

Améliorer la capacité du chêne sessile à répondre à des sécheresses extrêmes : Réduction de la densité des peuplements

Étude dendro-écologique¹ de réseaux d'expérimentations sylvicoles à long terme

par Anna Schmitt², Raphaël Trouvé³, Claudine Richter⁴, Ingrid Seynave⁵, François Lebourgeois⁵

Dans un contexte de changement climatique, les gestionnaires ont besoin de bases scientifiques pour adapter leurs itinéraires sylvicoles. Cela passe notamment par l'étude de l'influence de la compétition sur la réponse au climat et à ses variations.

Pour adapter la forêt au changement climatique, le gestionnaire dispose de trois leviers principaux : **la meilleure connaissance des stations** (en particulier la capacité des sols à retenir l'eau et le bilan hydrique), **le choix des essences** et **la sylviculture** (notamment en réduisant la densité des peuplements). Le sylviculteur doit être accompagné pour mettre en place cette gestion innovante. La recherche doit pouvoir le guider vers des scénarios permettant d'améliorer la capacité du système à faire face au changement, tout en continuant à garantir les objectifs de gestion (qualité des produits bois et services écosystémiques).

Méthodologie : utilisation du réseau GIS Coop

Créé au début des années 1990, le Groupement d'Intérêt Scientifique Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers (GIS Coop) expérimente des traitements sylvicoles très contrastés sur cinq

essences françaises majeures (chênes sessile et pédonculé, douglas, pin laricio et pin maritime) dans des contextes pédoclimatiques variés⁶. Des inventaires dendrométriques sont réalisés périodiquement (4 à 10 ans) pour suivre les dynamiques des peuplements. Les gammes de sylvicultures très variées et les contextes pédoclimatiques couverts font de ces réseaux des outils essentiels pour étudier les interactions complexes entre sylviculture, climat et croissance et ainsi apporter des connaissances et des outils pour la définition de nouveaux itinéraires.

La croissance radiale annuelle des arbres, notamment celle du chêne sessile (*Quercus petraea*) étudiée ici, dépend de la disponibilité en eau et du niveau de compétition auquel il est soumis. **Nous supposons qu'en diminuant la densité du peuplement, la capacité du chêne à répondre à des événements extrêmes s'améliore.**

¹ Dendroécologie : étude des relations entre la croissance radiale des arbres et les facteurs du milieu.

² Université de Lorraine, AgroParistech.

³ Department of forest and ecosystem science, University of Melbourne Austria.

⁴ Département Recherche, développement et innovation Office national des forêts.

⁵ Université de Lorraine, AgroParisTech, Inra, Silva

⁶ Seynave *et al.*, 2018.

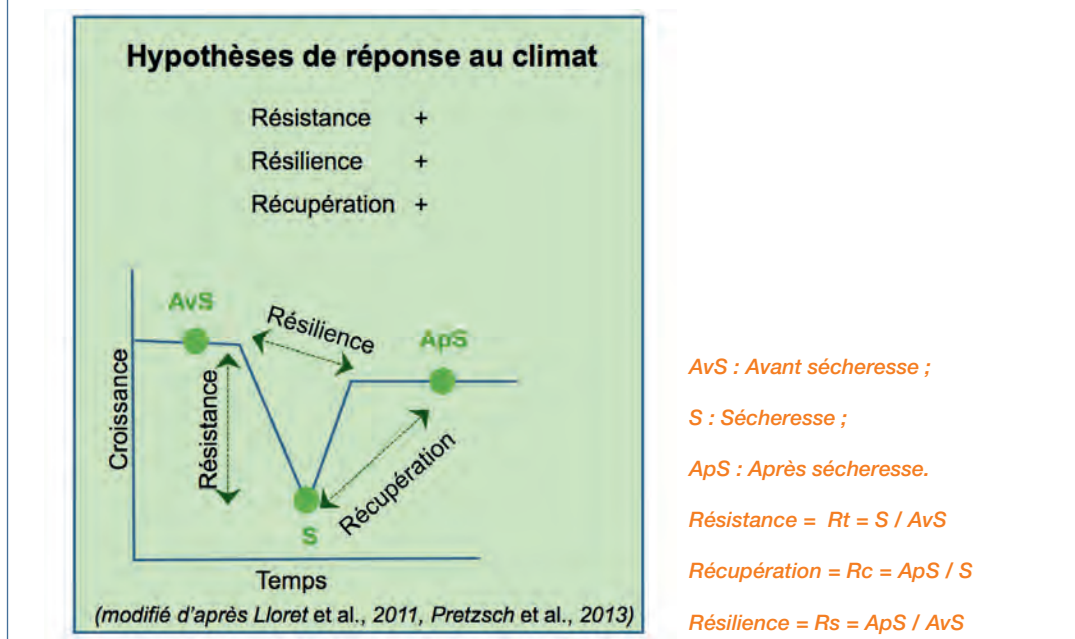
Tableau 1 - Nombre d'arbres échantillonnés selon les conditions hydriques et la densité de peuplement.

		Conditions hydriques			Total
		1 site « humide »	2 sites « mésophile »	1 site « sec »	
Densité	Forte (RDI ~ 0.9)	30	58	29	117
	Moyenne (RDI ~ 0.5)	-	53	28	81
	Faible (RDI ~ 0.2)	19	42	20	81
	Total	49	153	77	279

RDI : Relative Density Index (REINEKE, 1933). Le RDI est un indice de densité qui tient compte à la fois de la densité de tiges et de la surface terrière. Il est ainsi relativement indépendant de l'âge : un RDI proche de 1 correspond à un niveau de densité maximal ; un RDI proche de 0 correspond à un niveau de compétition très faible, où l'on peut considérer que les arbres sont en croissance libre ; un RDI de 0.5 correspond à la fourchette basse des préconisations actuelles en forêt publique. Les sites « humide », « mésophile » et « sec » ont respectivement un bilan hydrique estival moyen de - 182, - 126 et - 96 mm sur la période 1997-2012. Ce bilan hydrique estival a été calculé en faisant la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle calculée selon la formule de Turc (Lebourgeois et Piedallu, 2005).

2016	ADAREEX
Adaptation de la gestion aux changements climatiques : une étude dendroécologique sur le chêne sessile à partir de réseaux d'expérimentations sylvicoles à long terme	
François Lebourgeois	AgroParisTech

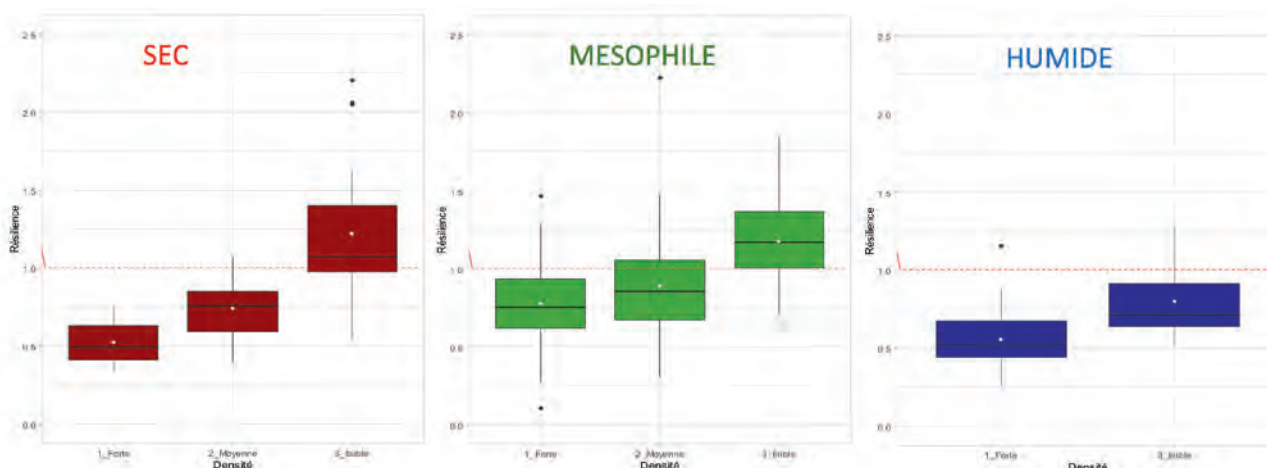
Figure 1 - Présentation des hypothèses de l'étude en lien avec les définitions de résistance, résilience et récupération.
selon Lloret et al. 2011 et Pretzsch et al. 2013.



Pour analyser la réponse du chêne sessile au climat moyen (période 1997-2012) et à la sécheresse de 2003, nous avons mesuré les cernes d'arbres soumis à plusieurs traitements sylvicoles dans différentes régions (approche dendroécologique) (Tableau 1, p. 43). La réponse à la sécheresse de 2003 a été appréhendée à partir des trois indices classiquement utilisés (résistance, récupéra-

tion et résilience) (figure 1). Au total, 279 arbres soumis à des niveaux de compétition et à des conditions pédoclimatiques différents ont été carottés sur 11 placettes du réseau GIS Coop. Les placettes représentaient 3 conditions climatiques (sites « sec », « mésophile », « humide ») et trois densités de peuplement (« faible », « moyenne » ou « forte »). De plus, les arbres échantillonnés ont été choisis dans

Figure 2 - Résilience des chênes à la sécheresse de 2003 en fonction des conditions hydriques et de la densité.



Les sites « humide », « mésophile » et « sec » ont respectivement un bilan hydrique estival moyen de -182, -126 et -96 mm sur la période 1997-2012 (bilan hydrique calculé en faisant la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle calculée selon la formule de Turc (Lebourgeois et Piedallu, 2005)). Les densités « forte », « moyenne » et « faible » correspondent respectivement à des Relative Density Index (RDI) de 0,9 ; 0,5 et 0,2. Les pointillés rouges indiquent que les croissances avant et après la sécheresse sont les mêmes. Les valeurs en dessous indiquent une croissance moindre par rapport au niveau initial.

différentes strates sociales, de manière à avoir des arbres dominants, co-dominants et dominés. Les placettes ont sensiblement le même âge : en moyenne, les chênes échantillonnés avaient 34 ans au moment du carottage (2012).

Diminuer la densité améliore la réponse à la sécheresse

Comme attendu, la croissance moyenne des chênes est plus forte sur site « humide » et sous faible densité. Quant à la réponse à la sécheresse de 2003, le statut social n'a pas modulé la réponse, contrairement à la densité de peuplement. La réduction de cette densité a en effet amélioré la résistance, la récupération et surtout la résilience (c'est-à-dire le retour d'une bonne croissance) et ceci particulièrement pour le site sec. Par ailleurs, les arbres échantillonnés sur les meilleures stations avaient une résilience plus faible que sur les stations sèche et mésophile (figure 2).

Perspectives : diminuer la densité ?

L'effet stationnel sur la résistance et la résilience a été montré sur des peuplements plus âgés⁷. L'analyse des réseaux GIS Coop, qui portent sur des peuplements plus jeunes et conduits selon des densités plus contrastées, montrent pour la première fois **un très fort effet de la sylviculture**. Bien que les expérimentations sur les réseaux sylvicoles à long terme doivent se poursuivre pour créer les outils d'aide à la décision les plus pertinents, nos résultats illustrent déjà bien l'influence de la sylviculture en cas de crise climatique

intense, mais aussi le rôle de l'adaptation locale des arbres dans leur réponse au climat. **Nous pressentons qu'il faudrait diminuer la densité du peuplement en dessous des seuils classiquement pratiqués pour améliorer la capacité des chênes à résister aux aléas**. Cependant, il faut pour l'instant rester vigilant face aux exigences de la sylviculture du chêne et aux objectifs de qualité. En effet, la forme et la qualité de l'arbre doivent être préservées⁸ et la productivité maintenue dans tous les itinéraires sylvicoles⁹. ■

Remerciements : Nous remercions le Labex ARBRE et le RMT AFORCE pour leur soutien. Nous remercions également tous les membres du GIS Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers (GIS Coop) et le Ministère en charge des forêts pour son soutien financier au GIS Coop. Nous tenons à remercier plus particulièrement les membres du groupe Chênes (ONF, Irstea, INRA et AgroParisTech) pour la gestion des dispositifs expérimentaux utilisés pour cette étude et la mise à disposition de leurs données.

Résumé

Le chêne sessile, essence forestière majeure en France, pourrait voir sa croissance de plus en plus affectée par des sécheresses comme cela a déjà été observé après les événements de 1976, 2003 ou 2018. Nous étudions ici l'effet de la réduction de la densité de peuplement (i) sur la réponse moyenne de sa croissance radiale au climat et (ii) sur sa résistance, résilience et récupération suite à la sécheresse de 2003. Nos résultats montrent que diminuer la densité de peuplement améliore la réponse à la sécheresse

Mots-clés : gestion adaptative, dendroécologie, sécheresse, croissance.

Bibliographie

Lebourgeois F. et Piedallu C., 2005. *Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques*. Revue de géographie alpine 57 (3): p. 331-56.

Lloret F., Keeling E. G., Sala A., 2011. *Components of Tree Resilience: Effects of Successive Low-Growth Episodes in Old Ponderosa Pine Forests*. Oikos 120 (12). p. 1909-1920. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19372.x>.

Pretzsch H., Chütze G. et Uhl E., 2013. *Resistance of European Tree Species to Drought Stress in Mixed versus Pure Forests: Evidence of Stress Release by Inter-Specific Facilitation*. Plant Biology (Stuttgart, Germany) 15 (3) p. 483-95. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00670.x>.

Reineke L.H., 1933. *Perfecting a stand-density index for even-aged forests*. Journal of Agricultural Research 46. p. 627-638.

Seynave I., Bailly A., Balandier P., Bontemps J.-D., Cailly P., Cordonnier T., Deleuze C. et al. 2018. *GIS Coop: Networks of Silvicultural Trials for Supporting Forest Management under Changing Environment*. Annals of Forest Science 75 (2). 48 p. Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s13595-018-0692-z>.

Trouve R., Bontemps J.-D., Collet C., Seynave I., et Lebourgeois F., 2016. *Radial Growth Resilience of Sessile Oak after Drought Is Affected by Site Water Status, Stand Density, and Social Status*. Trees, octobre. Disponible sur : <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1479-1>.

Trouve R., Bontemps J.-D., Collet C., Seynave I., et Lebourgeois F., 2019. *When Do Dendrometric Rules Fail? Insights from 20 Years of Experimental Thinnings on Sessile Oak in the GIS Coop Network*. Forest Ecology and Management 433 (février): p. 276-86. Disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.007>.

Trouve R., Bontemps J.-D., Collet C., Seynave I., et Lebourgeois F., 2015. *Stand Density, Tree Social Status and Water Stress Influence Allocation in Height and Diameter Growth of Quercus Petraea (Liebl.)*. Édité par Annikki Mäkelä. Tree Physiology 35 (10): p. 1035-46. Disponible sur : <https://doi.org/10.1093/treephys/tpv067>.

⁷ Trouve et al. 2016.

⁸ Trouve et al. 2015 ; 2019.

⁹ Trouve et al. 2019.