



Comparaison et sélection de provenances françaises de chêne sessile, grâce à une approche de génétique quantitative

Quentin Girard, Chlotilde Boubée de Gramont

► To cite this version:

Quentin Girard, Chlotilde Boubée de Gramont. Comparaison et sélection de provenances françaises de chêne sessile, grâce à une approche de génétique quantitative. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2022, 76, pp.26-35. hal-04001903

HAL Id: hal-04001903

<https://hal.science/hal-04001903>

Submitted on 23 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Comparaison et sélection de provenances françaises de chêne sessile, grâce à une approche de génétique quantitative

En dépit des évolutions climatiques, le chêne demeure une essence emblématique de la forêt française et les questions d'adaptation font de la plantation -avec le choix des provenances- un enjeu plus crucial que jamais. L'ONF et INRAE suivent depuis plus de 30 ans un impressionnant réseau de tests de provenances qui permet aujourd'hui d'affiner les recommandations pour le chêne sessile.

Les chênes occupent une place importante dans la forêt française. Qu'elles soient dominées par des sessiles, des pédonculés ou des pubescents, les chênaies représentent 32 % de la surface forestière métropolitaine. Avec une richesse écosystémique associée élevée, une dimension patrimoniale forte ou une valorisation économique et d'usage qui place son bois parmi les plus recherchés, le chêne fait l'objet depuis plusieurs décennies d'investissements importants. La plantation de chênes est depuis longtemps un enjeu essentiel, qu'il s'agisse de reconstituer des peuplements ruinés ou encore de pallier des échecs de régénération naturelle. Sa maîtrise est donc primordiale pour les forestiers.

Au-delà de la technique culturale ou encore de l'adéquation avec la station, la sélection des provenances a une place importante. Basée sur la comparaison de leur phénotype (expression visible des caractères génétiques telle que la phénologie, la croissance ou encore la rectitude), cette sélection permet d'augmenter les chances d'obtenir un peuplement de tiges qui donne satisfaction au forestier, notamment au stade d'installation du jeune peuplement (adaptation au risque de gelée tardive, affranchissement rapide de la concurrence de la végétation accompagnatrice et de la pression du gibier ou obtention de tiges d'avenir de meilleure qualité). Cette sélection revêt aujourd'hui une dimension supplémentaire dans le cadre du changement climatique : la sélection de provenance adaptée au climat actuel et futur étant également un critère de plus en plus important (débourrement tardif ou précoce, sensibilité à la sécheresse...).

Dans cette optique de sélection génétique et phénotypique, un réseau de comparaison de provenances de chêne a été installé par un partenariat entre l'ONF et l'INRA à la fin des années 1980 : un réseau gigantesque et sans pareil : 160 000 plants de plus de 120 provenances de chênes sessile et pédonculé venus de l'Europe entière, plantés sur 4 sites au cours de 4 années différentes. Une aventure scientifique et humaine qui commence aujourd'hui à porter ses résultats.

L'étude présentée ici s'intéresse à la comparaison des nombreuses provenances françaises de cette expérimentation, dans le bassin de production sous les conditions climatiques actuelles. Cette comparaison a pour objectif d'identifier les provenances présentant les meilleures caractéristiques de vigueur, survie, phénologie et qualité et de les regrouper sur la base de la similitude de ces traits, avec comme optique de fournir au gestionnaire et au ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire des références pour le choix des matériels forestiers de reproduction. Cette étude est d'autant plus intéressante que nombre des provenances françaises étudiées dans le cadre de ce réseau sont issues des peuplements porte-graines référencés par le ministère de l'Agriculture et déjà utilisés pour la fourniture de graines (à l'exception de ceux qui ont été exploités depuis l'installation du réseau). La plupart des provenances étudiées ici sont donc « sélectionnées » mais n'avait jusqu'ici jamais été testées. Le détail de ces résultats a fait l'objet d'une publication dans *Annals of Forest Science* (Girard et al., 2022), dont cet article se veut être un résumé.

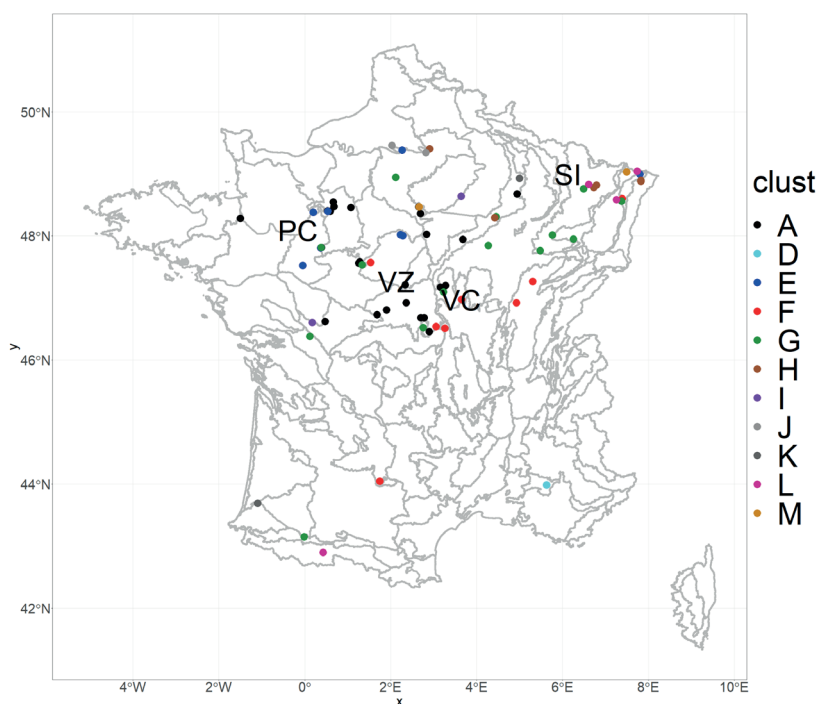
Le réseau génétique Chêne

Le réseau génétique des chênes blancs est un ensemble de tests de provenances lancés par l'ONF et l'INRA en 1986. Il regroupe des provenances de chêne sessile (*Quercus petraea*) et pédonculé (*Quercus robur*) dont les glands ont été récoltés dans plusieurs pays d'Europe allant du sud de la France jusqu'au sud de la Scandinavie, et de l'Irlande jusqu'à la Géorgie. Les peuplements ayant servi à ces récoltes ont été choisis parmi des peuplements sélectionnés et des peuplements à l'identité spécifique bien établie (uniquement des sessiles ou uniquement des pédonculés). Les récoltes ont été réalisées au cours de 4 années (1986, 1987, 1989 et 1992) qui correspondent par la suite à 4 tranches de plantation. La tranche contient ainsi les effets de l'année de récolte, de l'année de plantation et du climat au cours des premières années de croissance. Au total, 126 provenances ont été récoltées, dont 110 de sessile et 16 de pédonculé ; 74 sont des provenances françaises, dont 3 de chêne pédonculé. Les plants obtenus ont ensuite été plantés au sein de l'aire de production française, plus précisément sur 4 sites du bassin de production dont 3 sur des stations adaptées à la sylviculture du chêne selon un gradient Est-Ouest : le site de Petite Charnie (PC, climat océanique), Vincence (VC, climat océanique altéré), Sillegny (SI, climat semi-continentale). Le 4^e est le site de Vierzon (VZ), défavorable à l'installation du chêne (sol podzol et climat océanique altéré, testé pour comparer les provenances en contexte difficile) (Fig. A). Au total, ce sont donc 16 dispositifs (4 sites, 4 tranches) qui ont été installés et suivis depuis 20 ans (Encadré).

Campagnes de mesures au cours des 20 premières années

Pour chaque tige, plusieurs mesures ont été réalisées à différents moments de la croissance des plants, de façon homogène pour chaque site :

- la hauteur (HT) à 4 et 10 ans, qui est un indicateur de la vigueur et de la capacité d'une tige à s'affranchir de la compétition herbacée et de la pression du gibier,
- la circonférence à 1m 30 (CIR) à 10 et 20 ans, une indication sur la dynamique de croissance de la tige,
- le stade du débourrement à 3 ans (DEB3), estimé selon une échelle allant de 0 à 5 (0 = bourgeon dormant, 1 = bourgeon gonflé, 2 = bourgeon éclatant, 3 = début de l'expansion d'une feuille, 4 = feuille libre, 5 = les entre-nœuds s'allongent). Cette notation est associée à la date de passage sur le dispositif, laquelle n'est pas comparable entre les dispositifs. Elle constitue un indice sur la précocité de la provenance et donc son exposition potentielle aux gelées tardives.
- le taux de survie à 10 ans (SURV10) en notation binaire (0 si la tige est morte et 1 sinon).
- la forme à 10 et 20 ans (SHP10/20), déterminée en suivant une échelle allant de 0 (plus mauvaise forme) à 10 (forme idéale). C'est une indication de la qualité qui laisse supposer que l'arbre mature aura un tronc droit, sans fourche et peu de branchaison.



← **Figure A.** Localisation des sites du test de provenance (PC, SI, VC, VZ) et des provenances françaises testées (points) par rapport aux sylvo-eco-région de l'IFN.
PC = Petite Charnie ; SI = Sillegny ; VC = Vincence ; VZ = Vierzon
La couleur des points renvoie aux résultats de l'étude détaillée par la suite (Fig. B et annexe)

Chaque dispositif est divisé en macro-blocs (contrôle des variations locales de fertilité), eux-mêmes divisés en micro-blocs (contrôle de l'effet mesureur) de 8 placettes composées de 24 tiges issues de la même provenance (4 colonnes x 6 lignes). Dans un macro-bloc, les provenances sont représentées par 2 à 3 placettes, soit environ 120 à 384 tiges par dispositif selon le nombre de macro-blocs.

La densité de plantation est de 1905 tiges par hectares espacées de 3 x 1,75 m. (data paper Ducouso et al., 2022). Le test de provenance contient au final près de 160 000 arbres et regroupe près de 2 millions de données.

Les indices de performance

Sur la base de ces campagnes de mesures, l'objectif de l'étude est de déterminer les meilleures provenances de chêne pour la plantation, sur les critères de vigueur, de phénologie (débourrement) et de forme, pour les sites favorables à l'installation du chêne. Nous ne nous intéressons qu'aux provenances françaises. Les deux espèces de chênes, sessile et pédonculés, seront analysées.

Les caractères de forme, de croissance et de phénologie de chaque tige ont donc été analysés en contrôlant au maximum les effets mesureurs, les variations de fertilité intra dispositif ou encore la compétition entre tiges. Le site de Vierzon a été exclu de l'analyse car ne représentant pas un site favorable au chêne. Cette analyse s'est faite grâce au logiciel R et à la librairie *breedR* (modèles statistiques) de l'UMR BioForA. Au total, il a fallu près de 168 modèles de toutes sortes (sur variables continues ou qualitatives, certains nécessitant près de 8 heures de calcul !) pour pouvoir obtenir un indice de performance pour chaque provenance et chaque variable phénotypique valable pour l'ensemble des sites et des tranches (Encadré).

Le calcul de ces modèles a permis d'estimer pour chaque provenance et chaque trait (variables), un coefficient de régression que l'on peut assimiler à un indice de performance de cette provenance lorsqu'elle est plantée dans une station favorable du bassin de production du chêne (moitié Nord de la France).

Analyses statistiques des performances des provenances

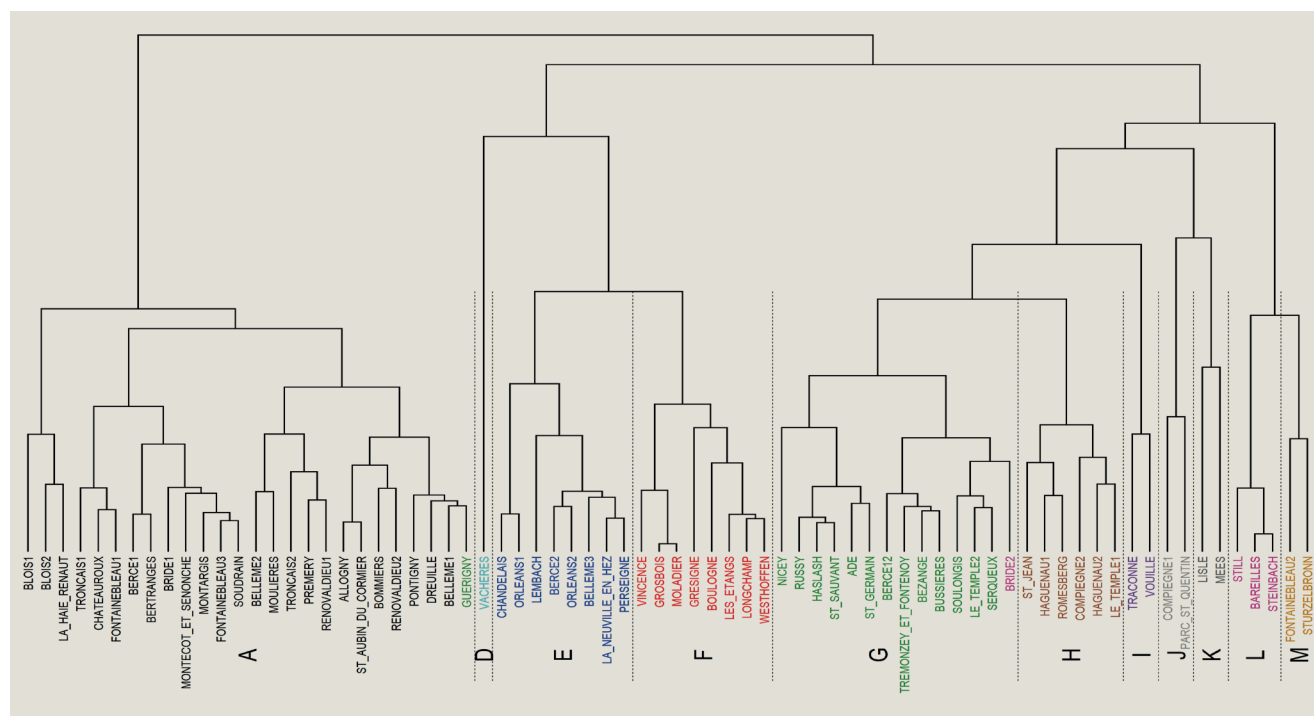
Les modèles appliqués pour comparer les caractéristiques phénotypiques des provenances dépendent de la nature (continue, binomiale, factorielle) de la variable considérée (Tab. 1). L'analyse prend toujours en variable fixe le paramètre « provenance » qui est la variable à expliquer. Afin de contrôler les effets des autres composants du dispositif, ont été ajoutés en variables aléatoires des paramètres tels que le macro-bloc, le micro-bloc, la placette.

Les variables continues (HT et CIR) ont été corrigées de l'effet de la station sur la croissance des tiges par une modélisation spatiale des résidus (HTcor, CIRcor). De plus, pour intégrer la compétition qui apparaît entre 10 et 20 ans entre une tige et ses voisines les plus proches, l'accroissement de la circonférence entre 10 et 20 ans (aCIR10_20) a été privilégié en l'associant à des indices de compétition calculés à partir de la surface terrière des voisins de chaque tige. Les modèles obtenus ont été appliqués de façon progressive aux différentes échelles pour chaque variable : 12 modèles monosite et monotranche, 4 modèles multisite et monotranche et enfin un modèle multisite et multitranché pour obtenir 1 indice par provenance et par variable, utilisé ensuite pour la classification.

Les coefficients de régression finalement obtenus à partir de ces modèles sont donc équivalents à des indices de performance : plus ils sont élevés, meilleure est la provenance dans son potentiel d'installation d'un peuplement d'avenir (Tab. 1). Il y a toutefois une exception dans cette interprétation : l'indice de débourrement. Si un débourrement tardif (indice faible) est peu souhaitable (croissance plus faible et exposition aux sécheresses de printemps), un débourrement précoce (indice élevé) rend les plants très sensibles aux gelées tardives.

Variable	Type de variable	Modèle utilisé	Signification d'un coefficient élevé
Hauteur	Continue	Modèle linéaire	Hauteur plus élevée, vigueur juvénile
Circonférence	Continue	Modèle linéaire avec co-variable traduisant la compétition	Croissance plus forte, vigueur juvénile
Survie	Binomiale	Logistique	Probabilité de survie élevée
Débourrement	Factorielle ordinale	Polytomique ordinal	Débourrement précoce
Note de forme	Factorielle ordinale	Polytomique ordinal	Tige bien conformée

↑ **Tableau 1.** Variables étudiées et modèles associés



↑ **Figure B.** Résultat de la CAH : dendrogramme des provenances françaises.

La discontinuité alphabétique vient de ce que le groupe A est la fusion de trois groupes initiaux (A, B, C) finalement très proches.

Classification des provenances

Dans le but de mieux identifier les tiges aux traits avantageux et de regrouper les provenances ayant des caractéristiques similaires, une classification de ces provenances a été faite, sur la base de ces indicateurs (centrés et réduits). Auparavant, une sélection a été faite parmi ces indicateurs : le taux de survie n'a ainsi pas été retenu (avec un niveau supérieur à 90% pour chaque provenance, il ne permettait pas de discriminer les provenances), ainsi que les mesures de hauteur à 4 ans et de circonférence à 10 ans, celles-ci étant fortement corrélées à HT10 et répétant cette information.

La méthode utilisée pour la cette classification est donc une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) : sur la base de « la distance » entre provenances (écart de leurs valeurs de coefficients), les provenances les plus « proches » (aux valeurs de coefficients similaires) sont progressivement réunies jusqu'à obtenir des groupes suffisamment « distants » entre eux pour considérer qu'ils sont différents. Cette démarche est validée par la méthode des k-means qui peut amener à un réajustement de l'appartenance à un groupe de certaines provenances. Les groupes de provenances (clusters) obtenus ont ensuite été expertisés pour s'assurer de leur pertinence et de l'homogénéité intra-cluster des caractères des provenances. On obtient ainsi 11 groupes, les clusters, de provenances aux caractéristiques homogènes et représentés par des lettres : A, D, E, F, G, H, I, J, K, L et M (Fig. B). Il est possible de caractériser chaque groupe de provenances par leurs espèces et leurs caractères phénotypiques (Fig. C).

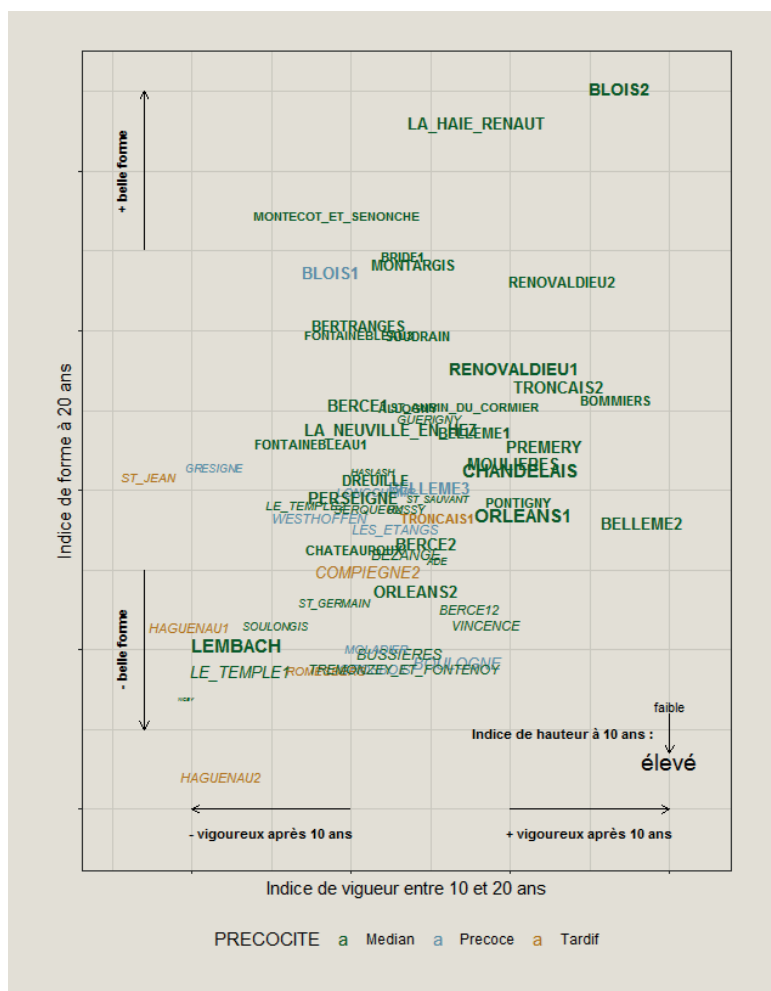
Les clusters A, E, F, G et H constituent un continuum des provenances aux meilleurs potentiels de forme et de croissance. La séparation en 5 clusters est liée principalement à la phénologie et à la vigueur au cours des 10 premières années, mais aussi à un gradient de l'accroissement au cours des 10 années suivantes et un gradient de la forme, même si ces deux derniers ne sont pas clairement tranchés entre clusters. Les provenances du cluster A ont en moyenne une plus belle forme et une bonne dynamique de croissance.

Le cluster E regroupe les provenances avec les meilleures hauteurs à 10 ans. Le cluster F est composé de provenances précoces alors que le cluster G rassemble des provenances à plus faible croissance initiale tandis que le H est caractérisé par les peuplements les plus tardifs. Les clusters G et H ont des potentiels de croissance moyens voire plus faibles que le reste des clusters du continuum. Ils sont considérés comme la queue de peloton du continuum.

Les clusters L et M regroupent les provenances avec les plus belles formes à 10 ans, cependant cette caractéristique ne permet pas de compenser leur faible potentiel de croissance. Le cluster M est également composé de provenances au débourrement très tardif qui les expose aux sécheresses printanières : la réserve en eau du sol a déjà en partie utilisée par les espèces concurrentes lors de leur débourrement. Par ailleurs, ce débourrement tardif peut également expliquer la faible croissance de ces provenances dont la saison de croissance commence plus tard.



← **Figure C.** Distribution des provenances selon les indices de performance sélectionnés (coefficients du modèle centrés et réduits).
aCIR10_20 = accroissement en circonférence entre 10 et 20 ans ; DEB3 = précocité du débourrement ; HT10 = hauteur à 10 ans ; SHP10 et SHP20 = forme à 10 et 20 ans



↑ **Figure D.** Distribution des provenances du continuum des clusters AEF GH

Les clusters J et K sont composés des provenances de chêne pédonculé (à l'exception de PARC ST QUENTIN) aux caractères physiologiques très différents du reste et plus caractéristiques d'un comportement post-pionnier : hauteur correcte à 10 ans mais faible accroissement ensuite, mauvaises formes, débourrement tardif.

Les provenances du cluster I ont les valeurs de hauteur les plus faibles et risquent d'être plus sensibles à la végétation concurrentielle lors de leur installation.

Le « cluster » D correspond uniquement à la provenance de Vachères qui s'écarte du reste des provenances du fait de son phénotype singulier (très précoce, très faible accroissement en circonférence et hauteur, forme moyenne).

On étudie plus en détail le continuum AEF GH qui contient les provenances aux caractères les plus prometteurs pour la plantation.

Le continuum AEF GH

Au sein de ce continuum qui représente les meilleures provenances potentielles (Fig. D), on peut identifier des provenances aux caractères avantageux pour la forme, la dynamique et la hauteur (BLOIS2, LA HAIE RENAUT). En outre, les provenances de CHANDELAIS, ORLEANS 1 et 2, RENOVALDIEU, BELLEME 2 se démarquent par leur forte hauteur. On peut identifier également des provenances telles que LEMBACH ayant une dynamique moins forte et une plus mauvaise forme que les autres provenances mais qui présente une bonne hauteur à 10 ans. Enfin, on peut noter des provenances telles que BLOIS1 ayant une bonne vigueur et une bonne dynamique de croissance mais avec une date de débourrement précoce.

Indice de performance	Amplitude moyenne de l'intervalle de confiance
aCIR10_20	4.49
HT10	5.01
SHP20	3.67
DEB3	1.20

↑ **Tableau 2.** L'amplitude moyenne des intervalles de confiance à 95% des indices de performance centré réduit.

Il y a donc possibilité de hiérarchiser les provenances du continuum. Cependant, les différences ne sont pas forcément significatives, au vu de l'amplitude moyenne des intervalles de confiance de chaque provenance (Tab. 2, à comparer avec les ordonnées de la Fig. C). En effet, la différence en indice de performance d'accroissement en circonférence entre les extrêmes (BLOIS2 et LEMBACH) est de 2,5, quand l'amplitude d'un intervalle de confiance à 95% est de 4,5 pour cette variable. La supériorité de BLOIS2, par rapport à LEMBACH n'est donc pas garantie, même si elle est réelle. Cette conclusion s'applique également aux caractères de forme et de hauteur. En revanche, on peut significativement différencier les provenances du continuum en fonction de leur débournement, ce qui a un intérêt quand il s'agit de planter une provenance dans une région sujette aux gelées tardives.

Zone de validité de la classification

En parallèle de cette classification, ces analyses à l'échelle multisite et multitranche ont permis d'observer l'effet des autres paramètres (site, tranche, croisement des deux, placette, bloc...) ainsi que de l'effet de leur interaction avec la provenance. Or, il s'avère que l'effet de ces interactions sur la variabilité des caractères est négligeable, comparé aux effets des autres paramètres (Fig. E): le classement des provenances selon leur performance ne change pas significativement d'un site à l'autre. Ce résultat indique qu'une provenance performante dans une région de provenance donnée le sera également dans d'autres régions du bassin de production.

Ce résultat permet d'étendre la zone de validité de la classification obtenue au bassin de production du chêne, situé dans la moitié nord de la France et représenté par nos 3 sites de test. Plus précisément, les groupements obtenus sont validés sur les sites favorables à l'installation du chêne sessile présentant en particulier les caractères suivants :

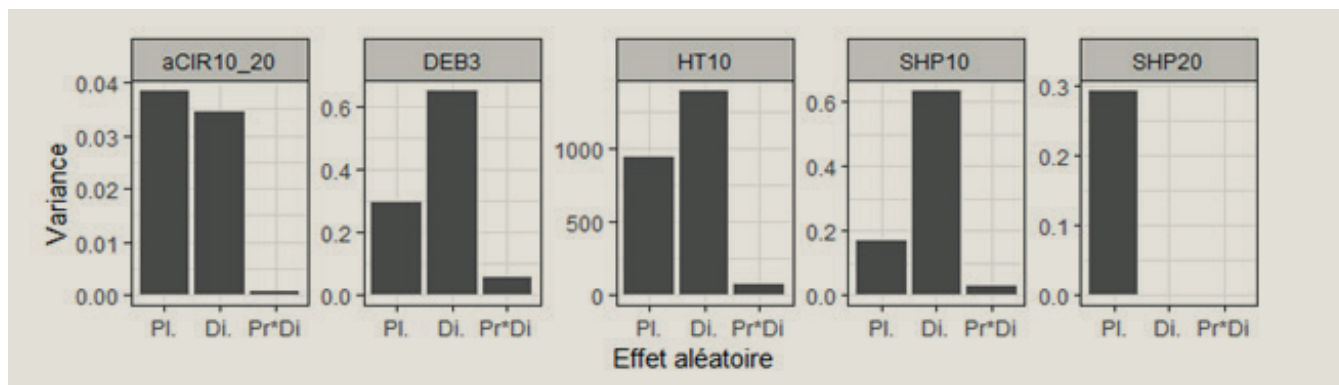
- des zones avec peu de relief,
- caractérisées par un sol brun acide ou lessivé,
- climat océanique à semi-continentale ($T_{moy} = 10-13^{\circ}C$, précipitation = 700-900mm),
- sans engorgement important du sol ni de présence marquée de podzol.

De plus, alors que les [Conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières](#) du ministère de l'Agriculture privilégient la plantation de provenances locales, supposées plus adaptées, l'absence d'interaction entre la provenance et son lieu de plantation sur son potentiel d'avenir (toujours dans la zone de validité de l'expérimentation) indique que cette précaution ne se justifie pas d'un point de vue phénotypique.



© Eric Facon / FBf

↑ Chêne sessile de Bercé



↑ **Figure E.** Variance (« quantité de variation ») des indicateurs étudiés portée par les placettes (Pl.), les dispositifs (Di., croisement du site et de la tranche) et l'interaction provenance*Dispositif (Pr*Di)

Quelles provenances pour la plantation ?

Les provenances privilégiées pour la plantation dans la zone de validité de l'étude (bassin de production) sont donc les **provenances des clusters A et E**. Elles représentent un pool de 33 provenances aux caractères phénotypiques plus avantageux que le reste des provenances du test tout en assurant une bonne diversité génétique. Les provenances du cluster G ne sont pas à négliger pour autant puisque malgré leurs performances moyennes, on ne peut certifier qu'elles sont moins avantageuses que les provenances des clusters A et E. En revanche les provenances du cluster H sont à éviter en raison de leur débourrement tardif qui les expose aux sécheresses printanières. Enfin, les provenances du cluster F peuvent être envisagées dans des régions moins sujettes aux gelées tardives.

Les provenances des clusters en dehors du continuum AEF GH sont déconseillées pour la plantation car elles présentent des caractères contraires aux exigences sylvicoles dans la zone de validité (exposition aux sécheresses printanières, sensibilité à la compétition, mauvaise forme et faible croissance).

La plupart des provenances testées proviennent des peuplements classés ou anciennement classés sous l'égide du ministère de l'Agriculture (voir liste en annexe p. 34). Ainsi :

- parmi les 33 provenances de ces clusters A et E, 16 sont issues de peuplements classés actuels,
- tandis que 20 provenances testées sont issues de peuplements classés mais n'appartiennent pas aux clusters A et E.
- De plus, il existe d'autres peuplements classés qui n'ont pas été évalués dans le réseau. Leur absence dans le classement ne signifie pas qu'ils ne sont pas performants.

Enfin, l'analyse des provenances « jumelles » (provenances issues de la même forêt mais récoltées sur des parcelles différentes) a montré que les descendants de ces peuplements présentaient les mêmes expressions phénotypiques pour les caractères étudiés. Ce résultat implique que l'on pourrait étendre la sélection des peuplements conseillés pour la plantation à l'ensemble des parcelles de chênaies de la même forêt, en âge de produire des glands et présentant une station semblable à celle testée dans l'expérimentation.

Provenances françaises vs européennes

Pour finir, l'étude a permis de comparer succinctement les provenances françaises des clusters A et E avec des provenances étrangères. Ces provenances françaises retenues précédemment pour être conseillées en plantation se révèlent plus performantes en croissance que les provenances européennes avec une dynamique et une vigueur plus fortes. En termes de forme, on ne peut pas identifier de différences entre provenances françaises et étrangères. Quant au débourrement, la précocité est liée au gradient latitudinal, un effet bien connu avec des provenances sud plus précoces. L'étude révèle cependant certaines provenances européennes aux caractères exceptionnels, notamment les provenances britanniques pour la forme à 20 ans, la dynamique et la vigueur (BLAKENEY, COOLGREANY).



↑ Chêne sessile de Blois

© Manon Genin / ONF

En conclusion

La particularité de cette étude est d'avoir réalisé, pour la première fois, la comparaison et l'évaluation de performance de nombreuses provenances de chêne sessile, dont certaines sont issues de peuplements classés (ou sélectionnés) dans le cadre de la politique de production de matériels forestiers de reproduction. De cette démarche, il ressort qu'un pool d'une trentaine de provenances de chêne sessile (les clusters A et E) peut être recommandé pour la plantation dans la zone du bassin de production de l'espèce. Pour ces provenances dont on a prouvé la supériorité pour un ou plusieurs caractères phénotypiques, il pourra être envisagé une démarche d'identification de matériel forestier de reproduction plus poussée à travers la labellisation « **étiquette bleue** », c'est-à-dire une reconnaissance comme provenance « **testée** ».

Par ailleurs, parmi ces provenances à fort potentiel, se trouve nombre de forêts réputées et gérées en futaie régulière depuis plusieurs siècles et générations de peuplements et qui donne ce que certains appelle « les grands crus » (Blois, Tronçais, Bellême, Rénovaldieu...). Le travail des générations de forestiers qui se sont succédé pour l'amélioration des peuplements (éclaircies, sélections des tiges, régénération) semble aboutir aujourd'hui à un gain génétique de leurs semences, donnant des chênes aux phénotypes supérieurs : une fierté pour ces forestiers.

Pour finir, il s'avère tout à fait possible de planter des peuplements en dehors de leur région de provenance sans craindre d'affecter leur potentiel productif (à condition de rester dans un contexte stationnel du bassin de production adapté au chêne). La possibilité de planter des provenances de régions plus sèches donne donc la perspective d'anticiper les effets du changement climatique tout en gardant de bon potentiel de croissance et de qualité (Doucerein, 2020). Mais dans la perspective d'un changement climatique important, il serait intéressant de développer un dispositif (à plus petite échelle) dans une zone du sud de la France qui présente actuellement les conditions climatiques futures du bassin de production afin de tester la pérennité de notre classification.

REMERCIEMENTS

Le réseau génétique chêne a bénéficié des financements d'INRAE et de l'ONF. Un grand merci à tous les ouvriers, agents et techniciens ayant participé aux suivis des dispositifs.

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement Alexis Ducouso et Antoine Kremer qui sont à l'origine du réseau et qui ont assuré sa pérennité mais également Brigitte Musch pour son soutien tout au long de ce projet.

Quentin Girard¹, Clothilde Boubée de Gramont²

1. ONF – Département Gestion Durable et Multifonctionnelle des Forêts

2. UMR INRAE-ONF BioForA, Orléans (jusqu'en 2020)

RÉFÉRENCES

- Ducouso A., Ehrenmann F., Girard Q., Lamy J.B., Louvet J.M., Reynet P., Musch B., Kremer A., 2022. Long-term and large-scale *Quercus petraea* population survey conducted in provenance tests installed in France. [Data paper], *Annals of Forest Science*
- Ducouso A., Louvet J.M., Fauchet M., Legroux P., Jarret P., Kremer A., 2004. Révisions des régions de provenance et peuplements sélectionnés: le cas des chênes pédonculé et sessile, *Rendez-vous technique*, Hors-série 1, p.33-42, ONF
- Girard Q., Ducouso A., Boubée de Gramont C., Louvet J.-M., Reynet P., Musch B., Kremer A., 2022. Provenance variation and seed sourcing for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in France, *Annals of Forest Science*
- Doucerein M., 2020. Chêne sessile, quelles provenances pour l'avenir ? Mémoire de fin d'études, AgroParisTech. Nancy : AgroParisTech. 55p.
- Ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire, consultation 2022. Graines et plants forestiers : conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières, fiches Chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl.) et chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) <en ligne : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-ressources-genetiques-forestieres> >

ANNEXE

Liste des provenances françaises testées dans le "réseau génétique chêne", associées aux peuplements classés.

La colonne « Provenances » désigne (nom de forêt) les provenances testées, qui appartiennent à la « région de provenance » indiquée et dont les glands ont été récoltés dans la « parcelle testée », parfois incluse complètement ou en partie dans un « peuplement classé en 2018 » (selon la liste en vigueur moment des analyses). Le « type » de provenance correspond à la codification suivante :

- 0 = la provenance testée ne fait pas partie des peuplements classés de la forêt ni lors de la récolte des glands, ni en 2018.
- 1 = la provenance testée fait partie des peuplements classés en 2018
- 2 = la provenance testée était classée lors de la récolte mais ne l'est plus en 2018 (en régénération, amélioration...)
- 3 = la provenance testée a été récoltée sur plusieurs parcelles dont seulement quelques-unes sont classées en 2018.

Détail de provenance					
Provenances	Région de provenance	Peuplements sélectionnés 2018	Ident_select	Parcelle testée	clust
ALLOGNY	QPE107	QPE107-004	2	118	A
BELLEME2	QPE104	QPE104-002	2	67	A
BERCE1	QPE106	QPE106-001	2	113	A
FONTAINEBLEAU1	QPE105	QPE105-002	2	544	A
FONTAINEBLEAU3	QPE105	QPE105-002	2	854	A
LA_HAIE_RENAUT	QPE212	QPE212-002	2	31, 32	A
MONTECOT_ET_SENONCHE	QPE104	QPE104-005	3	39 Montecot, 161 Senonche	A
PONTIGNY	QPE212	QPE212-006	2	108, 109	A
PREMERY	QPE422	QPE422-003	3	61, 62, 63	A
TRONCAIS1	QPE411	QPE411-002	1	89	A
BERTRANGES	QPE422	QPE422-002	1	253	A
DREUILLE	QPE411	QPE411-003	1	37, 41	A
SOUDRAIN	QPE107	QPE107-003	1	115	A
MOULIERES	QPE311	QPE311-003	1	251	A
MONTARGIS	QPE105	QPE105-001	1	211	A
BELLEME1	QPE104	QPE104-002	1	3	A
RENOVALDIEU2	QPE104	QPE104-002	2	118, 119	A
BLOIS1	QPE106	QPE106-003	2	33	A
BLOIS2	QPE106	QPE106-003	1	136	A
CHATEAUROUX	QPE107	QPE107-007	1	217, 218, 221	A
ST_AUBIN_DU_CORMIER	QPE103	QPE103-001	1	34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 80, 81, 82, 83, 84	A
RENOVALDIEU1	QPE104	QPE104-001	1	4, 5	A
BRIDE1	QPE203	QPE203-001	1	116, 117	A
BOMMIERS	QPE107	QPE411-001	2	126	A
TRONCAIS2	QPE411	QPE411-002	1	132	A
BERCE2	QPE106	QPE106-001	2	119	E
LEMBACH	QPE204	QPE204-003	2	51, 52	E
ORLEANS1	QPE105	QPE105-006	2	868	E
ORLEANS2	QPE107	QPE105-006	0	807, 808	E
CHANDELAIS	QPE106	QPE106-002	1	14	E
BELLEME3	QPE104	QPE104-002	2	68	E
LA_NEUVILLE_EN_HEZ	QPE102	QPE102-002	2	237	E
PERSEIGNE	QPE104	QPE104-003	2	168	E
GROSBOIS	QPE411	QPE411-009	2	421, 422	F
LES_ETANGS	QPE205		2	5, 6, 7	F
MOLADIER	QPE411	QPE411-007	3	117, 119	F
VINCENCE	QPE422	QPE422-008	3	89 - 92	F
WESTHOFFEN	QPE204	QPE204-011	1	63	F

Détail de provenance					
Provenances	Région de provenance	Peuplements sélectionnés 2018	Ident_select	Parcelle testée	clust
LONGCHAMP	QPE205	QPE205-002	1	54	F
BOULOGNE	QPE106	QPE107-001	1	120-121	F
GRESIGNE	QPE403	QPE362-001	2	75	F
BEZANGE	QPE203	QPE203-008	2	26, 27	G
HASLASH	QPE204		2	33	G
NICEY	QPE212		0	22, 23, 24, 25	G
SERQUEUX	QPE203		2	52, 54, 69	G
ST_SAUVANT	QPE311	QPE311-001	2	35	G
TREMONZEY_ET_FONTENOY	QPE203	QPE203-015	3	35, 36	G
ADE	QPE362	QPE362-003	1	7	G
BERCE12	QPE106	QPE106-001	2	113, 119	G
ST_GERMAIN	QPE105	QPE105-007	2	141	G
GUERIGNY	QPE422	QPE422-001	1	39	G
RUSSY	QPE106	QPE106-004	1	37	G
SOULONGIS	QPE411	QPE411-005	1	22, 23	G
LE_TEMPL2	QPE212	QPE212-003	1	50, 51	G
BUSSIÈRES	QPE203	QPE203-003	1	58, 59, 60	G
HAGUENAU1	QPE204		0	1230	H
HAGUENAU2	QPE204		0	1259	H
ROMESBERG	QPE203	QPE203-029	0	13, 14	H
ST_JEAN	QPE203	QPE203-002	2	155	H
LE_TEMPL1	QRO100		2	35, 36, 37, 38, 40	H
COMPIEGNE2	QPE102	QPE102-003	1	4040	H
VOUILLE	QPE311	QPE311-002	1	34	I
TRACONNE	QPE212		2	164, 165	I
PARC_ST_QUENTIN	QPE102	QPE102-001	3	23	J
COMPIEGNE1	QRO100	QRO100-006	1	21	J
LISLE	QRO100	QRO100-002	1	15,16	K
MEES	QRO361	QRO361-030	1	43, 44, 45, 46, 47, 48	K
BAREILLES	QPE601	QPE601-001	0	33, 34, 35, 37	L
STEINBACH	QPE204		0	102	L
STILL	QPE204		0	28, 29	L
BRIDE2	QPE203	QPE203-001	1	95, 96, 97, 99, 100, 101, 116, 117, 119, 120, 121, 123	L
FONTAINEBLEAU2	QPE105	QPE105-002	2	853	M
STURZELBRONN	QPE204	QPE204-006	1	151, 152	M
VACHERES	QPE500		0	1	D
VACHERES		0	1	1	D