispositifs existants est réalisé en juin 2018. Le service RDI⁴ de l'ONF ne disposait alors d'aucun dispositif dédié au chêne pubescent. La base « Ilex » du CNPF en recensait 20 : 14 sur le suivi du comportement du chêne pubescent **en plantations** (principalement en comparaison avec du chêne sessile) et 6 étaient installés dans de jeunes peuplements pour suivre l'impact d'opérations de détourage.

⁴ Recherche Développement Innovation

⁵ Intervention forte et généralement précoce réalisée par le haut au profit d'arbres d'avenir ou d'arbres objectifs, en vue d'assurer le développement de leur houppier. Généralement, cette opération conduit à enlever tous les arbres au contact du houppier de l'arbre favorisé. (in Gauberville C., Bastien Y. et al., 2011. *Vocabulaire forestier. Écologie, gestion et conservation des espaces boisés*. CNPF-IDF, AgroParisTech, 608 p.).

Prioriser les problématiques à étudier

Si de nombreuses questions sylvicoles ont été évoquées par le groupe de travail (Figure 1), deux problématiques sont vite apparues prioritaires sur la zone d'étude pour les chênes pubescents :

- ▀ la gestion des peuplements jeunes bois,
- ▀ leur installation par plantation.

Ces deux thématiques rejoignent donc logiquement celles des essais déjà installés, dont l'analyse a ensuite permis de proposer des protocoles adaptés aux principales interrogations, et aux moyens disponibles pour les mettre en œuvre.

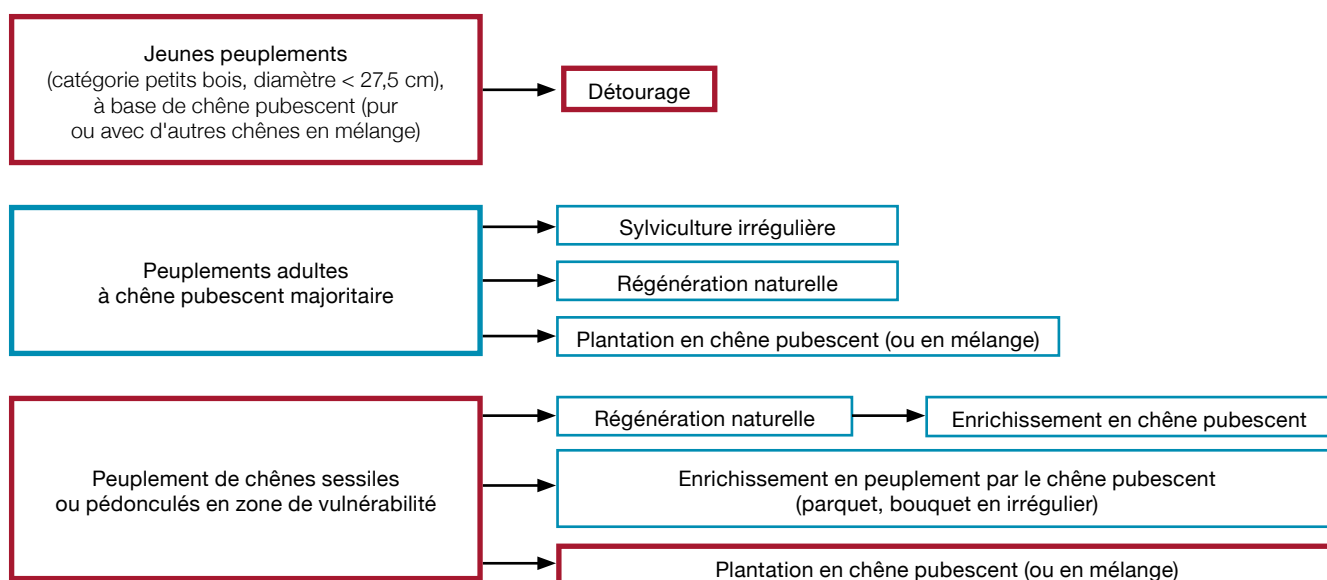
Organiser un réseau plurirégional et multi-organismes

En forêt, il est difficile pour un même expérimentateur, de reproduire un essai autant de fois qu'il serait nécessaire pour en valider les résultats. Il est possible de contourner cette difficulté en mutualisant les efforts dans le cadre d'un réseau d'essais. Ainsi, sont définies les bases d'un réseau d'essais regroupant des expérimentations et des sites référencés, installés et suivis selon des protocoles communs. Les dispositifs en question se répartiront au mieux selon un gradient climatique et pédologique. Il est décidé d'échantillonner particulièrement les stations favorables à la production forestière, afin de tester le pubescent dans de bonnes conditions de croissance.

Élaborer des protocoles communs Pour étudier les réactions au détourage dans de jeunes peuplements

L'objectif est de mieux connaître le comportement du chêne pubescent dans le jeune âge, en le traitant avec une sylviculture conseillée pour le chêne sessile. Parmi les méthodes de marquage d'éclaircie, la sélection d'arbres d'avenir suivie d'un **détourage**⁵ est apparue la plus adaptée, en particulier en peuplements mélangés avec plusieurs chênes. En effet, **l'un des enjeux pour accompagner la dynamique de colonisation du chêne pubescent est, après l'avoir repéré, de favoriser ses tiges lorsqu'elles ont un potentiel d'avenir.**

Figure 1 – Liste des différentes thématiques à étudier pour répondre aux questions sylvicoles que pose le développement du chêne pubescent dans la moitié nord du pays.



En rouge sont celles travaillées par le groupe de travail mis en place dans le cadre du projet Conqueth.

Jérôme Rosa © CNPF



Sur les bons terrains, repérer, désigner et détourner les chênes pubescents est un préalable indispensable dans un objectif de production de bois d'œuvre.

Jérôme Rosa © CNPF



Suivi de la croissance en hauteur d'un chêne pubescent après plantation dans le Loiret.

Les peuplements concernés sont à base de chêne pubescent (mêlé avec d'autres chênes ou pas), souvent issus de taillis ou taillis avec réserves, de diamètre < 27,5 cm (Photo 1). Les conditions pédo-climatiques et sylvoles doivent être satisfaisantes pour un objectif de production de bois d'œuvre de chêne pubescent.

La mise en œuvre de différents types d'expérimentations est proposée pour collecter rapidement et en nombre des informations et disposer de sites de démonstration à faire visiter aux gestionnaires, propriétaires et conseillers. Par exemple, dans un jeune peuplement de chêne pubescent pur ou en mélange avec d'autres chênes, une placette sera installée dans laquelle un détourage sera pratiqué, afin de suivre la réaction des arbres concernés en les mesurant régulièrement. Il est également possible d'installer deux placettes pour comparer des intensités de détourage différentes ou bien la réaction à une même intensité de détourage, de deux espèces différentes (pubescent /sessile ou pédonculé).

Le protocole complet, qui précise notamment le nombre d'arbres à mesurer et la caractérisation d'un détourage est disponible sur : www.cnpf.fr/data/protocole_detourage_conqueth.pdf

Pour étudier son comportement en plantation

Dans ce cas, l'objectif est de mieux connaître le comportement du chêne pubescent dans les premières années dans différents contextes

stationnels, et en particulier dans les zones où les chênes pédonculés voire sessiles sont vulnérables. Il s'agit de suivre des plantations en plein – pures ou mélangées – et de comparer des provenances, espèces, techniques de plantation...

Une placette de mesures pourra par exemple être installée dans une plantation pure de chêne pubescent réalisée dans une région où l'espèce n'était jusqu'alors pas connue. Il sera particulièrement intéressant d'installer des placettes de mesures dans des plantations où seront plantés à la fois du chêne sessile et du pubescent pour comparer leur comportement non seulement en termes de réaction à des aléas climatiques mais aussi de performances. Le cadre proposé, au cours du projet Conqueth, définit les informations à recueillir pour caractériser le site, les plants utilisés (type de plant, âge, provenance...), les modalités étudiées (densité, écartements, composition et motif d'un mélange...). Il fixe également le nombre minimum de plants à observer par modalité ainsi que les observations à effectuer (survie, état sanitaire, mesure de hauteur).

Le protocole complet est disponible sur : www.cnpf.fr/data/protocole_plantation_conqueth.pdf

En 2021, un réseau d'une cinquantaine de dispositifs

Grâce à l'intérêt porté par les forestiers à cette espèce et aux contacts établis au cours du programme, l'inventaire initial a été complété et de nouveaux dispositifs ont pu être installés.

Figure 2 – Localisation des sites expérimentaux recensés à la fin du projet Conqueth

Expé = expérimentation, c'est-à-dire comparaison d'au minimum 2 techniques ou essences en autant de placettes de mesures sur le même site

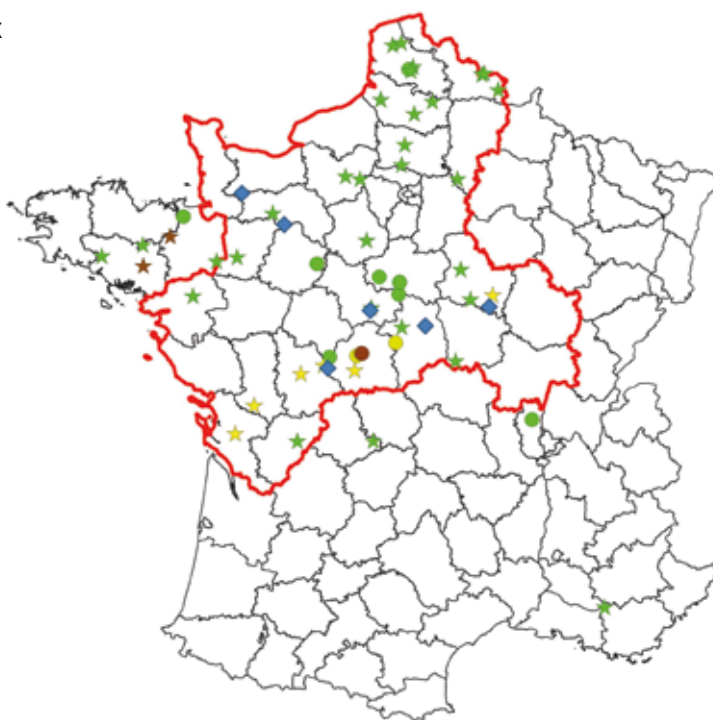
Référence = Suivi d'arbres au sein d'une seule placette, sans comparaison sur le même site

Quercetum = collections de différentes espèces, seuls les sites CNPF sont signalés ici mais d'autres existent en forêts publiques

Marteloscope = peuplement à vocation pédagogique pour former à la reconnaissance des chênes (pubescent, pédonculé et sessile) et réaliser des exercices de martelage

Signalement = peuplement remarquable ou plantation de chêne pubescent, sans prise de mesure

- ★ Expé détourage
- ★ Expé Plantation
- ★ Quercetum
- Référence détourage
- Référence plantation
- marteloscope
- ◆ Signalements en chêne pubescent



Ainsi, à la clôture du projet, près d'une cinquantaine de dispositifs était recensée dont une dizaine sur le détourage (Figure 2).

Il convient désormais de poursuivre cette dynamique. Cela suppose notamment de maintenir des réunions d'échanges entre les membres du groupe constitué à l'occasion de ce projet – ce qui facilitera les transferts d'informations – et d'analyser globalement les résultats qui seront obtenus dans les dispositifs. Un élément important est l'inventaire des dispositifs installés en forêt publique, l'ONF n'ayant identifié qu'un seul dispositif dans les bases de données consultées pour Conqueth, alors que de nombreux dispositifs sont mis en place depuis avec du pubescent dans de nombreuses régions (îlots d'avenir notamment). À terme, pour avancer dans la connaissance du comportement du chêne pubescent, il faudra parvenir à ce que l'ensemble des informations recueillies soient accessibles à tous les organismes de Recherche et Développement intéressés.

D'autres thématiques à explorer

Mis à part les questions liées à la plantation et au détourage, d'autres sujets interpellent les forestiers. Ainsi, dans les zones où il est déjà implanté, le renouvellement naturel pose question. Il est nécessaire de l'expérimenter et de mettre au point des itinéraires sylvicoles de régénération naturelle, que ce soit en futaie régulière ou en futaie irrégulière. Par ailleurs, les méthodes mixtes, combinant régénération naturelle et plantation, intéressent de nombreux gestionnaires, notamment dans le domaine de la chênaie sessiliflore, dans laquelle l'introduction progressive du chêne pubescent serait à tester.

La plantation de chêne pubescent en enrichissement d'une chênaie dépérissante pose également les questions du schéma de plantation (dans des trouées, en îlots, en bandes...) et surtout des modalités d'entretien.

Ce travail soulève de nombreuses questions, pour que la sylviculture du chêne pubescent soit mise à nu (ou à poil). ■

Résumé

Le projet Conqueth met en œuvre un réseau plurirégional et multi-organismes de dispositifs expérimentaux, installés *in situ*. L'objectif est de mieux connaître le comportement du chêne pubescent dans la moitié nord du pays, en lien avec les conditions stationnelles et la sylviculture appliquée. Deux thèmes sont prioritaires : les réactions de jeunes chênes pubescents au détourage et le comportement de l'espèce en plantation dans les zones où les chênes pédonculés voire sessiles sont vulnérables. Des protocoles élaborés sont déjà mis en œuvre dans un certain nombre de régions par les partenaires.

Mots-clés : chêne pubescent, expérimentation, réseau plurirégional et multi-organismes, éclaircie.

Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments

Par Sabine Girard, CNPF-IDF

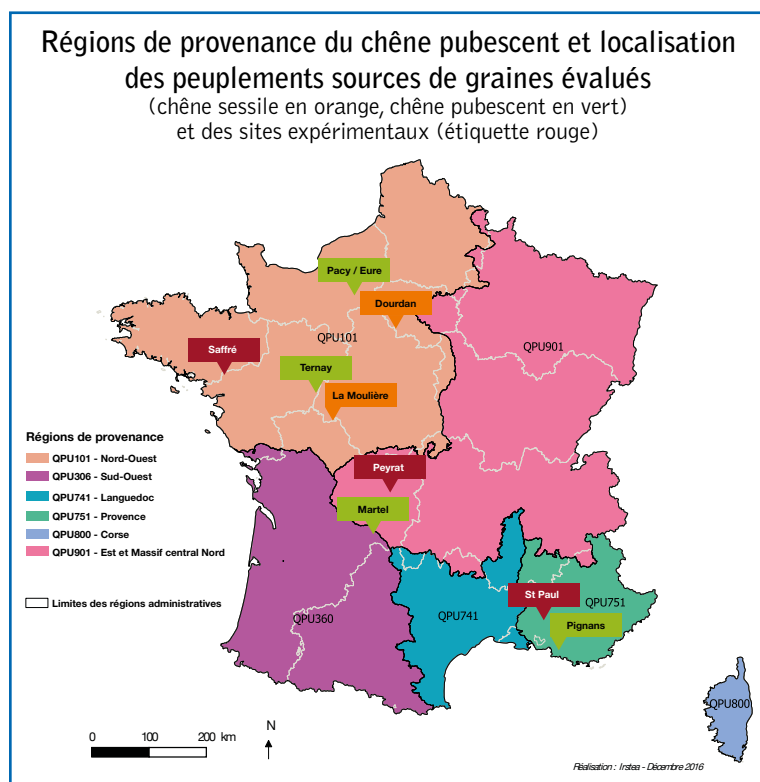
Pour répondre à l'évolution du climat, la plantation de chêne pubescent pourrait se développer dans la moitié nord du pays. Quelle provenance y installer ? Premières réponses à partir de 3 dispositifs comparatifs de provenances.

Jusqu'à très récemment, les plantations de chênes pubescents étaient très rares en France. Réalisées essentiellement dans la moitié sud, elles utilisaient des glands récoltés dans l'une des 3 régions de provenance méridionales sur des peuplements n'ayant fait l'objet d'aucune sélection (catégorie réglementaire « identifiée » sous étiquette jaune). Aucune récolte de graines originaires de la moitié nord du pays n'avait été faite. Grâce aux prospections engagées à partir de 2013 en Poitou-Charentes et Normandie¹, des peuplements d'une certaine qualité ont été identifiés dans la région de provenance « QPU 101 Nord-Ouest » et les premières graines y ont été récoltées à l'automne 2014. Mais ces peuplements « nordiques » à proximité desquels – voire à l'intérieur desquels – des chênes pédonculés et sessiles sont présents, peuvent-ils être considérés comme des sources de graines valables ? Leurs descendants ne sont-ils pas des hybrides ? Comment se comportent-ils comparativement aux provenances de la moitié sud ? Et aux chênes sessiles de la même région ?

Grâce au programme Conqueth, trois dispositifs expérimentaux mis en place en 2017 dans des conditions climatiques contrastées ont été analysés et ont permis d'apporter des premiers éléments de réponse.

Premiers résultats de 3 jeunes dispositifs comparatifs

Les 3 dispositifs comparent le comportement et la croissance de 4 provenances de chêne

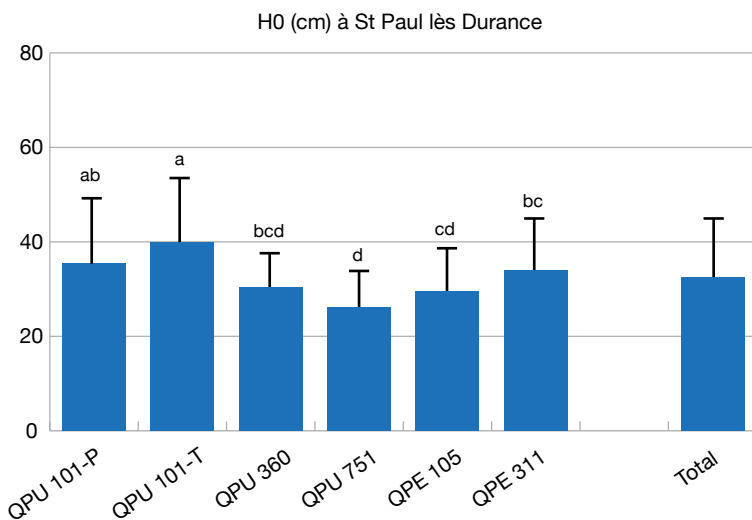


pubescent récoltées dans le Lot (Martel, QPU360 Sud-Ouest), le Var (Pignans, QPU 751 Provence), la Vienne (Ternay, QPU 101, Nord-Ouest) et l'Eure (Pacy, QPU 101, Nord-Ouest) et 2 provenances de chêne sessile issues des peuplements sélectionnés les plus proches géographiquement des peuplements de pubescent « nordistes » : Dourdan (Essonne, QPE 105 Sud Bassin parisien) et Moulière (Vienne, QPE 311 Charentes-Poitou).

Les plants, issus de glands récoltés en 2014,

¹ « Étude pour le maintien de la biodiversité des écosystèmes à base de chêne dans le contexte du réchauffement climatique », programme financé par la fondation LISEA Biodiversité de 2014 à 2015 et coordonné par le CRPF Poitou-Charentes et le travail mené par le CRPF Normandie depuis 2013, notamment dans le cadre du Plan Climat-Énergie du Conseil Général de l'Eure.

Figure 1 – Hauteur initiale moyenne (H0 et écart type) des plants du dispositif de Saint-Paul-lès-Durance



Les moyennes sont calculées sur un échantillon de 60 individus. Les barres surmontées de lettre(s) identique(s) indiquent que les provenances considérées ont des hauteurs initiales identiques statistiquement (ANOVA et tests post Hoc).

ont été élevés en 2 ans en pleine terre (2-0) à la pépinière du Pôle national des ressources génétiques forestières de Guéméné-Penfao, puis plantés en mars 2017 selon le même schéma (3 blocs x 6 provenances x 20 plants) sur 3 sites différents : en climat méditerranéen à Saint-Paul-lès-Durance dans les Bouches-du-Rhône, en conditions plus continentales à Peyrat-le-Château en Haute-Vienne et en climat plus océanique à Saffré en Loire-Atlantique.

À la plantation, les plants mesuraient en moyenne 32 cm ; toutefois, malgré des conditions d'élevage identiques, des différences existaient entre provenances (Figure 1) : ceux de la provenance Pignans (QPU751) étaient les plus petits (26 cm en moyenne) et les pubescents « nordiques » les plus grands (37 cm en moyenne).

Les descendants des 2 peuplements « nordiques » sont des chênes pubescents

Les observations réalisées en pépinière et après plantation ont montré que la quasi-totalité des plants des provenances « nordiques » de Ternay et Pacy (QPU101) présentaient des caractères morphologiques typiques du chêne pubescent, à savoir de la pubescence sur la face inférieure des feuilles et sur les jeunes rameaux et des lobes foliaires terminés en pointes.

La recherche de marqueurs génétiques sur une partie des descendants de ces peuplements



Sabine Girard © CNPF

Semis de chêne pubescent âgé de 2 ans en pépinière. Noter le découpage des lobes foliaires en lobules et leur terminaison en pointe.

a permis d'établir que 97 % des plants de la provenance Pacy appartenaient à l'espèce *Q. pubescens* et 93 % dans le cas de la provenance Ternay. Concernant les peuplements sélectionnés de sessile, la proportion de plants attribués à l'espèce *Q. petraea* était de 93 % pour QPE311- Moulière et de 80 % pour QPE105-Dourdan.

Des taux de mortalité variables selon les sites

Trois ans après plantation, la survie des plants n'est que de 47 % sur le site le plus chaud à Saint-Paul-lès-Durance, de 82 % en Loire-Atlantique et de 100 % à Peyrat-le-Château, site le plus frais (Tableau 1). Lorsqu'elle existe, la mortalité a concerné toutes les provenances dans les mêmes proportions. On a donc un effet site mais pas d'effet provenance.

Bonne croissance des pubescents « nordiques » dans les trois sites...

Trois ans après plantation, les plants des dispositifs de Saffré et Peyrat atteignent des hauteurs moyennes de 70 cm. En revanche, ceux installés à Saint-Paul-lès-Durance sont en moyenne plus petits de 30 cm (Figure 2). Ainsi, les plants des peuplements de Pacy et de Ternay (QPU101-Nord-Ouest) sont toujours les plus hauts et ceux de Pignans (QPU751),

Tableau 1 – Caractérisation climatique des 3 sites et taux de survie observé après 3 ans

		87 Peyrat	44 Saffré	13 St Paul
Moyennes sur la période 1981/2010 *	Altitude	576 m	28 m	283 m
	Température annuelle moyenne	10,7 °C	12,1 °C	13,1 °C
	Moyennes des températures maximales de juin à août	23,7 °C	24,7 °C	30,5 °C
	Moyennes des températures minimales de janvier	0,1 °C	2,6 °C	-1,9 °C
	Précipitations annuelles	1 260 mm	746 mm	620 mm
	Précipitations d'avril à octobre	716 mm	426 mm	381 mm
	Déficit hydrique climatique de mars à octobre	70 mm	-211 mm	-378 mm
	Déficit hydrique climatique de juin à août	-95 mm	-224 mm	-321 mm
Indice de vigilance climatique BioClimSol® pour le chêne pubescent		1	3	9
Indice de vigilance climatique BioClimSol® pour le chêne sessile		0	4	10
Taux de survie globale sur le dispositif, trois ans après plantation (%)		100	82	47

* Données issues du modèle NORCLIS intégré à l'application BioClimSol®

toujours les plus petits. L'écart entre ces deux provenances est le plus marqué sur le site le plus chaud (Figure 2).

En plus des hauteurs initiales différentes, les écarts observés peuvent aussi être liés à la qualité génétique du matériel. Précisons que les provenances « nordiques » de chêne pubescent sont issues de peuplements répondant à un cahier des charges prenant en compte la qualité phénotypique² des arbres constituant le peuplement, ce qui n'est pas le cas des autres provenances et en particulier de QPU751.

...équivalente à celle des sessiles de la même région

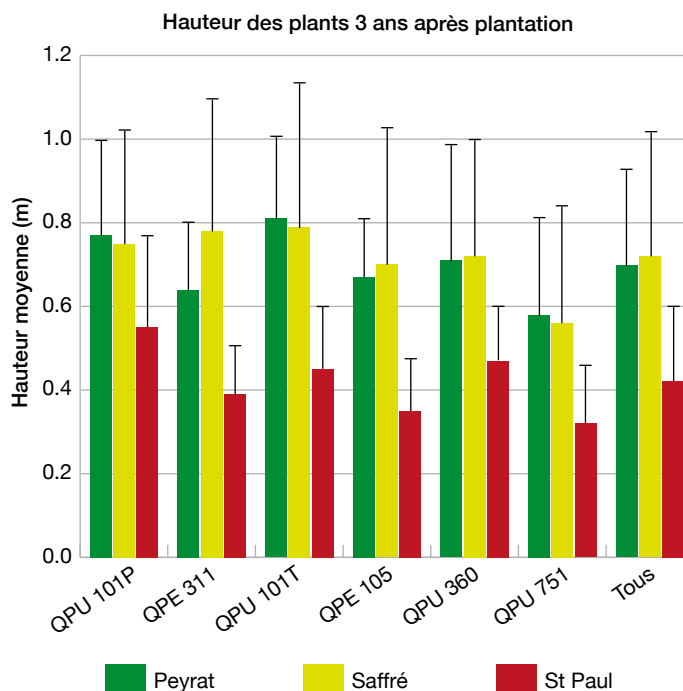
Dans tous les sites, les chênes pubescents originaires de Pacy et Ternay (QPU101) sont aussi grands (voire plus à Peyrat) que les chênes sessiles issus de peuplements sélectionnés (étiquette verte) récoltés dans la même zone géographique (Figure 2). Même s'ils ont pu être avantagés par une hauteur à la plantation légèrement plus grande, les chênes pubescents de ces provenances ont pour le moment des niveaux de croissance très proches de ceux des sessiles de leur région.

D'autres tests à analyser et à installer

Les 3 plantations comparatives présentées sont les premiers dispositifs expérimentaux

Figure 2 – Hauteurs moyennes des différentes provenances sur les 3 sites, 3 ans après plantation.

Les barres correspondent aux écarts type des moyennes



² Désigne l'ensemble des caractères morphologiques, anatomiques et physiologiques d'un organisme, résultat de l'expression de son génome et de l'action des facteurs du milieu (in : *Vocabulaire forestier*, Y. Bastien, C. Gauberville et al., 2011. CNPF-IDF, 608 p.)

Figure 3 – Groupes de provenances homogènes pour la hauteur à 3 ans sur les 3 sites

	Groupes homogènes selon les tests HSD de Tuckey					
	QPE105	QPE311	QPU101P	QPU101T	QPU360	QPU751
87 Peyrat	c	bc	a	a	ab	c
44 Saffré	ab	ab	a	a	ab	c
13 St Paul	cd	bcd	a	abc	ab	d

Pour un site donné : les provenances en bleu atteignent les hauteurs moyennes les plus grandes tandis que les provenances grisées, les hauteurs les plus faibles.

installés pour comparer plusieurs provenances de chêne pubescent dans la moitié nord du pays. Depuis 2017, d'autres plantations comparant des provenances de chêne pubescent (dont certaines déjà présentes dans les dispositifs décrits dans cet article) et différentes provenances de chêne sessile ont été réalisées. Recensées dans le cadre de Conqueth, elles feront l'objet d'une analyse en réseau et d'un prochain article.

Par ailleurs, Conqueth a permis de sélectionner de nouveaux peuplements porte-graines « nordiques » dans les différentes régions impliquées. Certains d'entre eux ont fait l'objet d'une première récolte de glands en 2020, ce qui a permis d'installer une nouvelle série de dispositifs comparatifs durant l'hiver 2021-2022. ■

Remerciements

L'auteure remercie le ministère de l'Agriculture pour le financement de cette étude et les personnes ayant participé à ce travail :

Sur le terrain : P. Brahic, J. Reilhan, B. Chareillat, S. Guérinet, C. Morton, N. Vergne, O. Forestier, J.-P. Huvelin, M. Rondouin, A. Gouche (PNRGF-ONF) et C. Vidal et H. Kebli (IDF).
Au laboratoire (ONF) : B. Le Guéroué et B. Musch.

Résumé

En 2017, trois tests de provenances ont été installés sur un gradient climatique pour comparer le comportement et la croissance de 4 provenances de chêne pubescent avec deux récoltées dans la moitié sud, dans le Var et le Lot et deux autres dans le nord-ouest, dans l'Eure et la Vienne ; et 2 provenances de chêne sessile. Trois ans après plantation, la mortalité varie selon les sites de 0 à 53 %. Concernant les chênes pubescents, quel que soit le site considéré, les plants des provenances du nord-ouest sont toujours les plus grands, et les provençaux les plus petits. Les écarts observés peuvent être liés à des différences de hauteurs initiales, et également à la qualité génétique du matériel ; les provenances de la moitié nord ayant été récoltées dans des peuplements retenus en raison de la qualité phénotypique des arbres, ce qui n'est pas le cas des autres provenances. Les analyses génétiques ont montré que les hybrides de chênes étaient très peu présents dans les descendants des peuplements nordiques de chêne pubescent (< 10 %) et que cette proportion était équivalente à celle trouvée chez les descendants des deux peuplements sélectionnés de chêne sessile.

Mots-clés : chêne pubescent, provenances, qualité des plants, croissance, mortalité.

Communiquer sur le chêne pubescent, un des objectifs du programme Conqueth

Christian Weben et Carole Le Néna CNPF-CRPF Bretagne-Pays de la Loire,
Sabine Girard CNPF-IDF

Pour être efficace, la communication autour du chêne pubescent et des acquis du programme Conqueth doit s'inscrire dans la durée et être accessible à tous les publics concernés : propriétaires, gestionnaires, conseillers forestiers, scieurs... Voici une présentation des différents outils élaborés dans cet objectif.

Dans le cadre de Conqueth, la stratégie de communication et de diffusion s'est construite autour de la création de différents types d'outils pédagogiques facilement diffusables au plus grand nombre : un site atelier, des fiches didactiques, des vidéos pédagogiques, une page dédiée sur le site du CNPF.

Un site atelier, lieu d'échange et de formation

Dans un taillis de chênes avec des réserves à dominance de chêne pubescent, un site atelier a été installé en forêt privée dans l'Indre. Outre la possibilité de travailler sur différentes options sylvicoles et sur leurs conséquences en termes de prélèvements et d'espèces (aspect marteloscope), le site permet de former à la reconnaissance des différentes espèces de chênes puisque pubescent, pédonculé et, dans une moindre mesure, sessile cohabitent. De plus, comme chaque individu de la parcelle de plus de 40 cm de diamètre a fait l'objet d'analyses génétiques dans le cadre de Conqueth, tous ont été rattachés sans doute possible à une espèce ou, pour seulement quelques individus, à une combinaison hybride. À notre connaissance, il s'agit du seul exemple en France d'un peuplement mélangé de chênes dont l'identité des individus est connue avec une telle précision. Pour cette raison, le site est particulièrement intéressant pour étudier les spécificités morphologiques des trois chênes.



Sabine Girard © CNPF

Échanges autour de l'arbre n° 90 du site atelier de St-Lactencin (36) : chêne pubescent de 74 cm de diamètre, avec une bille courte avec 4 m de belle qualité (qualité B).

Depuis sa mise en place en 2019, le site a accueilli plus d'une dizaine de réunions techniques et de formations.

Des fiches synthétiques, pour animer les réunions de vulgarisation forestière

Des fiches synthétiques sont rédigées sur 4 thèmes différents : reconnaissance des espèces, autécologie, dynamique sylvicole et qualité du bois ; en tenant compte des résultats de Conqueth. Elles ont pour vocation

Figure 1 – Les 4 fiches synthétiques² produites dans le cadre de Conqueth



² Accessibles en ligne, sur ce lien : <https://l.ead.me/bciZKV>

d'apporter un résumé des principaux acquis de l'étude et orienter vers des ressources permettant d'approfondir le sujet. Disponibles sur les sites du CNPF, elles sont téléchargeables et diffusables librement.

Des vidéos, pour toucher un large public

Six vidéos de 4 à 8 minutes sont réalisées et mises en ligne sur la chaîne YouTube du CNPF (Photos 2 et 3). Ces vidéos, accessibles via n'importe quel moteur de recherche, veulent illustrer les enjeux liés à l'intérêt du chêne pubescent pour l'adaptation des chênaies au changement climatique. Elles complètent les fiches synthétiques et résument les objectifs et les résultats obtenus. C'est aussi l'occasion de donner un visage à une grande partie des acteurs de cette étude.

Tournage à la pépinière de Guémené-Penfao d'une partie du film « Planter du chêne pubescent : une des solutions pour adapter les chênaies au changement climatique »



Une page internet dédiée³, point central de diffusion

Dès le début du projet, une page dédiée à Conqueth est créée sur le site internet du CNPF (cf. QR Code ci-contre). Accessible à tous, elle diffuse les résultats au fur et à mesure de l'avancée des études et centralise les comptes rendus des différentes réunions liées au programme. Aujourd'hui, l'ensemble des ressources documentaires produites y sont hébergées : fiches synthétiques, vidéos, différents articles sur le chêne pubescent publiés dans les revues régionales du CNPF et bien entendu les rapports finaux des différentes actions menées.



À noter que ces documents sont également accessibles via les sites internet régionaux des CRPF impliqués, qui renvoient vers la page nationale avec parfois une contextualisation régionale sur les actions menées dans la région en question. Les CRPF ont largement participé à la diffusion d'informations aux propriétaires forestiers et aux différents professionnels de leur territoire par l'intermédiaire de leurs journaux papiers et électroniques et également, lors de réunions techniques régionales ou départementales et, notamment, les journées d'échanges techniques interrégionales (JETI) du CNPF en 2019 sur le thème des chênes méditerranéens. ■

À noter que ces documents sont également accessibles via les sites internet régionaux des CRPF impliqués, qui renvoient vers la page nationale avec parfois une contextualisation régionale sur les actions menées dans la région en question. Les CRPF ont largement participé à la diffusion d'informations aux propriétaires forestiers et aux différents professionnels de leur territoire par l'intermédiaire de leurs journaux papiers et électroniques et également, lors de réunions techniques régionales ou départementales et, notamment, les journées d'échanges techniques interrégionales (JETI) du CNPF en 2019 sur le thème des chênes méditerranéens. ■

³ La page internet : <https://l.ead.me/bciZKV>



Les 6 films réalisés sur le chêne pubescent dans le cadre de Conqueth sont accessibles à tous sur la chaîne YouTube du CNPF. Playlist avec les 6 vidéos, disponible sur ce lien : <https://bit.ly/3h2sk2R>

Le chêne pubescent : une des solutions d'adaptation au changement climatique pour les chênaies de la moitié nord de la France

Par Sabine Girard CNPF-IDF et Christian Weben, CNPF-CRPF Pays de la Loire

L'hypothèse de travail du programme Conqueth était que le développement du chêne pubescent dans la moitié nord du pays représentait une des solutions pour adapter les chênaies aux changements climatiques. Les travaux menés l'ont-ils confirmée ? Quelles actions entreprendre pour aller plus loin ?

Depuis déjà plusieurs années, le chêne pubescent apparaît comme une espèce de diversification intéressante face aux dépérissements observés dans un certain nombre de chênaies de la moitié nord du pays. Son caractère thermophile, sa proximité phylogénique avec les chênes sessile et pédonculé et le fait qu'elle soit déjà présente, seule ou en mélange avec les autres chênes sont des atouts indéniables. Son développement, notamment par plantations, devrait donc a priori être accepté par les autres usagers des milieux forestiers de plaine. Bien que ce dossier synthétise une grande partie des résultats obtenus dans le cadre du programme Conqueth, tous n'ont pu être présentés (les lecteurs intéressés pourront lire l'ensemble des rapports sur internet). Tous convergent pour souligner l'intérêt de développer le chêne pubescent dans la moitié nord du pays sur les sols qui lui conviennent.



Un chêne thermophile relativement résistant au froid

Les travaux menés par J. Lemaire dans Conqueth établissent qu'en France, les climats favorables aux chênes pédonculé et sessile se caractérisent par un déficit hydrique climatique supérieur à - 240 mm durant l'été, sans excès de chaleur trop marqués durant cette même période. Dans de telles conditions, le pubescent est souvent relégué sur des sols superficiels sur lesquels ses deux cousins survivent plus difficilement. Mais, lorsque le déficit hydrique s'accroît, la croissance des chênes pédonculé et sessile se réduit, leur état sanitaire se dégrade et de la mortalité apparaît ; le pubescent peut alors tirer son épingle du jeu. Le fait que sa croissance radiale semble en moyenne peu affectée par les évolutions récentes du climat dans ces régions, contrairement à celle des chênes sessiles et pédonculés¹, étaye ce scénario.

Ainsi, dans un contexte de réchauffement climatique, l'espèce devrait être de plus en plus favorisée dans la moitié nord de la France alors que les difficultés qu'elle rencontre déjà dans la moitié sud devraient s'accroître [A].

Une conquête naturelle déjà en marche

Est-ce parce que les conditions sont devenues plus favorables au pubescent en limite nord de son aire de répartition que sa ressource augmente ? La démonstration n'est pas faite, d'autant que de nombreux facteurs peuvent expliquer les dynamiques d'évolution des chênes. Quoiqu'il en soit, dans la zone concernée par Conqueth, l'IGN montre clairement une densification de la ressource en chêne pubescent depuis les années 90, ainsi qu'une légère expansion de son aire de répartition. Il semblerait bien que le chêne pubescent ait déjà amorcé depuis longtemps une conquête silencieuse des chênaies de la moitié nord...

Une valorisation possible en bois d'œuvre

Le bois de chêne pubescent a une densité et une dureté supérieures à celui du pédonculé, avec une tendance plus forte au retrait volumique. L'étude menée par le Cirad dans le cadre de Conqueth² montre que ces différences imposent un séchage adapté, qui reste néanmoins compatible avec la possibilité de sécher les différents chênes dans le même séchoir et sans que cela impacte les coûts de façon sensible.

Ceci étant, à qualité de grume égale, plusieurs études ont montré que le bois de chêne pu-

bescent est apte aux mêmes usages que les deux autres chênes, y compris en tonnellerie. Une récente étude intitulée « Chêne et vin » [B] confirme la grande similitude de composition chimique des tanins du pubescent et du pédonculé et montre que le boisage³ avec du chêne pubescent de différents vins du Val de Loire, est associé aux descripteurs « vanillé, torréfié et épicé ». Par ailleurs, des tonneaux en chênes pubescents de qualité seront bientôt réalisés et permettront d'apprécier l'intérêt de l'espèce pour cette utilisation prestigieuse.

Des itinéraires sylvicoles encore à préciser

L'absence de connaissances et de références sur le comportement du chêne pubescent dans la moitié nord du pays et sur la sylviculture à lui appliquer était un frein à son développement. Conqueth a rassemblé les différents organismes de R&D, recensé les essais existants et structuré un réseau d'expérimentations, afin d'acquies le plus rapidement possible des informations à diffuser aux sylviculteurs intéressés par l'espèce. D'ores et déjà, plusieurs parcelles où l'espèce est en mélange avec d'autres chênes, sont suivies pour appréhender ses réactions à différentes intensités de détournement.

Des plantations expérimentales sont également installées pour apprécier le comportement et les performances du pubescent dans différentes conditions pédo-climatiques en comparaison, autant que possible, avec le sessile. Selon les cas, une ou plusieurs provenances sont présentes et les modalités d'installation varient (en plein, en enrichissement, en mélange).

La mise en place et le suivi d'expérimentations en peuplement ou en plantation doit bien entendu se poursuivre en forêt privée et publique pour enrichir le réseau déjà constitué. Il est également indispensable, pour éclairer au mieux les décisions que devront prendre les sylviculteurs, de programmer et réaliser à l'échelle plurirégionale des bilans réguliers de ce réseau. Le maintien d'un groupe de travail informel regroupant des personnes de différentes structures faciliterait la vie de ce réseau, que ce soit pour la coordination des expérimentations, la synthèse des résultats obtenus ou la diffusion des résultats.

Une demande en plants qui explose...

C'est en prévision d'une augmentation du nombre de plantations de chêne pubescent que la recherche de sources de graines, l'ana-

¹ Voir l'article *Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile*, p. 22 de ce dossier.

² Voir l'article *Mise au point d'une table de séchage spécifique pour le chêne pubescent*, p. 32 de ce dossier.

³ Le boisage d'un vin consiste à le faire séjourner dans un fût de bois ou dans une cuve avec des copeaux de bois pour obtenir un goût boisé.



Production de plants de chêne pubescent en pépinière de pleine terre.

Sabine Girard © CNPF

lyse des premiers tests de provenances et la préparation de nouveaux tests étaient inscrits au programme de Conqueth. Il s'agissait de se donner les moyens d'élaborer collectivement et le plus rapidement possible, les conseils à donner aux forestiers de la moitié nord du pays. Force est de constater que cette augmentation est arrivée très vite, en lien probable avec les échecs en plantations de chênes observés en 2018 et 2019 mais surtout à la faveur du plan de relance.

...un approvisionnement en glands très insuffisant...

Depuis 2014, grâce à Conqueth et aux projets antérieurs⁴, des campagnes de repérage de peuplements sources de graines ont été lancées dans la moitié nord du pays, fournissant aux semenciers français un portefeuille d'une vingtaine de peuplements porte-graines de qualité. Toutefois la demande est telle que cela s'avère grandement insuffisant. D'autant que, comme les autres espèces de chênes, la fréquence et l'intensité des fructifications du chêne pubescent fluctuent d'une année sur l'autre. En 2020, pour produire les plants de chêne pubescent demandés dans la moitié nord,

l'utilisation de glands récoltés dans la moitié sud a été possible ainsi que celle de graines italiennes. Pour la récolte de l'automne 2021, des efforts importants ont été faits par les deux semenciers français en termes de prospections et de personnel mobilisé pour augmenter très significativement la récolte, en particulier dans les régions de provenances méditerranéennes où la ressource est abondante.

...et plusieurs solutions pour l'améliorer

Plusieurs solutions sont envisageables pour améliorer l'approvisionnement en plants des futures plantations de chêne pubescent qui seront réalisées dans la moitié nord, et elles soulèvent de nombreuses questions.

La première solution consiste à poursuivre l'effort de repérage de sources de graines, en particulier dans les régions qui n'ont pas encore été prospectées (Franche-Comté et Grand Est). Mais parviendra-t-on à répondre à la demande uniquement avec des peuplements de la moitié nord ? Et d'ailleurs, est-ce souhaitable ? En effet, compte tenu de l'évolution climatique, ne serait-il pas intéressant de faire migrer des origines méridionales adap-

⁴ Voir l'article *Le chêne pubescent à la conquête de la moitié nord du pays : de la sécheresse de 2005 au projet CONQueTh*, p. 18 de ce dossier.

tées a priori à des conditions plus chaudes et sèches ? Mais, en l'absence de tests de provenances suffisamment anciens, nous ne disposons d'aucun élément pour prévoir le comportement de ces provenances plus au nord. Par ailleurs, quelles provenances intégrer dans de tels tests ? En effet, dans la moitié sud, aucune sélection de peuplements de chêne pubescent de qualité n'a été faite. Les meilleures performances observées chez les provenances nordiques⁵ ne sont-elles pas liées au fait qu'elles ont été récoltées dans des peuplements répondant à un cahier des charges qualitatif précis, ce qui n'a pas été le cas pour les provenances méditerranéennes ? Il faut en effet rappeler ici que, contrairement aux chênes sessile et pédonculé, dont les graines sont récoltées dans des peuplements de qualité sélectionnée (étiquette verte), les glands de chêne pubescent sont commercialisés en catégorie identifiée (étiquette jaune)

⁵ Voir l'article *Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments*, p. 41 de ce dossier.

et récoltés dans des peuplements dont on connaît certes la localisation, mais qui ne répondent à aucun cahier des charges particulier concernant leur qualité. Si les peuplements repérés au nord ne suffisent pas à satisfaire la demande et si la migration du sud vers le nord se poursuit, il est urgent de **sélectionner des peuplements porte-graines de qualité dans la moitié sud.**

L'installation de vergers à graines est une autre solution pour améliorer l'approvisionnement de la filière graines et plants à plus long terme. Un premier est en cours de constitution depuis 2019, à partir de plants de la provenance QPU360 Sud-Ouest sélectionnés en planche de pépinière par F. Santi (équipe Génétique, Adaptation et Amélioration, INRAE Orléans). Une opération ambitieuse a été lancée en 2021 grâce au plan de relance avec pour objectif l'installation d'un verger de 10 ha en 2023. Pour cela, une prospection a été réa-



Le chêne chevelu est très présent en Italie et dans les Balkans, il appartient à la même section botanique que les chênes vert, liège et kermes.

lisée sur l'ensemble du territoire pour repérer de beaux individus ou arbres « + » qui seront multipliés végétativement par greffage au printemps 2022. L'opération, confiée à l'IDF et l'ONF, a largement bénéficié des repérages réalisés dans Conqueth et les projets antérieurs. Les premiers glands produits par ce verger devraient être récoltés autour de 2035-2040.

D'autres chênes thermophiles à étudier

Conqueth démontre que le chêne pubescent présente de nombreuses qualités ; son développement est une des solutions pour adapter les chênaies de la moitié nord du pays au changement climatique et ainsi maintenir les milieux et la filière économique qui en dépendent.

Néanmoins, et les limites écologiques du chêne pubescent suffisent à le démontrer s'il en était besoin, il ne peut rester la seule alternative aux chênes sessile et pédonculé, lorsque les conditions de climat les fragilisent. Il existe de nombreuses autres espèces de chênes thermophiles en Europe et, plus largement sur le pourtour méditerranéen [C], qui pourraient élargir l'éventail des solutions après avoir bénéficié du même type d'étude. Parmi ces espèces, des candidates sont déjà présentes dans certaines de nos forêts :

- ➔ **le chêne chevelu** (*Quercus cerris*), spontané ou subsponané en France, couvre des surfaces importantes dans les Balkans où il atteint 30 à 35 m de haut avec un tronc particulièrement droit. Thermophile, ses exigences pédologiques semblent voisines de celles du chêne sessile. Son bois a la réputation d'être dur, difficile à sécher et à travailler. Compte tenu de ses caractéristiques morphologiques très intéressantes, cela demande d'être vérifié et analysé.
- ➔ **le chêne tauzin** (*Quercus pyrenaica*) a la réputation d'avoir une croissance lente, des dimensions modestes, un tronc tortueux, un bois dur et noueux. Ce sont les mêmes qualificatifs que ceux utilisés pour le chêne pubescent avant qu'il ne soit étudié de près. Il pourrait être intéressant de vérifier si le chêne tauzin, souvent relégué sur des stations ingrates, donne de meilleurs résultats sur des stations plus fertiles. Il présente aussi l'avantage d'être assez commun dans l'ouest du pays et de faire partie, avec le sessile, le pédonculé et le pubescent, du groupe des chênes blancs.

Si, pendant longtemps, les chênes pédonculés et sessiles ont trouvé au nord de la France les conditions climatiques dont ils



Gros chênes tauzin en Pays de la Loire.

Louis-Michel Dujardin © ONF

avaient besoin pour se développer au mieux, rendant superflu l'étude d'autres chênes, les temps changent. L'étude Conqueth, en battant en brèche nombre d'idées reçues, doit nous inciter à examiner attentivement celles concernant d'autres chênes thermophiles. Les feuillus intéressants pour la production de bois adaptés aux évolutions climatiques étant peu nombreux, aucune piste ne doit être négligée quand il s'agit d'accroître les moyens à la disposition du forestier pour adapter les chênaies du nord de la France au dérèglement climatique, de la graine à la planche. ■

Bibliographie

[A] Venetier M., 2020. Forêts et changement climatique. Le constat en région méditerranéenne. *Sciences Eaux & Territoires*, 33, 18-25.

[B] Destandau et coll., 2021. *Rapport d'activité du programme d'intérêt régional « Chêne et vin »*, APR IR 2016, région Centre-Val de Loire, 17 p.

[C] Ducouso A., 2020. Les chênes européens et du pourtour méditerranéen : une ressource d'avenir, menacée et méconnue. *Forêt-entreprise*, 251, 50-53.

Chêne pubescent • *Quercus pubescens* Willd.

- Caractère indicateur : espèce héliophile, xérophile¹, ou mésoxérophile à très large amplitude.
- Comportement : thermophile et résistant à la sécheresse ; tolère un déficit hydrique de juin à août jusqu'à - 290 mm ; résistant au froid.
- Sol : préfère les sols sains filtrants, épais et légèrement acides (pH 5-6). Supporte les sols calcaires superficiels. N'apprécie pas l'hydromorphie.
- Croissance : plus lente que ses deux cousins pédonculé et sessile.
Au nord, il devient plus compétitif qu'eux sur les stations chaudes, saines et séchantes.

Critères distinctifs significatifs

La feuille

- Assez petite, individualisée, gaufrée.
- Face supérieure : glabre, vert sombre brillant.
- Face inférieure : pubescence plus ou moins marquée, vert grisâtre, nervures pubescentes.
- Présence d'une à quelques nervures interlobaires
- Lobes acuminés
- Présence de lobules
- Base du limbe convexe sans oreillette
- Pétiole, pubescent, assez petit.



Le rameau de l'année

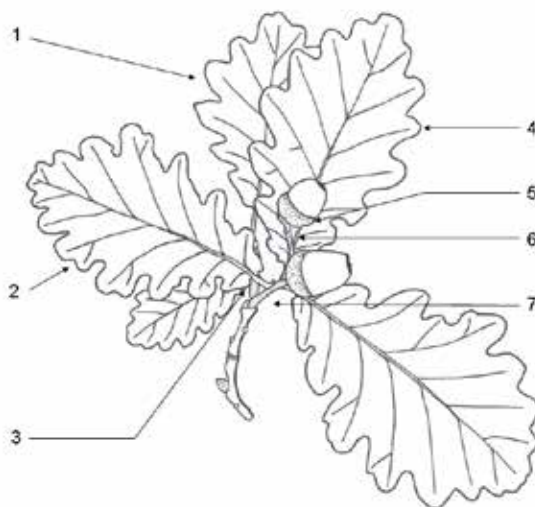
- Très pubescent pendant la période d'élongation, avec un aspect grisâtre

Le bourgeon

- Petit, ovoïde, pubescent et grisâtre

Le pédoncule fructifère

- Pédoncule absent ou réduit, lignifié et très pubescent



- 1 : face supérieure glabre, face inférieure entièrement pubescente
- 2 : Lobules nombreux
- 3 : Base du limbe convexe, pétiole plutôt court et pubescent
- 4 : Lobes courts et sinus peu profonds
- 5 : Cupule pubescente
- 6 : Pédoncule absent ou réduit, ligneux et pubescent
- 7 : Rameau de l'année pubescent

Le gland

- Glands courts, en paquets sur le rameau, ovoïdes, pointus
- Cupules à écailles légèrement pubescentes au début de leur développement

Le port de l'arbre

- Irrégulier, se rapproche du port du pédonculé
- Houppier à branches sinueuses, laissant filtrer la lumière. Feuilles en amas.

Le tronc

- Droit sur bonne station, il devient court et tortueux sur station pauvre et sèche

L'écorce

- Noirâtre, crevassée, écailleuse (proche du Cormier – *Sorbus domestica*)

Le bois

- À qualité égale, apte aux mêmes usages que des sessiles et pédonculés, malgré un bois plus dur et plus lourd. Proportion d'aubier souvent importante.



¹ Tolérant une certaine sécheresse de l'atmosphère ou du sol, sans trop d'extrêmes.



Diagnostic pour optimiser la reconstitution des peuplements après tempête

Par les observatoires des peuplements dévastés et mités après tempête – 2^e partie

Lisa Laurent¹, Éric Lacombe¹, Catherine Collet¹, Lucie Dietz¹, Jean-Luc Dupouey¹, Jean-Claude Gégout¹, Vincent Boulanger², Pierre Gonin³



Quelles sont les dynamiques de reconstitution décrites par les Observatoires des peuplements dévastés et mités après tempête ? L'objectif était de pouvoir qualifier le potentiel futur d'un peuplement sinistré avec un diagnostic précoce et simple, afin d'adapter les itinéraires sylvicoles.

¹ Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, UMR Silva, Nancy, France

² Département recherche, développement et innovation, Office national des forêts, Fontainebleau, France

³ CNPF-IDF, Maison de la Forêt, Auzeville-Tolosane, Centre national de la propriété forestière – Institut pour le développement forestier

Les ouragans Lothar et Martin ont touché une grande partie du territoire métropolitain français en décembre 1999 et ont fortement impacté l'ensemble de la filière forestière. L'intensité et l'amplitude de ces dégâts ont amené les acteurs forestiers à s'interroger sur la façon d'optimiser la régénération de leurs forêts sinistrées. Au moment de mettre en œuvre les actions de reconstitution des peuplements, quelques années après la tempête, la principale difficulté était de distinguer les situations où la régénération naturelle serait suffisante pour assurer une reconstitution des peuplements économiquement satisfaisante par rapport aux situations où une plantation partielle ou totale était nécessaire. Pouvoir caractériser le potentiel futur d'un peuplement sinistré à partir d'un diagnostic précoce et simple est important pour adapter les itinéraires sylvicoles au contexte post-tempête. En effet, plus le diagnostic est tardif et plus il sera difficile de mobiliser les aides financières,

alors que les coûts des travaux peuvent devenir plus importants. La mise en place d'un réseau de plusieurs centaines de placettes permanentes dans des grandes trouées (surface supérieure à 2 ha) et des petites trouées (surface inférieure à 1 ha) créées par la tempête de 1999 et leurs mesures à trois reprises entre 2002 et 2018 ont permis d'identifier les premières étapes de la reconstitution naturelle des peuplements sinistrés en l'absence de travaux sylvicoles. L'objectif de cet article est de caractériser la qualité de la régénération obtenue 20 ans après la tempête et de la relier aux conditions initiales de régénération observables 2 à 5 ans après la tempête. Nous souhaitons ainsi préciser les situations de départ qui conduisent à des échecs de régénération, identifier les dynamiques particulières pouvant induire des sylvicultures spécifiques (obtention d'un peuplement pur d'une essence dont l'usage en bois d'œuvre est discuté, substitution d'essence principale...) et analyser les



dynamiques de déclin de quelques essences à fort intérêt sylvicole pour préconiser des travaux lors des premières années de régénération après une tempête.

L'observatoire des peuplements dévastés et mités

L'observatoire des peuplements dévastés suit de grandes trouées de plus de 2 ha sur l'ensemble du territoire français (concentration de sites dans la région Grand Est) ; celui des peuplements mités s'intéresse à des petites trouées de moins d'1 ha dans la région Lorraine. Les quelques sites des grandes régions écologiques (GRECO) peu représentées au sein des observatoires n'ont pas été retenus dans la suite de l'analyse. Pour chaque observatoire, trois campagnes de mesures ont été réalisées : en 2002, 2005 et 2018 pour les grandes trouées et en 2005, 2009 et 2018 pour les petites trouées.

Des suivis sont effectués pour caractériser les conditions environnementales et observer la dynamique de colonisation de la communauté végétale, plus particulièrement celle de la régénération ligneuse. Les mesures sont effectuées à plusieurs échelles spatiales emboîtées : la trouée (surface variable), la placette (disque de rayon 10 m), le plateau (disque de rayon 2 m). Une grande trouée est constituée en moyenne de 4 placettes (12 plateaux) et une petite trouée d'une placette et de 6 plateaux. Les densités utilisées dans le cadre de ce travail sont calculées à l'échelle de la trouée. Les principales caractéristiques de cet observatoire ainsi que les données récoltées sont décrites plus précisément dans le 1er article concernant l'observatoire des peuplements dévastés et mités après tempête, paru dans le *Forêt-entreprise* n°260.

Les trajectoires identifiées et les enjeux explicités dans le cadre de ce travail sont représentatifs de ceux existants au sein des ob-

servatoires : ils dépendent des choix qui ont guidé la sélection des peuplements étudiés (la sélection des grandes trouées a été basée sur l'absence de régénération observée).

Caractérisation de l'acquisition de la régénération

Afin de mieux cerner la nécessité de travaux sylvicoles ainsi que leur nature, une étude de la qualité et de la quantité de tiges obtenues 20 ans après la tempête sans aucune intervention a été réalisée (les bois ont été exploités dans la majorité des trouées). Une étude en deux étapes :

- caractérisation des tiges d'avenir et tiges d'accompagnement au sein de la régénération ;
- appréciation du degré d'acquisition de la régénération.

Étape 1 : Caractérisation des tiges d'avenir et d'accompagnement au sein de la régénération

Une tige d'avenir est caractérisée par son essence, sa vigueur et sa qualité.

➤ Essence : l'essence doit être d'intérêt pour la production de bois d'œuvre. Elle doit être reconnue économiquement intéressante par la filière et doit avoir une production correcte pour une station donnée dans l'état des connaissances actuelles. Les essences considérées comme étant en station sont définies grâce aux catalogues de station en vigueur (résultats variables en fonction de leur date de conception/révision). La liste des essences a ensuite été restreinte au vu des connaissances actuelles. Ainsi, l'épicéa (*Picea abies*) est considéré comme étant hors station en dessous de 400 m d'altitude à cause du dépérissement important observé actuellement dans les stations de plaines. De même, certaines essences souvent absentes des catalogues de station mais ayant un intérêt sylvicole ont été rajoutées : le bouleau (*Betula pendula* et *Betula pubescens*), le charme (*Carpinus betulus*), le tilleul (*Tilia cordata* et *Tilia platyphyllos*)... Par ailleurs, les saules (*Salix spp*), le frêne commun (*Fraxinus excelsior*), le tremble (*Populus tremula*) et le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*) ne sont pas considérées comme des essences d'intérêt en raison de leur faible rôle de production ou de la forte incertitude sur leur survie. Les essences dites de production sont classées en trois listes (L1, L2, L3) d'exigence croissante, selon les choix pouvant être effectués par le propriétaire (Tableau 1). La liste L3 ne retient que celles qui sont toujours considérées comme essences de production, comme le hêtre, les chênes

Tableau 1 – Listes des essences d'intérêt

Liste L1	Essences arborées avec un fort rôle de production et qui sont en station : toutes les espèces arborées sauf le frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i>), le tremble (<i>Populus tremula</i>), les saules (<i>Salix spp.</i>), le sorbier des oiseleurs (<i>Sorbus aucuparia</i>) et les espèces non adaptées à la station.
Liste L2	Les mêmes essences que la Liste L1 sans les bouleaux (<i>Betula pendula</i> et <i>Betula pubescens</i>).
Liste L3	Les mêmes essences que la Liste L2 sans le charme (<i>Carpinus betulus</i>) et les tilleuls (<i>Tilia cordata</i> et <i>Tilia platyphyllos</i>).

Tableau 2 – Exemple de seuils utilisés pour caractériser l’acquisition d’une régénération de chênes dans une grande trouée 20 ans après tempête.

Densité de « tiges objectifs » (nb/ha)	Densité de l’accompagnement (nb/ha)	Acquisition de la régénération
$d \geq 1300$	-	Acquise au moins partiellement
$120 \leq d < 1300$	$d \geq 1300$	Acquise au moins partiellement
	$d < 1300$	Problématique
$d < 120$	-	Problématique

tempérés ou l’érable sycomore (*Acer pseudo-platanus*), tandis que la liste L1 correspond au choix le plus large, incluant les essences dont le critère productif est plus sujet à controverse comme les bouleaux, le charme et les tilleuls.

➡ **Vigueur** : seules les tiges de plus de 5 cm de diamètre à hauteur de poitrine (DHP) sont considérées pour leur caractère dominant.

➡ **Qualité externe** : les tiges d’essences d’intérêt et vigoureuses ne sont ensuite retenues que si elles ne présentent pas de défaut pouvant altérer leur qualité. Ainsi, les jeunes tiges ne doivent pas comporter de fourche, de courbure basale marquée, de cassure de l’axe principal, de défaut sanitaire, de trace d’écorçage ou de frottis, de blessure sévère, plus de trois grosses branches...

Les tiges d’accompagnement sont celles qui peuvent avoir un rôle positif pour la confirmation des tiges d’avenir. Ainsi, toutes les tiges de plus de 3 cm de DHP sont considérées dans l’accompagnement, sauf les tiges de saule (effet compétitif) et celles de frêne (forte incertitude sur leur survie du fait de la chalarose).

Étape 2 : Appréciation du degré d’acquisition de la régénération

Pour les grandes trouées (> 2 ha)

Les grilles de caractérisation de l’acquisition de la régénération établies pour cette étude reposent sur la densité de tiges d’avenir et d’accompagnement. La régénération 20 ans après tempête est considérée comme :

- ➡ acquise au-dessus d’un seuil haut de densité de tiges d’avenir (seuil correspondant à la densité cible obtenue après première éclaircie d’un peuplement régulier) ;
- ➡ à problème en-dessous d’un seuil bas de densité de tiges d’avenir (seuil bas correspondant au double de la densité finale de récolte d’un peuplement régulier) ;
- ➡ dépendante à la fois de la densité de tiges d’avenir et de la densité de tiges d’accompagnement entre les deux seuils précédents.

Les valeurs seuils utilisées dépendent de la composition de la régénération et sont fixées grâce aux guides sylvicoles. Ces seuils sont sans doute moins restrictifs que ceux utilisés habituellement hors contexte de crise sylvicole. Ce choix est dicté par le souci d’économie de moyens dans un contexte où de grandes surfaces sont souvent à reconstituer simultanément, et alors que la vente massive de bois consécutive à la crise conduit à des chutes de recettes substantielles. Par exemple, le tableau 2 montre les seuils utilisés pour caractériser l’acquisition des régénérations de chêne au bout de 20 ans.

Pour les petites trouées (< 1 ha)

Dans cette étude, le postulat pour obtenir à terme suffisamment d’arbres adultes dans une petite trouée, est d’avoir une densité de tiges d’avenir 20 ans après tempête, au moins égale à trois fois la densité de gros bois que l’on souhaite obtenir à terme. Ainsi il faut, à 20 ans, 430 tiges d’avenir/ha pour considérer une régénération résineuse comme acquise et 200 tiges d’avenir/ha pour les régénérations feuillues. Par ailleurs, pour mieux caractériser l’acquisition de la régénération dans les trouées présentant une faible croissance (faible densité d’arbres de DHP ≥ 5 cm), les trouées ayant plus de 1 000 tiges/ha de plus de 3 cm de DHP sont également considérées comme acquises. Enfin, les trouées ayant une surface à régénérer inférieure à 200 m² sont supprimées de l’analyse car, au bout de 20 ans, les houppiers des arbres de bordure ont comblé progressivement ces trouées (15 trouées).

Rapide état des lieux 20 ans après tempête

La régénération des grandes trouées est souvent satisfaisante avec plus des trois quarts des sites ayant une régénération considérée comme acquise. Ceci est d’autant plus vrai que les sites suivis par l’observatoire des



peuplements dévastés faisaient probablement partie des sites à l'avenir le plus incertain (la sélection des trouées a été basée sur l'absence de régénération observée) (Figure 1). Dans les petites trouées la régénération est plus incertaine et de nombreux sites ont une régénération problématique au bout de 20 ans même si la phase d'installation des semis est souvent satisfaisante (Figure 2, liste L1).

Principales pistes de réflexion

Une acquisition de la régénération des anciens peuplements résineux souvent compromise

Environ 90 % des grandes trouées ayant une densité inférieure à 2 500 semis/ha trois ans après tempête et une régénération problématique à 20 ans ont un peuplement antécédent résineux.

De même, 86 % des petites trouées avec un peuplement antécédent résineux ont une régénération problématique contre 49 % pour les anciens peuplements feuillus. Cette difficulté de régénération des trouées avec un peuplement antécédent résineux peut s'expliquer par :

- ▀ des peuplements antécédents résineux denses et fermés qui pourraient être à l'ori-



© UWMR Silva

Grande trouée dans un ancien peuplement dévasté d'épicéa de montagne (836 m) avec une régénération problématique 20 ans après passage de la tempête de 1999 (forêt domaniale de Val de Senones, 88).

- gine d'une densité de semis préexistants faible, d'un tapis d'aiguilles épais et d'un sol moins favorable à la régénération ;
- ▀ un déséquilibre sylvo-cynégétique, notamment pour les peuplements résineux d'altitude dans les Vosges.

Figure 1 – Acquisition de la régénération ligneuse dans les grandes trouées 20 ans après tempête en fonction de la liste d'essences d'intérêt (Tableau 1) et de la nature du peuplement antécédent.

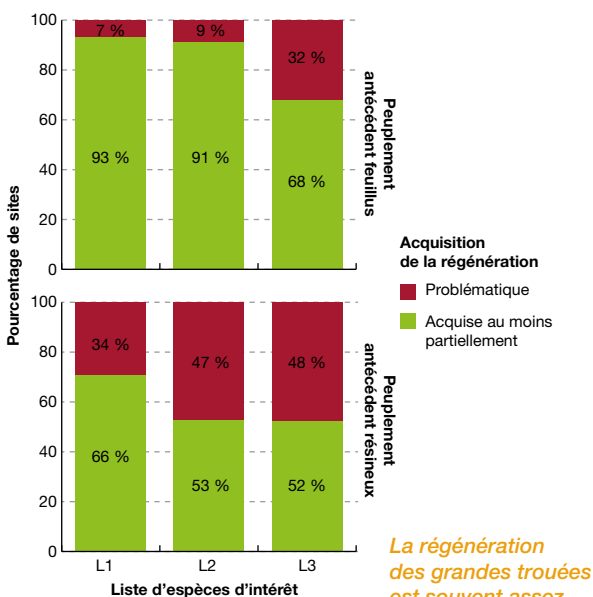
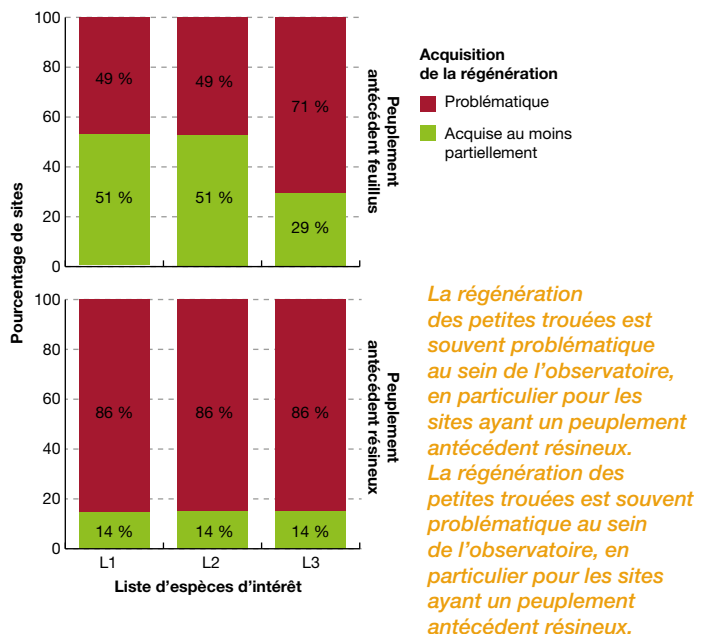


Figure 2 – Acquisition de la régénération ligneuse dans les petites trouées 20 ans après tempête en fonction de la liste d'essences d'intérêt (Tableau 1) et de la nature du peuplement antécédent.





Grande trouée régénérée majoritairement en bouleaux 20 ans après le passage de la tempête de 1999 (forêt domaniale de Mondon, 54).

Nécessité d'une réflexion sur la place des bouleaux, du charme et du tilleul dans la régénération post-tempête

Très peu de bouleaux s'installent dans les petites trouées (Figure 2). En effet, il n'y a pas de différence du pourcentage d'acquisition des régénérations selon que l'on prenne en compte les bouleaux (L1) ou non (L2). À l'opposé, 7 % supplémentaires des grandes trouées ont une régénération acquise si l'on considère les bouleaux comme des essences d'intérêt sylvicole (2 % pour les peuplements antécédents feuillus et 13 % pour les peuplements antécédents résineux ; Figure 1). L'installation des bouleaux, commencée rapidement après le passage de la tempête, se poursuit dans le temps au sein de nombreuses trouées de l'observatoire des peuplements dévastés.

Ainsi, dans de nombreuses situations, le sylviculteur doit s'interroger sur la place qu'il souhaite donner aux bouleaux dans la régénération de ses peuplements dévastés. En effet, dans un contexte où les autres essences d'intérêt sont peu représentées, les bouleaux peuvent :

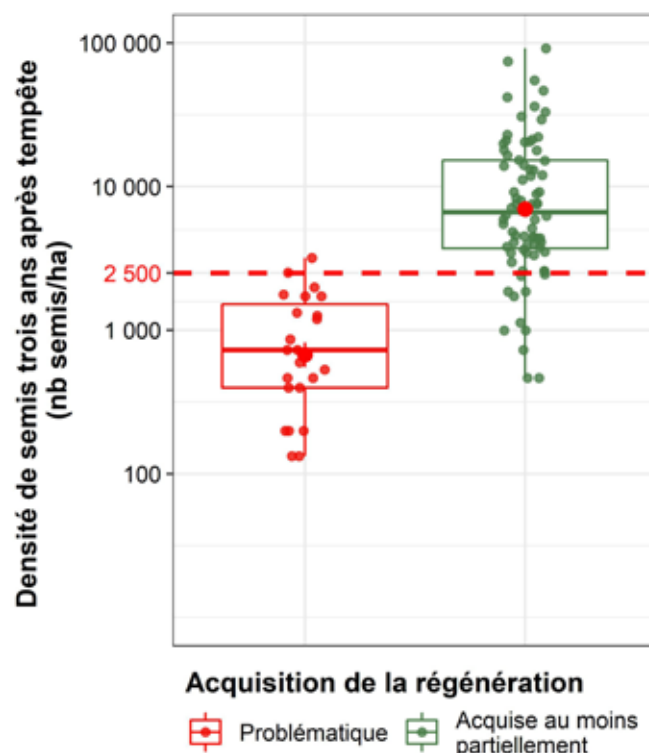
- ➔ représenter une essence de production (à moduler en fonction des stations, des marchés...);

- ➔ participer à l'éducation des tiges à fort intérêt économique grâce à leur potentiel d'ombrage et de réduction de la végétation concurrente ;
- ➔ constituer une étape vers l'acquisition progressive du renouvellement avec des essences d'ombre comme le hêtre, ou de semi-ombre.

Si le sylviculteur souhaite s'orienter vers une production de bouleaux, le recours à des travaux sylvicoles adaptés est obligatoire. En effet, 20 ans après le passage de la tempête, les houppiers des bouleaux sont très étriqués en l'absence de dépressage ; or un développement précoce des houppiers est nécessaire à la croissance active du bouleau.

Lorsque le peuplement antécédent est feuillu, 23 % des grandes trouées et 22 % des petites trouées ont une régénération acquise uniquement grâce aux charmes et tilleuls (Figure 1, Figure 2). Ainsi, dans de nombreuses situations, le sylviculteur doit s'interroger sur la place qu'il souhaite donner à ces essences dans la régénération de ses peuplements touchés par une tempête.

Figure 3 – Relation entre l'acquisition de la régénération ligneuse 20 ans après la tempête de 1999 (Liste L1 ; Tableau 1) et la densité de la régénération trois ans après la tempête.



Échelle des ordonnées logarithmique.

Diminution progressive d'essences à fort intérêt

De nombreuses régénérations (75 % des petites trouées) comportent des chênes (*Quercus petraea* et *Quercus robur*) ou des feuillus précieux quelques années après le passage de la tempête. Les chênes s'installent en quantité, même dans les trouées de taille réduite, et jusqu'à plusieurs années après la tempête (environ 8-10 ans). Seulement ces essences – et particulièrement les chênes – ne se retrouvent pas ou peu dans les strates les plus hautes de la régénération 20 ans après tempête, vraisemblablement en raison d'une compétition forte avec d'autres essences comme le charme (*Carpinus betulus*) ou le hêtre (*Fagus sylvatica*) dans la phase de croissance.

On observe également, dans de nombreuses trouées, une diminution ou une absence par disparition de tiges d'essences plus tolérantes aux sécheresses estivales dans les strates hautes de la régénération 20 ans après tempête (par exemple : *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis*, *Acer campestre*...).

Possibilité d'un diagnostic précoce et simple dans les grandes trouées

La probabilité d'acquisition de la régénération 20 ans après le passage de la tempête dans

les grandes trouées dépend significativement de la densité de semis trois ans après tempête. Un seuil d'environ 2 500 semis/ha trois ans après tempête permet de discriminer les grandes trouées ayant une régénération acquise de celles ayant une régénération problématique au bout de 20 ans pour la liste d'essence d'intérêt L1 (Figure 3). Les stratégies de renouvellement des grandes trouées peuvent donc être envisagées avec l'appui d'un diagnostic simple et précoce (deux années de végétation après tempête dans le cadre de ce travail). Le diagnostic de l'avenir des petites trouées semble plus complexe, en particulier à cause de la forte hétérogénéité de la disponibilité en lumière.

Nécessité de travaux dans de nombreux sites

Les résultats obtenus montrent qu'une grande majorité des peuplements dévastés et mités va nécessiter des travaux sylvicoles (nettoyements, dégagements pour conserver la qualité et les essences d'intérêt) pour assurer une production satisfaisante. Le diagnostic permet également de juger de la nécessité d'un complément par plantation en enrichissement ou en plein pour les sites avec une régénération très faible. Ainsi, en fonction des situations rencontrées, le recours à différents types de travaux peut être proposé :

- la mise en place de travaux sylvicoles pour conserver la diversité et doser des essences permettrait de limiter la disparition de certaines essences d'intérêt au cours du temps : chênes, feuillus précieux, essences tolérantes à la sécheresse ;
- la réalisation de travaux pour obtenir et/ou conserver des tiges de qualité satisfaisante est à envisager dans certaines situations. Par exemple, après quelques années, il peut être conseillé de favoriser les tiges de qualité ou les taches de semis par le biais d'un nettoyage ou d'une éclaircie. La gestion du peuplement environnant ou des arbres relictuels au sein des trouées (cas des brins de taillis pour les anciens taillis-sous futaies TSF) pour les peuplements mités est également à réfléchir dans ce sens ;
- le recours à des plantations d'enrichissement est intéressant lorsque la régénération est insuffisante, qu'elle comprend des essences de faible intérêt pour le sylviculteur, ou encore pour permettre la diversification du peuplement futur et l'augmentation de son potentiel de réponse au changement climatique. L'introduction d'essences favo-



© UMR Silva

Arbre relictuel 20 ans après passage de la tempête de 1999 (forêt domaniale de Bezange, 54).



Page de couverture du guide pour l'optimisation des travaux sylvicoles post-tempête.

Gestion des peuplements sinistrés post-tempête. Guide pratique pour l'optimisation de la reconstitution forestière post-tempête

Comment optimiser le renouvellement des forêts sinistrées à la suite du passage d'une tempête ? Est-il possible de faire un diagnostic précoce ? Quelles sont les dynamiques forestières à prendre en compte ? Ce guide pratique souhaite aider le propriétaire forestier en proposant des conseils de gestion adaptés à chaque forêt en fonction des stations et des peuplements antécédents. Après une brève présentation du contexte et des enjeux soulevés par la reconstitution des forêts touchées par la tempête, le guide propose une clé de détermination des grands types de régénération post-tempête. Ces grands types sont ensuite développés dans des fiches synthétiques. En complément, des fiches « conseils de gestion » permettent d'approfondir certains types de travaux peu connus des propriétaires.

Vous retrouverez une grande partie de l'étude présentée dans le guide disponible en ligne, sur la page web de l'observatoire : www6.nancy.inrae.fr/silva/Equipes-de-recherche/ForeSTree/Projets-Recherche/Post-tempete-2017-2020

rables au climat futur en complément d'une régénération partielle doit être envisagée rapidement après passage de la tempête et avant le développement d'une forte compétition herbacée ou ligneuse ;

- la plantation est conseillée dans des sites, lorsqu'il y a un blocage complet de la régénération ;
- La création de cloisonnements sylvicoles est souvent considérée comme intéressante pour faciliter les inventaires, les suivis et les travaux ultérieurs (e.g. sélection des arbres « objectifs » et entretien du peuplement) ;
- les choix techniques doivent intégrer au mieux la préservation de la biodiversité, en particulier des éléments supports de diversité comme les gros arbres ou le bois mort... qui peuvent être facilement identifiés au travers d'une grille de diagnostic comme celle de l'Indice de biodiversité potentielle (IBP).

Bien entendu, les choix techniques devront tenir compte des possibilités d'investissement et de mise en valeur des bois (potentiel de la station, accessibilité de la forêt...), de l'équilibre sylvo-cynégétique et de l'objectif du propriétaire.

Perspectives

De futurs travaux nécessaires pour affiner les résultats

En l'état des analyses, l'observatoire donne déjà des enseignements pratiques intéressants pour décider des modalités de reconstitution après une perturbation de grande ampleur. Cependant, la grille de caractérisation de l'acquisition de la régénération à 20 ans peut être retravaillée en affinant le choix des valeurs seuils ou en intégrant d'autres déterminants de l'acquisition qui ne sont pas pris en compte dans ce travail comme la répartition spatiale de la régénération par exemple.

Étant essentiellement basée sur la bibliographie et sur les pratiques sylvicoles utilisées par les partenaires du projet, l'estimation des bénéfices apportés par la réalisation de travaux par rapport à la libre évolution de la régénération naturelle mérite encore d'être précisée. Une analyse fine pourrait être faite en comparant les gains et coûts des sites sans intervention de l'observatoire avec ceux des parcelles adjacentes gérées.

L'évolution climatique peut également faire évoluer ces pratiques, par exemple en ren-

forçant l'intérêt de conserver et préserver les recrûs ligneux y compris dans des plantations.

Importance de l'échelle d'analyse

Cette réflexion à l'échelle réduite de la trouée doit être replacée dans des contextes écologiques plus larges, que ce soit à l'échelle du peuplement, de la propriété, du massif ou du paysage. Il peut être conseillé de s'interroger sur l'avenir du peuplement entourant les trouées des peuplements mités dans le cas des anciennes pessières de plaine, qui sont aujourd'hui dévastées par les scolytes. Quelle que soit l'échelle considérée, apporter des réponses diversifiées est nécessaire pour permettre le maintien de la biodiversité et mieux répondre à l'avenir aux aléas naturels (tempêtes futures, sécheresses marquées et répétées, invasion de ravageurs). ■

Remerciements

Nos remerciements vont aux financeurs, notamment le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (appel à projets sur l'innovation et l'investissement pour l'amont forestier), à toutes les personnes qui ont participé à la conception, au suivi, à la mesure et à la valorisation de l'observatoire ; et également aux propriétaires, qui ont accepté l'installation de dispositifs dans leur forêt.

Références bibliographiques

- IFN, 2003. *Les tempêtes de décembre 1999. Bilan national et enseignements*. L'IF, n° 2.
- Lacombe E., Mengin A., Van Couwenberghe R., 2009. *Observation de la dynamique naturelle de reconstitution après tempête : organisation et premiers résultats* in Birot Y., Landmann G., Bonhême I. *La forêt face aux tempêtes*. pp. 363-371.
- Lacombe E., Van Couwenberghe R., 2010. *Observatoire des dynamiques naturelles de végétation après tempête : premiers constats et conséquences sylvicoles*. Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 29-30, pp. 8-16.
- Otto H.-J., 1998. *Écologie forestière*, CNPF-IDF, 396 p.
- Quinones-Nadler C., Lacombe E., et Gegout J.-C., 2005. La régénération naturelle dans les peuplements dévastés par la tempête de 1999 dans le quart Nord-Est de la France. *Revue Forestière Française*, n° 3, pp. 289-310.
- Rameau J.-C., 1999. *Accrus, successions végétales et modèles de dynamique linéaire forestière*. *Ingénieries EAT*, n° spécial Boisement naturel des terres agricoles en déprise, pp. 33-48.
- UMR Silva. *Optimisation des travaux sylvicoles post-tempête 2017-2020*, en ligne : <https://www6.nancy.inrae.fr/silva/Equipes-de-recherche/ForeSTree/Projets-Recherche/Post-tempete-2017-2020>
- Bernard M., Boulanger V., Dupouey J.-L., Laurent L., Montpied P., Morin X., Picard J.-F., Said S., 2018. *L'abrou-tissement par les cervidés favorise-t-il la régénération de l'épicéa au détriment de celle du sapin ?* Lettre d'information du réseau « Ongulés sauvages » n° 22, pp. 16-17.

Résumé

L'observatoire des peuplements dévastés et mités, mis en place quelques années après la tempête de 1999, a suivi pendant 20 ans la reconstitution forestière en l'absence de travaux sylvicoles. La régénération de grandes trouées est souvent satisfaisante avec plus des trois quarts des sites ayant une régénération considérée comme acquise, avec une densité d'environ 2 500 semis/ha, 3 ans après tempête. L'acquisition de la régénération après des peuplements résineux est souvent compromise. La qualité de la reconstitution des parcelles sinistrées dépendra des travaux sylvicoles entrepris au profit des essences d'intérêt.

Mots-clés : tempête, forêt sinistrée, qualité, reconstitution, régénération, travaux sylvicoles, guide de conseils.

Index des articles publiés en 2021 dans *Forêt-entreprise* du n° 256 au n° 261

Les numéros complets peuvent être commandés à la librairie IDF
47 rue de Chaillot, 75116 Paris. Tél. : 01 47 20 68 15
Courriel : idf-librairie@cnpf.fr



N° 256

• **Dossier Chiffres clés de la forêt privée**,
coordination Julie Thomas et Nathalie
Maréchal, 2021, p. 18-53.

* *Une forêt privée diversifiée et donc précieuse.* Thomas J., Sevrin É., p. 18-19.

Atouts de la forêt privée. Thomas J., Sevrin É., p. 20-24.

Accroissement du volume de bois. Maréchal N., p. 25-28.

* *Diversité de propriétaires forestiers privés.*
Thomas J., p. 29-31.

Gestion durable des forêts. Thomas J.,
Sevrin É., p. 32-36.

L'économie de la filière forêt-bois. Thomas
J., Toppan É., p. 36-41.

*Place de la biomasse et du bois dans la
consommation d'énergie.* Fautrad A., p. 42-47.

Les services rendus par la forêt. Thomas J.,
p. 48-51.

La forêt au cœur des enjeux sociétaux.
Thomas J., Sevrin É., p. 52-53.

N° 257

• **Dossier Forestiers et société : réflexions
face aux critiques**, Philippe Riou-Nivert,
2021, p. 24-42.

* *Les critiques socio-environnementales de
la gestion forestière s'accroissent. Qu'en pen-
ser ?* Riou-Nivert P., p. 24-25.

La forêt, « bien commun » ? Riou-Nivert P., p. 26.

*Un « arbre intelligent » dans une « forêt natu-
relle ».* Riou-Nivert P., p. 27-28.

*Une forêt « en perdition, surexploitée et
enrésinée ».* Riou-Nivert P., p. 28-29.

*« Des machines de cauchemar massacrent
la forêt ».* Riou-Nivert P., p. 30-31.

« C'était mieux avant... ». Riou-Nivert P.,
p. 31-33.

Les résineux en procès. Riou-Nivert P., p. 33-35.

Le rejet viscéral de l'industrialisation. Riou-
Nivert P., p. 35-37.

*Transition énergétique, neutralité carbone,
bois énergie, changement climatique : une
vaste « biomascarade » ?* Riou-Nivert P.,
p. 38-40.

*Forestiers et société : s'écouter pour mieux
se comprendre.* Riou-Nivert P., p. 40-41.

N° 258

• **Dossier Le développement forestier
privé soutenu par l'Union européenne**,
coordination Benjamin Chapelet, Olivier
Picard et Éric Sevrin, 2021, p. 10-56.

* *Le développement forestier privé soutenu
par l'Union européenne.* Chapelet B., p. 10-12.

*L'Union européenne s'engage en France
auprès des régions.* Chapelet B., p. 13.

*La politique européenne de développement
rural régional via le fonds Feader.* Lorique N.,
Morvan X., Drouineau S. et correspondants
Europe des CRPF, p. 14-19.

*La coopération territoriale européenne « IN-
TERREG » via le fonds FEDER.* Chapelet B. et
correspondants Europe des CRPF, p. 20-25.

*Le programme-cadre pour la recherche et le
développement de l'UE.* Chapelet B., Picard O.,
p. 26-27.

*Les projets européens COST : Reconnaissance
de l'expertise scientifique et technique
de l'IDF.* Chapelet B., Sevrin É., p. 28-29.

*Les projets européens LIFE pour le climat et
l'environnement.* Brusten T., Gonin P., p. 30-31.

*L'Union européenne, via le PEI-AGRI, soutient
la coopération entre forestiers et chercheurs.*
Chapelet B., Perrier C., Picard O., p. 32-35.

*Les Groupes opérationnels forestiers du
PEI-AGRI en France.* Chapelet B., et corres-
pondants Europe des CRPF, p. 36-37.

*Gestion durable et mobilisation à l'heure
européenne.* Chapelet B., Boiffin J., Muller L.,
Drouineau S., Husson H., p. 38-41.

*Préparer nos forêts au changement clima-
tique avec le soutien de l'Europe.* Picard O.,
Bec R., Kebli H., p. 42-45.

*Produits et services écosystémiques forestiers :
un intérêt européen partagé.* Chapelet
B., Brusten T., Fiquet J., Gleizes O., Pillon
S., p. 46-50.

*Réseaux de représentation des forestiers au
niveau européen : regards croisés.* Chapelet
B., Picard O., p. 51-56.

N° 259

• **Dossier Le pin laricio, toujours
d'actualité : résultats du programme
Dolar**, coordination Michel Chartier et
Sandrine Perret, 2021, p. 14-59.

* Les articles
disponibles sur
foretpriveefrancaise.com
sont précédés d'un astérisque.





* *Le pin laricio, toujours d'actualité : résultats du programme Dolar.* Chartier M., Perret S., p. 14-15.

La maladie des bandes rouges : ses agents pathogènes, ses hôtes et son émergence en France. Husson C., Douzon G., Gaudry J., Saintonge F-X., p. 16-19.

Dolar : un programme pour mieux comprendre la maladie et ses impacts. Chartier M., Perret S., p. 20-25.

Le climat et la station influencent-ils le développement de la maladie des bandes rouges dans le grand quart Nord-Ouest de la France ? Balay D., Seynave I., Rosa J., Perret S., p. 26-32.

Les pins laricio sont-ils tous égaux face à la maladie des bandes rouges ? Perret S., Fady B., Ginisty C., Giovannelli G., Matz S., Philippe G., Roig A., Scotti-Saintagne C., p. 33-41.

Maladie des bandes rouges : le pin laricio souffre mais ne rompt pas ! Perret S., Bello J., Chartier M., Ginisty C., Meredieu C., Seynave I., p. 42-49.

Évolution de la maladie des bandes rouges sur pin laricio en France : bilan de 6 années de suivi. Husson C., Goudet M., Douzon G., Gaudry J., Rosa J., Saintonge F-X., p. 50-53.

Renouvellement nécessaire des vergers à graines de pin laricio. Entretien avec Gilles Bauchery, Propos recueillis par Chartier M., et Maréchal N., p. 54-55.

Maintenant, comment gérer le pin laricio ? Rosa J., Co-auteurs : Perret S., Gaudry J., Chartier M., Calas A., p. 56-59.

* *Des pins laricio de Calabre des Barres au verger à graines de l'État de Sivens.* Perret S.

* *La dendrochronologie pour mieux analyser les effets à long terme de la maladie des bandes rouges sur la croissance.* Perret S., Belmokhtar N., Couteau C., Pérot T.

N° 260

• **Dossier Esperense : un réseau d'essais pour les essences de demain,** coordination Éric Paillassa et Brigitte Musch, 2021, p. 20-49.

* *Expérimenter les essences de demain.* Paillassa É., Musch B., p. 20-21.

Comment prioriser les efforts d'évaluation de nouvelles essences pour l'adaptation ? Kebli H., Perrier C., Riou-Nivert P., Rousselle Y., Legay M., p. 22-26.

Comment choisir les espèces et provenances à expérimenter pour l'avenir ? Musch B., Paillassa É., Bouttier V., Fournier S., p. 27-31.

Trois protocoles d'évaluation des essences pour une science participative. Paillassa É., Pastuszka P., Musch B., p. 32-35.

S'approvisionner en semences pour expérimenter de nouvelles espèces ou provenances. Girard S., Brahic P., Conche J., p. 36-39.

Premiers essais du réseau Esperense. Paillassa É., Berthelot A., p. 40-45.

Le réseau Esperense : un réseau participatif et multipartenaire. Paillassa É., Musch B., Legay M., p. 46-49.

N° 261

• **Dossier Le chêne pubescent à la CONQueTh du Nord,** coordination Sabine Girard et Christian Weben, 2022, p. 18-52.

* *Le chêne pubescent à la conquête de la moitié nord du pays : de la sécheresse de 2005 au projet CONQueTh.* Weben C., Girard S., p. 18-21.

Évolution de la ressource et de la production des chênes pubescent, pédonculé et sessile. Bonhême I., Ols C., p. 22-26.

Niches climatiques du chêne pubescent, quel potentiel de croissance dans la moitié nord de la France ? Extrait du rapport final Conqueth, Volet 1, Partie 2, Juin 2021, p. 27-31.

Mise au point d'une table de séchage spécifique pour le chêne pubescent. Brancheriau L., Girard S., p. 32-36.

Expérimenter pour accompagner au mieux la conquête du chêne pubescent. Rosa J., Girard S., p. 37-40.

Qualité de provenances nordiques de chêne pubescent : premiers éléments. Girard S., p. 41-44.

Communiquer sur le chêne pubescent, un des objectifs du programme Conqueth. Weben C., Girard S., p. 45-46.

Le chêne pubescent : une des solutions d'adaptation au changement climatique pour les chênaies de la moitié nord de la France. Weben C., Girard S., p. 47-51.

Chêne pubescent – Quercus pubescens Willd. p. 52.

Biodiversité

Découverte ludique et utile des dendromicrohabitats. Büttler R., Rosset C., Larrieu L., in *La Forêt*, 5/21, p. 10-11, 2021, n° 261, p. 16-17.

CNPF

Renouvellement de la ressource forestière dans le Tarn : évaluation du rythme des coupes rases et de leur devenir. Nouky G., Petroff A., Aragon A. (d'), Maviel M., Mathieu P., 2021, n° 260, p. 6-12.

Plantations forestières dans le Tarn. Ensei-

gnements d'un bilan à 5 ans. Petroff A., Nouky G., Bourges J., Daubrée J-B., Maviel M., Mathieu P., 2022, n° 261, p. 6-10.

Économie

* *Préférons-nous le bois qui dort en forêt, au bois récolté ?* Gayot J.-P., 2022, n° 261, p. 11-15.

Forestiers et société

L'enrésinement par plantation : 10 % de nos forêts. Gabriel R., 2021, n° 260, p. 61-63.

Gestion

* *Bois du Fay : une idée simple mais une gestion compliquée !* Chabot-Tramecourt P. de, 2021, n° 257, p. 10-13.

Grand Est

Quelle adaptation de la gestion forestière au changement climatique ? Sédilot-Gasmi C., Queiroz T., Massy L., propos recueillis par S. Gaudin, 2021, n° 257, p. 48-52.

Le plan de relance : une opportunité pour améliorer la gestion forestière. Perthuis M., 2021, n° 257, p. 53.

Groupes de progrès

* *Sylviculture dynamique du chêne sessile : comparatif de croissance et de rentabilité, selon la précocité des interventions.* Le Nail B., Decucq A., Le Brusque H., 2021, n° 258, p. 57-64.

* *Les plantations en points d'appui : un thème d'étude cher au CETEF de la Somme.* Havet N., Bonnault A. de, Bouchez P., 2021, n° 259, p. 6-9.

Hauts-de-France

* *Forêt Pro Bos, un projet franco-belge innovant.* Pierret A., Havet N., 2021, n° 256, p. 55-60.

Informatique

Prise de données en forêt : tablette ou planchette ? Gaudin S., Beraud É., Theisen P., 2021, n° 257, p. 54-57.

Matériel végétal

Premier verger à graines de robinier faux-acacia en France. Merzeau D., Pastuszka P., 2021, n° 259, p. 10-12.

Parution

* *Un autre regard sur la forêt, un livre pour ouvrir les yeux.* Bertin S., propos recueillis par C. Pompougnac, 2021, n° 260, p. 58-60.

Pin maritime

Améliorer la résistance à la sécheresse du pin maritime. Raffin A., Bouffier L., Meredieu C., 2021, n° 256, p. 14-17.

Gestion combinée du sous-bois et de la fertilisation pour améliorer la production des peuplements de pin maritime. Trichet P., Merzeau D., Canteloup D., Bazas S., Cheval N., Février A., Maugard F., 2021, n° 257, p. 18-22.

Introduction de plantes légumineuses en Landes de Gascogne. Vidal D., Bakker M.-R., Bernier F., Delerue F., Denou J.-L., Domec J.-C., Lambrot C., Niollet S., Trichet P., Augusto L., 2021, n° 260, p. 50-57.

Point de vue

Quelle stratégie de plantation forestière pour l'Union européenne et la France ? Fady B., Davi H., Martin-St Paul N., Ricodeau N., Ruffault J., 2021, n° 257, p. 58-62.

* *Larguer les amarres forestières et penser comme des nomades, de la conservation du passé à la restauration du futur.* Le Bouler H., 2021, n° 259, p. 60-64.

Populiculture

* *Quel rythme d'élagage pour le peuplier ?* Paillassa É., 2021, n° 257, p. 14-17.

* *Peuplier et cerf : la clôture électrique, une solution face à une cohabitation impossible ?* Rousset A., Paillassa É., Girard C., 2021, n° 258, p. 6-9.

Post-tempête

Les observatoires des peuplements dévastés et mités après tempête, 1^{re} partie. Dynamique naturelle forestière dans les peuplements affectés par la tempête de 1999 après deux décennies. Laurent L., Lacombe É., Collet C., Dietz L., Dupouey J.-L., Gégout J.-C., Boulanger V., Gonin P., 2021, n° 260, p. 13-19.

Les observatoires des peuplements dévastés et mités après tempête, 2^e partie. Diagnostic pour optimiser la reconstitution des peuplements après tempête. Laurent L., Lacombe É., Collet C., Dietz L., Dupouey J.-L., Gégout J.-C., Boulanger V., Gonin P., 2022, n° 261, p. 53-60.

Santé des forêts

Impact des récentes sécheresses sur les essences forestières. Goudet M., Saintonge F.-X., 2021 n° 256, p. 6-13.

Bilan de la santé des forêts 2020. Carouille F., 2021, n° 257, p. 6-9.

Traitement irrégulier

La futaie irrégulière et les fonctions de la forêt : trente années d'observations par l'AFI. Sevrin É., 2021, n° 257, p. 44-47.

Disponible sur notre site



Forêt Méditerranéenne spécial « Cèdres » : lot de 3 revues

La revue Forêt Méditerranéenne propose trois numéros incontournables consacrés aux cèdres, qui portent sur :

- leur diversité génétique ;
- les espèces du sud et de l'est du bassin méditerranéen ;
- leur présence en France et leur historique, la gestion des peuplements, les aléas, et leur valorisation ;
- leurs valeurs esthétiques et représentations.

Numéros de juin, sept. et déc. 2021, entre 84 à 108 pages chacun.

www.foretpriveefrancaise.com/publications/voir/822

30 € le lot de 3, 21 x 29,7 cm

L'éventail de la flore des sous-bois

Un guide de poche pour naturalistes amateurs qui décrit près de 35 fleurs forestières les plus courantes pour les reconnaître avec :

- au recto : une illustration de la fleur et ses caractéristiques ;
- au verso : une photo de la fleur, avec une anecdote sur son écologie (comestibilité, cueillette, vertus médicinales...).

C'est un outil indispensable pour des parents, animateurs, enseignants et promeneurs !

librairie.foretnature.be/eventails/produit/430-l-eventail-de-la-flore-des-sous-bois

Éditions Forêt.Nature, avril 2021 - 8,90 €, 76 pages, 5 x 12 cm



Index acta phytosanitaire 2022 et sa nouvelle plateforme

Cet index est un ouvrage complet et pédagogique pour appréhender la protection des plantes. C'est la référence pour choisir et utiliser les produits phytopharmaceutiques et les biocides agricoles.

acta-editions.com/shop/a103-index-acta-phytosanitaire-2022-2105?order=editor+ASC%2C+publication_year+DESC#attr=

Acta éditions, novembre 2021.

46 €, 1040 pages, 24 x 15,5 x 3,2 cm



La collection de référence Index Acta s'est aussi développée avec une nouvelle plateforme, et une mise à jour en continu. Elle réunit toutes les informations indispensables sur les solutions de santé végétales : index-acta.fr



La forêt française. Une histoire politique

Daniel Perron

Ce livre nous invite à mieux découvrir les forêts que nous arpentons. Aujourd'hui, les forêts sont mondialement menacées par la déforestation, les incendies et les maladies ; cela fragilise un écosystème sans lequel l'humanité n'existerait pas. Alors qu'en France, les forêts réclament plus de soins, ce livre nous plonge dans notre histoire des idées et décisions qui les ont façonnées. Un sujet

politique sensible ; surtout, un espace naturel indispensable à notre avenir, qu'il nous faut aimer et toujours repenser.

editionsdelalube.fr/catalogue_de_livres/la-foret-francaise

Éditions de l'Aube, juin 2021. 26 €, 432 pages, 16,5 x 24 cm



Photographier les animaux sauvages. Matériel, Techniques, Connaissances, Éthique

Philippe Lustrat

La photographie animalière n'est pas sans risque pour les animaux et demande des connaissances de terrain approfondies afin de ne pas les déranger. L'auteur partage son expérience de 50 ans de photographies animalières pour aider les débutants à réaliser de jolis clichés des animaux libres et sauvages. Il fait aussi part des connaissances

techniques nécessaires pour régler correctement son appareil photo.

www.decitre.fr/livres/photographier-les-animaux-sauvages-9782867396960.html

Éditions du Puits Fleuri, octobre 2021. - 19 €, 173 pages, 11 x 18 cm



La mesure des arbres et des peuplements forestiers – Édition 2021

Jacques Rondeux

L'ouvrage est conçu comme un manuel de référence en dendrométrie destiné aux étudiants, enseignants, chercheurs et gestionnaires forestiers. Il aborde les principaux sujets traités d'une manière progressive en n'oubliant pas certaines approches « du passé » qui peuvent se révéler très utiles, pour mieux comprendre la dendrométrie. Auparavant cette science forestière se résumait à la seule « mesure des arbres » avec pour but la connaissance de leur volume. La lecture de l'ouvrage peut se faire à deux vitesses, l'une destinée à un public averti, l'autre privilégiant l'apprentissage.

pressesuniversitairesdeliege.be/produit/la-mesure-des-arbres-et-des-peuplements-forestiers/

Presses Universitaires de Liège, 3^e édition revue et augmentée 40 €, 736 pages



Revue Humanité et Biodiversité (H&B) N°6 Spécial forêt et biodiversité

Ce numéro spécial forêt et biodiversité répond à cette question d'actualité : de nombreux auteurs, d'horizons très variés, partagent leurs points de vue sur l'évolution de la biodiversité en forêt, l'impact de la gestion ou de son absence sur la biodiversité, des choix économiques, politiques et éthiques.

www.humanite-biodiversite.fr/articles/72065-la-revue-h-b-n6-special-foret-et-biodiversite

Édition 2020/2021, 270 pages.

Tarif non-adhérent : 10 € - Tarif adhérent : 7,5 €

Une photographie à l'honneur

Titre
Résilience

L'auteur :
Grégory Sajdak



Technicien forestier à l'IDF depuis 2009, il assure notamment les formations à la méthode Archi.

La photographie est tout d'abord une démarche artistique : c'est la recherche de l'esthétisme. Mais c'est aussi un moyen d'archiver et de transmettre une information. Quand ces deux principes sont réunis, on peut dire que la photo est réussie et surtout qu'elle sera réutilisée...

Commentaire de la photo :
Cette photographie a été prise lors de la préparation d'une formation ARCHI châtaignier.

La parcelle, remarquable, est un ancien verger en cours de rénovation ; elle est constituée de vieux sujets marqués par le temps. C'est l'illustration parfaite de ce que la résilience peut être pour un arbre. Pour une raison inconnue celui-ci a perdu tout son houppier d'origine mais a été capable de remplacer les parties manquantes.

Cette résilience n'est observable que si l'on laisse le temps aux arbres de s'exprimer. Savoir apprécier la résilience est aujourd'hui capital dans un contexte de changement climatique.



Les résineux

Tome 1 : Connaissance et reconnaissance

3^e édition entièrement revue et mise à jour

Philippe Riou-Nivert


Découvrez ce groupe botanique méconnu : histoire, anatomie, reconnaissance par les aiguilles, cônes, écorce ou silhouette, de plus de 60 espèces cultivées ou ornementales, indigènes ou exotiques...

Un ouvrage facile à lire, d'une richesse exceptionnelle ! Cette nouvelle édition intègre les dernières connaissances sur l'architecture des arbres et la nouvelle classification botanique.

Plus de 250 photos, dessins, schémas et cartes. 280 pages avec clés de détermination par les feuilles et aussi par l'écorce, les cônes ou la silhouette.

Format 16 x 24 cm

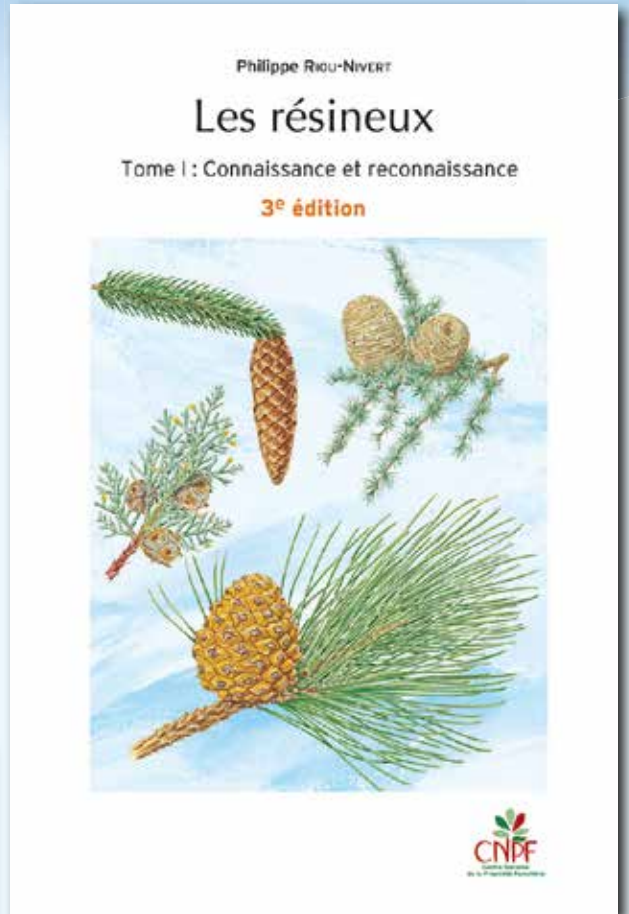
Réf. : ID121

Version papier :  **30 €**

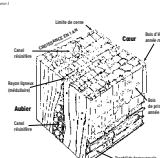
Version numérique :  **21 €**

La collection complète (tomes 1, 2 et 3) :

 **115 €**



Le bois



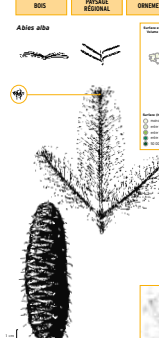
Le bois formé le plus récemment et qui sert à conduire la sève brute, est le **duramen**, ou "bois dur". Le bois formé le plus récemment et qui sert à conduire la sève brute, est le **duramen**, ou "bois dur". Le bois formé le plus récemment et qui sert à conduire la sève brute, est le **duramen**, ou "bois dur".

L'écorce et les mécanismes de protection de l'arbre




L'arbre se défend par sa sève résineuse et par la production d'un produit de défense efficace. C'est ce qui est appelé le **résineux**. Il doit en effet protéger sa croissance avec une résineuse de défense de l'écoulement de la sève et l'accumulation de résine.

ABIES ALBA



BOIS : Résineux, dur, blanc, à croissance lente.
PRINCEPS REGIONAL : Région Centre-Val de Loire.
ORNEMENT : Très apprécié pour sa silhouette et ses cônes.
PROTECTION : Résineux, dur, blanc, à croissance lente.

SAPIN PECTINE



BOIS : Résineux, dur, blanc, à croissance lente.
PRINCEPS REGIONAL : Région Centre-Val de Loire.
ORNEMENT : Très apprécié pour sa silhouette et ses cônes.
PROTECTION : Résineux, dur, blanc, à croissance lente.



Envoi du catalogue sur simple demande
CNPF - IDF, 47 rue de Chaillot, 75116 Paris
Tél. : 01 47 20 68 39, courriel : idf-librairie@cnpf.fr
Commande en ligne sur www.foretpriveefrancaise.com
rubrique librairie les publications de l'IDF