



**HAL**  
open science

## Evaluation des vergers à graines de Douglas : synthèse des résultats au stade juvénile

Yves Rousselle, Jean-Charles Bastien, Didier Bier, Didier François, Rémy Gobin, Sabine Girard, Stéphane Matz, Gwenaël Philippe

► **To cite this version:**

Yves Rousselle, Jean-Charles Bastien, Didier Bier, Didier François, Rémy Gobin, et al.. Evaluation des vergers à graines de Douglas : synthèse des résultats au stade juvénile. *Rendez-vous Techniques de l'ONF*, 2022, 75, pp.40-47. hal-04152862

**HAL Id: hal-04152862**

**<https://hal.science/hal-04152862v1>**

Submitted on 5 Jul 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.

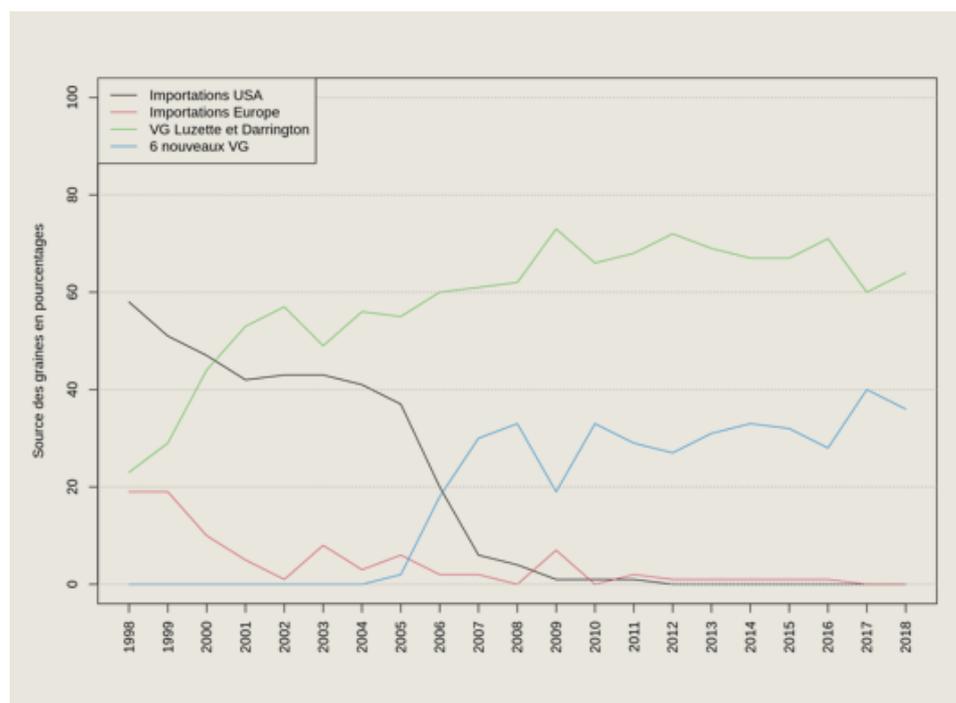
# Évaluation des vergers à graines de Douglas : synthèse des résultats au stade juvénile

L'installation de vergers à graines est une affaire de longue haleine, qui suppose tout un processus de sélection en amont mais nécessite aussi ensuite une démarche d'évaluation des variétés correspondantes, pour aboutir à des conseils d'utilisation pertinents. Voyons, à l'occasion des premiers résultats concernant les vergers de Douglas, en quoi peut consister cette démarche.

## Le contexte

Durant de nombreuses années et jusqu'au milieu des années quatre-vingt-dix, les matériels forestiers de reproduction (graines et plants) de Douglas utilisés en France provenaient de peuplements sélectionnés français ou américains. Ensuite, deux vergers à graines (Darrington PME-VG-001 et La Luzette PME-VG-002) plantés en 1978 et 1981, sont entrés en production. Les vergers à graines sont des plantations d'arbres sélectionnés dédiées à la production de semences génétiquement améliorées.

Deux éléments nouveaux, apparus au milieu des années 2000, sont venus bousculer cet ordre établi. Le premier est d'ordre climatique : la canicule de 2003 et les années sèches qui lui ont succédé dans les régions méridionales ont suscité l'inquiétude de certains reboiseurs qui se sont interrogés sur l'adéquation de l'offre à leurs conditions de reboisement, actuelles et futures. Le second est d'ordre réglementaire et sanitaire : considérant d'une part que la France était suffisamment pourvue en matériels de qualité, et pour prévenir d'autre part les risques sanitaires liés à l'introduction de nouveaux parasites liés aux graines, le ministère en charge des forêts a décidé d'interdire, depuis 2010, les importations de graines de l'aire naturelle américaine.



← Figure 1. Évolution des sources de graines de Douglas utilisées en France. (Source : [www.agriculture.gouv.fr/statistiques-annuelles-sur-les-ventes-de-graines-et-plants-forestiers](http://www.agriculture.gouv.fr/statistiques-annuelles-sur-les-ventes-de-graines-et-plants-forestiers))

Sous l'effet conjugué de ces deux facteurs, les marchands grainiers français (Vilmorin et l'ONF) ont décidé d'exploiter six nouveaux vergers à graines, encore non évalués, afin de diversifier leur catalogue (Washington PME-VG-003, Washington 2 PME-VG-005, France 1 PME-VG-004, France 2 PME-VG-007, France 3 PME-VG-008, et Californie PME-VG-006) (Fig. 1). Les caractéristiques de ces vergers à graines sont détaillées dans la fiche de conseils d'utilisation du Douglas [disponible sur le site du Ministère chargé de la forêt](#).

Du fait de cette évolution soudaine du marché des graines, INRAE, l'IDF/CNPF et l'ONF ont regroupé leurs forces et compétences pour installer un réseau de plantations comparatives couvrant une grande partie du territoire national afin d'évaluer les produits des 8 vergers à graines de Douglas. L'objectif de ce réseau est de dresser une 'carte d'identité' de chaque variété, renseignant les utilisateurs sur ses performances mais aussi sur ses exigences stationnelles. Cette opération d'envergure est soutenue financièrement par le ministère en charge de la Forêt.

## Le réseau d'évaluation

Le réseau est composé de 43 dispositifs installés entre 2009 et 2016 dans une large gamme de contextes pédoclimatiques (Fig. 2) structurée en 4 grands types de contextes écologiques :

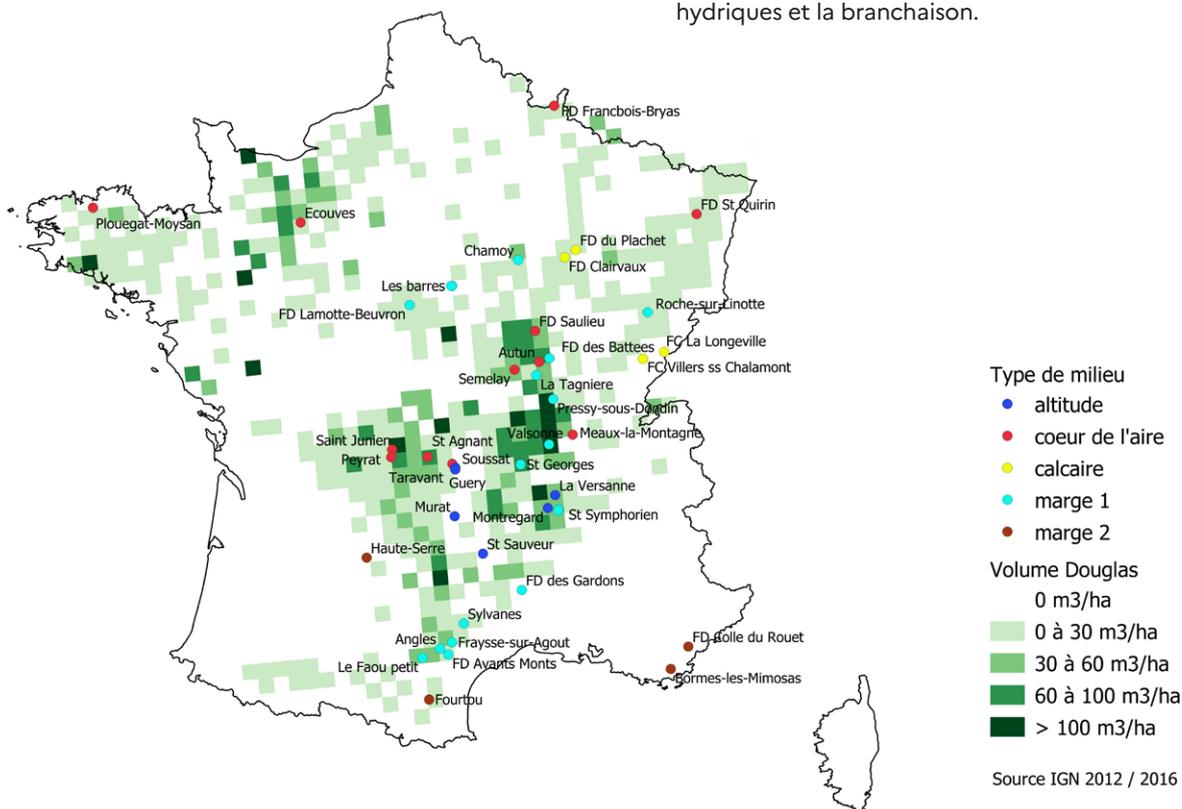
- le **cœur de l'aire** correspondant aux grands bassins de production actuels et où le Douglas devrait toujours avoir sa place dans les 50 ans à venir (12 dispositifs),
- la **marge 1**, zone où le Douglas a un bon développement aujourd'hui mais pourrait avoir des difficultés demain (16 dispositifs),
- la **marge 2**, où le Douglas n'est *a priori* pas à sa place parce que les sites sont trop secs et/ou trop chauds (4 dispositifs),
- les zones d'**altitude** supérieure à 1000 m, où le Douglas pourrait avoir davantage sa place demain (5 dispositifs).

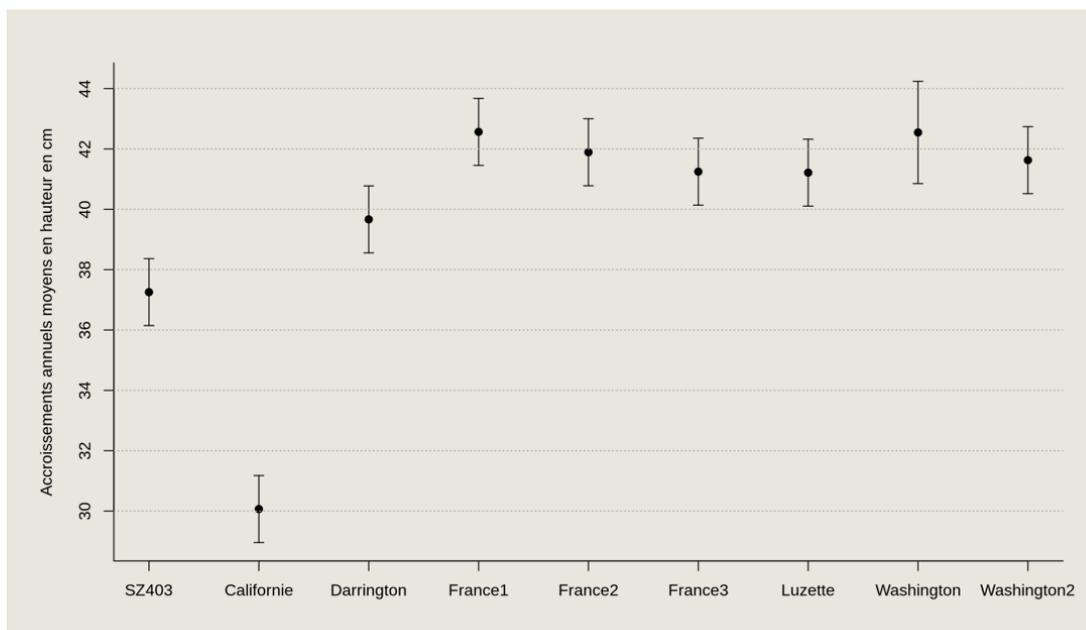
De plus, une extension récente du réseau (installations entre 2015 et 2017), permet d'élargir les gradients écologiques explorés en incluant notamment des stations sur calcaire (Fig. 2).

Les lots de semences récoltés dans les 8 vergers à graines, appelés dans cet article « variétés », sont comparés à la provenance américaine Seed Zone 403 de l'État du Washington (appelée Seed Zone 403 ou SZ403 dans la suite de l'article), dont la qualité était très appréciée. En parallèle, les partenaires de ce réseau ont mis en œuvre des essais particuliers pour évaluer la sensibilité des variétés aux stress hydriques.

Cet article présente les principaux résultats obtenus à ce jour au sein du réseau d'évaluation des vergers de Douglas français à la fois sur l'adaptation au site de plantation, la vigueur juvénile, la phénologie, la sensibilité aux stress hydriques et la branchaison.

↓ **Figure 2.** Carte de répartition des sites du réseau d'évaluation des vergers à graines de Douglas.





← **Figure 3.** Accroissements annuels moyens en hauteurs sur les 5 premières années. Les moyennes et les intervalles de confiance à 95 % sont estimés par les analyses statistiques.

## Analyse en réseau de la survie et de la hauteur 5 ans après plantation

Pour cet article, nous disposons de données sur la hauteur et la survie 5 ans après plantation pour 24 dispositifs. De plus, quelques dispositifs ayant atteint l'âge de 8 ans ont fait l'objet de mesures de circonférence et de branchaison (angle d'insertion et nombre de branches).

### ■ Survie

La survie est globalement satisfaisante. À quelques exceptions près, tous les dispositifs présentent un taux de survie à 5 ans supérieur à 80%. Sur l'ensemble du réseau, les variétés ne diffèrent pas significativement les unes des autres, et présentent des taux moyens de survie supérieurs à 80 %.

### ■ Accroissements en hauteur annuels à 5 ans

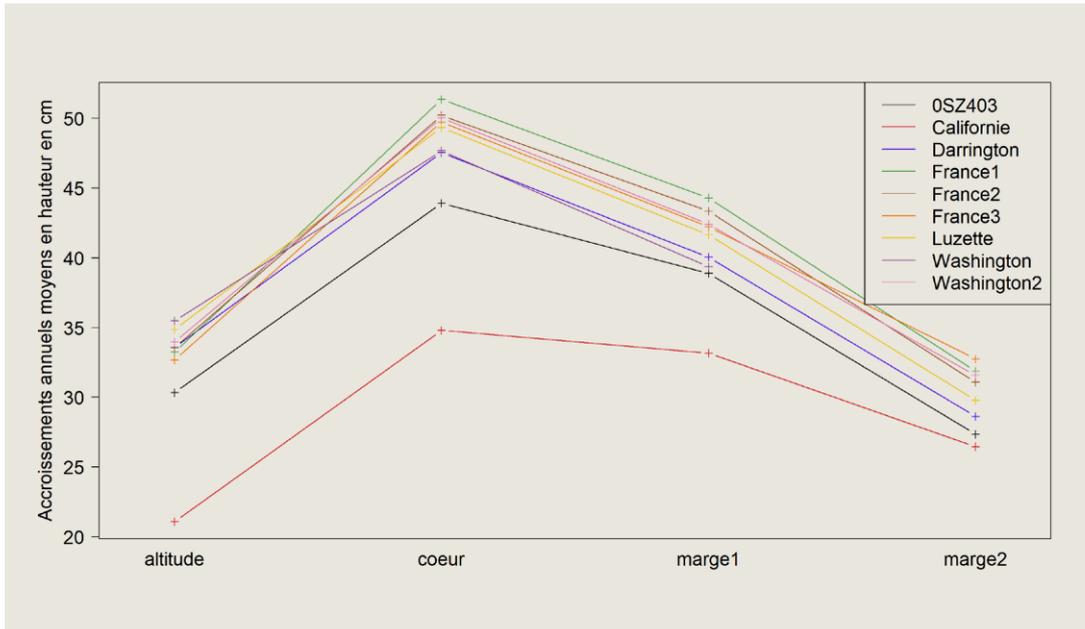
Les analyses ont mis en évidence des différences significatives entre les variétés en ce qui concerne l'accroissement annuel moyen calculé sur les 5 premières années. La variété Californie présente des accroissements plus faibles (environ 30 cm/an) que le témoin Seed Zone 403 (environ 37 cm/an), lui-même distancé par les 7 autres variétés (entre 40 et 43 cm/an) qui ne diffèrent pas entre elles. Les variétés France présentent des accroissements en hauteur équivalents à ceux des variétés Washington2 et Luzette par exemple. La variété Darrington est légèrement en retrait par rapport aux autres variétés de tête (Fig. 3).

## ■ Impact des 4 types de contextes écologiques sur les accroissements en hauteur

Toutes variétés confondues, les dispositifs du « cœur de l'aire » et de la marge 1 présentent une plus forte croissance en hauteur (environ 45 cm/an) que celles situées en marge 2 ou en altitude (32 cm/an). Par ailleurs, bien que l'interaction entre la variété et le contexte écologique ne soit pas significative, il est intéressant de constater une évolution des différences entre les variétés selon le type de milieu. En effet, le différentiel de croissance entre Californie et les autres variétés diminue fortement lorsqu'on passe d'un contexte écologique froid et humide (altitude, cœur de l'aire) à un contexte écologique chaud et sec (marges climatiques). En particulier, Californie ne diffère pas significativement du témoin, ni de certaines variétés, en marge 2 et en marge 1 alors que c'est le cas pour le cœur de l'aire et en altitude (Fig. 4).

## État sanitaire

Lors de chaque campagne de mesure, des notations individuelles ont été effectuées pour caractériser l'état sanitaire des plants. Dans certains dispositifs, la vitalité des arbres a aussi été évaluée en leur attribuant un indice de rétention foliaire (IRF). Cet indice correspond aux « générations » d'aiguilles présentes sur les branches latérales. Il s'est avéré corrélé à la croissance. Le Douglas conserve, comme d'autres résineux, plusieurs années d'aiguilles sur les branches latérales. L'évaluation sur chaque plant du nombre d'années d'aiguilles encore en place est cet indice qui peut aller de 1 à 4. Dans des conditions de croissance difficiles ou lors de conditions climatiques contraignantes (sécheresse) le Douglas, pour diminuer sa transpiration, perd ses aiguilles les plus âgées jusqu'à ne conserver parfois que les aiguilles de l'année en cours.



← **Figure 4.** Accroissements annuels moyens en hauteurs sur les 5 premières années pour chaque type de contexte écologique et pour chaque variété.

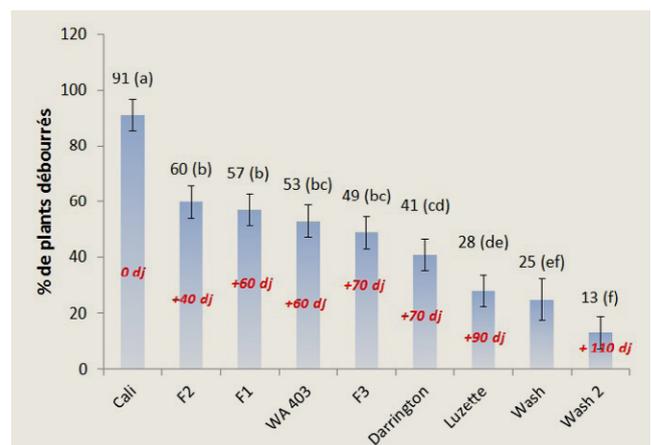
L'analyse de ces données montre clairement une différence de comportement entre Californie et les autres variétés. Californie est dotée d'un IRF plus faible, ce qui doit influencer sur son potentiel photosynthétique.

D'autre part, la variété Californie semble aussi plus vulnérable aux adversités. Il est par exemple beaucoup plus sensible aux gelées tardives, et peut-être aussi aux gels précoces mais le nombre de cas recensés est trop faible pour en être certain. Cette variété se révèle aussi plus fréquemment atteinte par les descentes de cime et les jaunissements/rougissements de feuillage. Sur ces aspects, les autres variétés forment un groupe relativement homogène. On ne recense guère de variétés particulièrement à leur avantage, hormis Washington 2 et Washington pour la sensibilité aux gels tardifs.

### Phénologie du débournement végétatif

La mesure de la phénologie de débournement végétatif correspond à la notation à une date donnée de l'ouverture des bourgeons végétatifs et indirectement du début de la croissance apicale. La date à laquelle ce processus commence est un compromis pour l'arbre. En effet, un débournement végétatif précoce peut permettre d'allonger la période de croissance par rapport à un arbre ayant un débournement plus tardif. Cependant, le bourgeon est un organe de protection du méristème apical et son ouverture prématurée par rapport, notamment, aux gels tardifs de printemps peut exposer ce méristème à des risques et, si celui-ci meurt, annuler la croissance apicale pour une année ou produire des défauts de forme de la tige (flexuosités, fourches...).

Ce caractère, *a priori* déterminé en grande partie génétiquement, et donc stable dans le temps et dans l'espace, peut être appréhendé au stade juvénile en se limitant à un nombre restreint d'environnements (couples site-climat). Les variétés ont été évaluées dans 6 sites et lors d'une ou deux années climatiques, soit au total 8 environnements différents. L'analyse globale s'est basée sur le pourcentage de plants débourrés dans chaque variété à la date la plus discriminante. Comparées au témoin de l'aire naturelle, les variétés se classent dans trois grands groupes : 1) Californie, de loin la plus précoce, 2) les trois variétés 'France' et Darrington, qui ne se différencient pas du témoin Seed Zone 403 et 3) La Luzette, Washington et Washington 2 qui débourrent plus tardivement (Fig. 5).



↑ **Figure 5.** Pourcentages moyens de plants débourrés à la date la plus discriminante entre variétés dans les 8 environnements étudiés. Les barres noires représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. Les valeurs indiquées en rouge sont les sommes des degrés-jours (calculées avec une température de référence de 5°C et mesurées sur le dispositif des Barres, Loiret) qui séparent chaque variété de la variété Californie. La variété Washington n'est pas présente dans le dispositif des Barres.



© Didier François / ONF

↑ Dispositif de Saulieu (21) en mars 2021, 9 ans après plantation

Une fois les besoins en froid satisfaits, le processus de débournement est essentiellement piloté par l'accumulation de chaleur au niveau des bourgeons, et celle-ci est plus ou moins rapide en fonction du site et surtout de l'année. À Peyrat-le-Château (Haute-Vienne) par exemple, le laps de temps séparant les dates de débournement moyennes du Californie et Washington 2 est passé de 13 jours en 2010, année à printemps relativement chaud, à 26 jours en 2017, année marquée par une période de froid fin avril. Les dates de débournement des variétés, estimées dans certains essais, sont donc trop climat-dépendantes pour être présentées ici. Le nombre de degrés-jours est en revanche plus pertinent ; les données collectées dans le dispositif et la station météo des Barres mettent en évidence sur ce site une différence de 60 degrés-jours (dj) entre Californie et le groupe de variétés à débournement intermédiaire et une amplitude totale de 110 dj entre Californie et Washington 2 (Fig. 5). Ces résultats moyens masquent cependant une très forte variabilité intra-variété, supérieure à la variabilité inter-variété. Dans la grande majorité des essais, on observe un chevauchement, souvent large, entre les périodes de débournement des variétés étudiées.

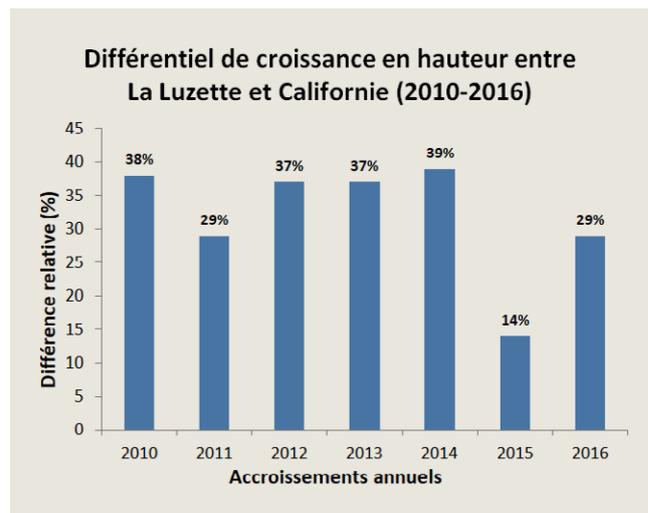
Un débournement trop précoce est généralement perçu comme un handicap. Comme expliqué précédemment, les variétés les plus précoces ont statistiquement plus de chances d'être impactées par les gels de printemps, ce qui peut être très pénalisant dans certains sites. À Peyrat-le-Château par exemple, les gelées de la 2<sup>e</sup> quinzaine d'avril 2017 ont endommagé de façon significative 46% des plants de Californie et 9% des plants des variétés à débournement médian tandis que les trois variétés tardives étaient épargnées. Ce caractère doit donc être pris en compte au moment de choisir une variété pour une plantation. Les conditions climatiques du site sont aussi à intégrer dans la réflexion.

## Vulnérabilité à la sécheresse

Les changements globaux se présentent comme le défi majeur du 21<sup>e</sup> siècle pour nos sociétés. Les arbres forestiers sont particulièrement sensibles car la durée de leur cycle de vie ne permet pas une adaptation rapide à un environnement changeant. Les projections climatiques montrent une augmentation des phénomènes de sécheresse auxquels les arbres seront soumis. La vulnérabilité à la sécheresse des produits des différents vergers à graines actuellement disponibles est donc un paramètre important à considérer dans ce contexte. Afin de caractériser ce trait complexe, le réseau d'évaluation des vergers à graines de Douglas a mis en place différentes approches expérimentales.

### Dispositif *in situ*

Bien qu'il prédispose aux dégâts de gelées tardives, un débournement précoce peut constituer un avantage adaptatif en cas de sécheresse s'il permet à l'arbre de produire ses pousses à une période où l'eau est plus disponible. L'efficacité de cette « stratégie d'évitement » a été mise en évidence dans un dispositif situé dans le Loiret (marge 1), comparant Californie à La Luzette. La supériorité de La Luzette pour la croissance en hauteur, habituellement de l'ordre de 35-40%, se réduit lors de deux années marquées par des printemps secs (2011 et 2015). C'est tout particulièrement le cas en 2015 où le fort déficit de précipitations de mai-juin-juillet, conjugué à des températures élevées, a généré des pertes d'aiguilles précoces et abouti à une nette diminution de la longueur des pousses. Ce fléchissement de la croissance est beaucoup plus sensible pour La Luzette (-33% par rapport à 2014) que pour Californie (-19%), de sorte que, pour la première fois depuis leur plantation en 2009, les deux variétés ne diffèrent pas significativement pour l'accroissement annuel (Fig. 6).



↑ Figure 6. Pourcentage d'accroissement supérieur de la variété La Luzette par rapport à la variété Californie dans un dispositif situé dans le Loiret âgé de 8 ans en 2016. 2011 et 2015, années marquées par un printemps chaud et sec.

On observe par ailleurs un rétablissement incomplet de La Luzette l'année suivante, qui peut s'interpréter comme un effet retard de la sécheresse de 2015. En dépit de ce ralentissement passager, cette variété maintient néanmoins une avance confortable sur Californie après 8 ans de croissance sur le terrain.

### ■ Essais en conditions contrôlées

Des essais spécifiques ont été réalisés sous serre ou sous tunnel, de manière à pouvoir contrôler les facteurs du milieu et l'alimentation en eau. Les deux premiers visaient à étudier l'impact de stress hydriques précoces, *i.e.* appliqués durant la période d'élongation des pousses, sur le comportement de Californie, variété jugée *a priori* plus résistante à la sécheresse du fait de l'origine californienne des composants du verger, et La Luzette ou Washington 2 qui faisaient office de témoins. Dans le 3<sup>e</sup> essai (réalisé sur des plants en pots à la pépinière ONF-PNRGF de Peyrat-le-Château), les variétés issues des huit vergers français et le témoin de la Seed Zone 403 étaient soumis à une sécheresse tardive, les restrictions d'eau intervenant une fois la croissance des pousses secondaires terminée (de mi-août à début novembre). Dans tous les cas, le matériel expérimental, constitué de jeunes plants de 2-3 ans, a présenté des signes de dépérissement dans les modalités correspondant aux stress les plus sévères.

Les expérimentations bi-variétés de stress précoce convergent sur deux points. Tout d'abord, le maintien du substrat de culture à une teneur en eau donnée nécessite des arrosages en général plus abondants dans le cas de Californie. Ce résultat suggérerait que cette variété consomme plus d'eau, et donc transpire plus que Washington 2 et La Luzette. En second lieu, les rougissements de feuillage conduisant à la mort du plant se manifestent avec plusieurs semaines d'avance pour variété Californie. Comparée à Washington 2 et La Luzette, cette variété est donc plus sujette à des mortalités importantes en cas de sécheresse intense et prolongée. Il convient cependant de souligner que, dans ces essais, les dépérissements n'apparaissent qu'à la suite de contraintes hydriques extrêmes qui ne se rencontrent pas dans un contexte forestier normal.

Le stress hydrique appliqué dans le 3<sup>e</sup> essai a engendré des rougissements d'aiguilles prononcés sur 20% des plants, ce qui s'est traduit au printemps suivant par une mortalité et des descentes de cimes de faible ampleur. Ces dégâts s'avèrent indépendants de la variété si l'on tient compte du diamètre des plants qui est le principal facteur explicatif. Les individus les plus vigoureux sont en effet plus sujets aux dépérissements ; de même, ils réduisent plus leur croissance en situation de stress hydrique. Il est logique que les plants de fort diamètre pâtissent plus des restrictions d'eau car leurs besoins sont plus importants.

### ■ Résistance à la cavitation

La cavitation est un phénomène physique se traduisant par l'apparition de bulles d'air dans les vaisseaux conducteurs des arbres soumis à un stress hydrique. Lorsque ce phénomène est important, les parties aériennes de l'arbre ne sont plus alimentées en eau, ce qui peut conduire à la mort de l'arbre. La résistance à la cavitation se mesure en soumettant des rameaux, par exemple, à des différences de potentiels hydriques de plus en plus importantes entre l'intérieur de la branche et l'extérieur. On estime ensuite à quelle différence de potentiels hydriques, un certain pourcentage de vaisseaux est en cavitation.

Une étude de l'UMR PIAF de Clermont-Ferrand (INRAE/ Université Clermont Auvergne) ne montre pas de différence significative entre Californie, France 1 et Washington 2 pour la résistance à la cavitation, et plus précisément pour la différence de potentiel hydrique induisant 50% de perte de capacité de transport de l'eau dans la plante ( $\psi_{50}$ ) (T. Barigah, comm. pers.).

### ■ Bilan pour la vulnérabilité à la sécheresse

À ce jour, les résultats de nos essais expérimentaux ne permettent pas de mettre en évidence une résistance à la sécheresse plus importante d'une variété par rapport à une autre. La variété Californie ne présente pas de caractères de résistance à la sécheresse que nous ayons pu mettre en évidence pour le moment. Le débourrement précoce de la variété Californie, ainsi qu'une forte consommation d'eau supposée, plaident en faveur d'une stratégie d'évitement plutôt que de tolérance à la sécheresse pour cette variété. Les dendromètres de précision installés depuis 2019 dans un dispositif du réseau d'évaluation fourniront des informations complémentaires sur le fonctionnement de Californie et La Luzette en période de sécheresse.

## Angle d'insertion des branches et densité de branchaison

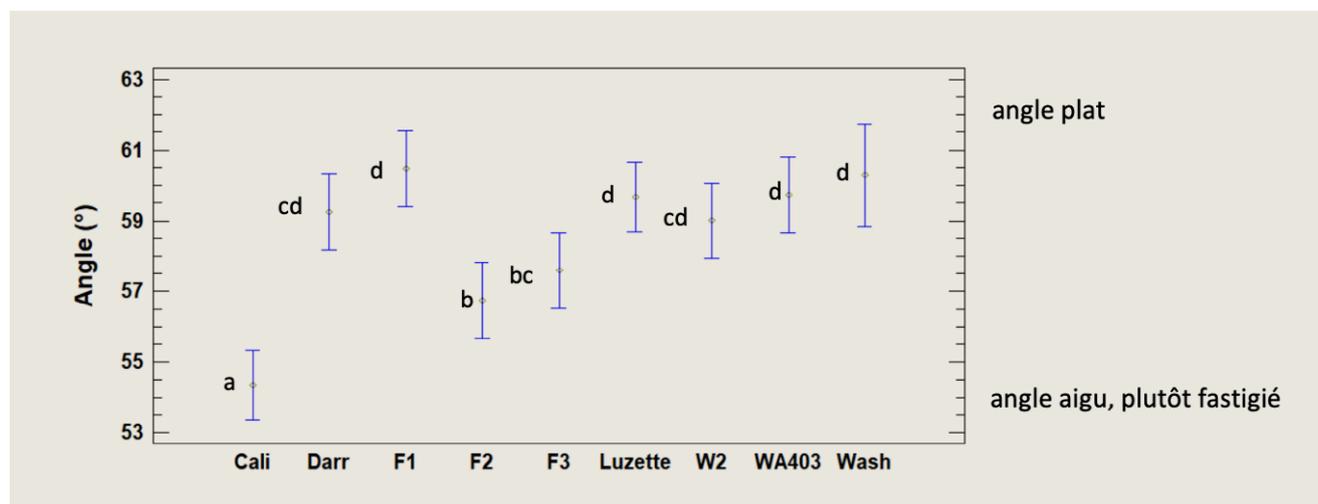
L'angle d'insertion et le nombre de branches ont des impacts directs sur la qualité du bois produit. En effet, plus les nœuds sont nombreux et gros dans une planche, plus sa qualité est faible. La grosseur des nœuds est liée à la grosseur de la branche mais celle-ci est très influencée par la croissance générale de l'arbre donc nous ne l'avons pas utilisée. La grosseur des nœuds sur une planche est aussi liée à l'angle d'insertion, une branche perpendiculaire au tronc produira un plus petit nœud et qu'une branche fastigiée, formant un angle aigu. C'est pourquoi nous avons mesuré et analysé le nombre de branches et leur angle d'insertion.

Ces deux caractères de branchaison ont été évalués 8 ans après plantation, dans 10 sites répartis dans les quatre types de milieu explorés. La différence d'angle entre les variétés extrêmes est faible. L'impact économique d'un tel écart mériterait d'être précisé. Cependant, on peut noter quelques différences entre les variétés.

Californie et, dans une moindre mesure, France 2 et France 3 se caractérisent par un angle d'insertion de branches relativement aigu tandis que les angles les plus plats se retrouvent dans les populations représentant France 1, Washington, La Luzette et le témoin de l'aire naturelle, la Seed Zone 403 (Fig. 7). Ces deux groupes de variétés diffèrent significativement et le classement est indépendant du type de milieu.

La densité de branchaison, évaluée *via* le nombre de branches recensées dans la portion de tronc comprise entre 1,30 m et 2,30 m de hauteur, est fortement corrélée à la circonférence, aussi bien au niveau site ( $R^2$  variant de 23% à 64% selon le site) que variété. Les classements des variétés obtenus pour ces deux caractères s'épousent donc logiquement. En particulier, Californie présente moins de branches que les autres.

Ce constat appelle cependant deux remarques. D'une part, l'effet génétique n'est plus significatif quand on analyse le nombre de branches corrigé de l'effet vigueur. À diamètre égal, toutes les variétés se situent au même niveau. L'amélioration de la densité de branchaison résultera donc sans doute plus d'une gestion sylvicole adaptée, par exemple une augmentation de la densité de plantation, que du choix de la variété dans la panoplie actuellement proposée aux reboiseurs. D'autre part, la faible densité de branchaison mise en évidence sur les individus, ou variétés, peu vigoureux ne signifie pas nécessairement qu'ils produisent peu de ramifications – nos données ne permettent pas d'accéder à ce caractère – mais sans doute qu'une partie d'entre elles n'atteint pas la longueur seuil, fixée à 75 cm, leur conférant le statut de branche. Ces mesures gagneraient donc à être répétées à un âge plus avancé.



↑ **Figure 7.** Angles d'insertion des branches par rapport à la verticale, mesurés à 8 ans sur 10 sites. Les variétés représentées par la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%. Les barres verticales représentent les intervalles de confiance du test de comparaison de moyennes de Tukey.

## Conclusion et perspectives

Les résultats des mesures réalisées 5 ans après la plantation montrent que les variétés françaises de Douglas présentent toutes, à part Californie, des accroissements en hauteur supérieurs au témoin américain : la Seed Zone 403. Les analyses en réseau montrent qu'il n'existe guère de différences entre ces 7 variétés en termes de croissance. De même, la qualité de leur branchaison semble comparable.

La variété Californie se distingue par des accroissements en hauteur plus faibles. Cependant, ce handicap est moindre dans les stations les plus chaudes et sèches. Cette variété peut donc être intéressante en diversification dans ce genre de contextes écologiques. De plus, dans des contextes un peu marginaux pour le Douglas et où celui-ci est plutôt envisagé comme une espèce de diversification, les accroissements de Californie sont aussi à comparer avec ceux des espèces locales.

Le réseau couvre une large palette de contextes pédoclimatiques. Des analyses complémentaires à des âges plus avancés permettront d'apporter plus d'éléments sur la plasticité des vergers français et peut-être de préconiser certains d'entre eux dans certains contextes particuliers.

Enfin, les mesures se poursuivront, au minimum jusqu'à l'âge de 12 ans pour la majorité des dispositifs. À terme, les dispositifs pourront être utilisés comme un « réseau sentinelle » pour le suivi de stress biotique et/ou abiotique. Les résultats acquis au fil du temps seront régulièrement intégrés dans la fiche de conseils d'utilisation destinée aux professionnels de la filière.

**Yves Rousselle<sup>(1)</sup>, Jean-Charles Bastien<sup>(2)</sup>, Didier Bier<sup>(3)</sup>,  
Didier François<sup>(3)</sup>, Rémy Gobin<sup>(2)</sup>, Sabine Girard<sup>(4)</sup>,  
Stéphane Matz<sup>(5)</sup>, Gwenael Philippe<sup>(5)</sup>**

(1) ONF (département RDI) – UMR BioForA

(2) INRAE Val-de-Loire – UMR BioForA

(3) ONF (DT BFC) – pôle RDI Dole

(4) CNPF/IDF

(5) INRAE Val-de-Loire – UR EFNO



© Didier François / ONF

↑ Dispositif de Villers-sous-Chalamont (25) en avril 2021, 6 ans après plantation

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement toutes les personnes qui ont participé à la mise en place, au suivi et aux mesures du réseau d'évaluation des vergers à graines de Douglas : pôles du département RDI ONF, collègues gestionnaires ONF, UE INRAE GBFor Orléans, UE INRAE FM Avignon, CRPF.

Nous remercions aussi les pépinières du PNRGF de Cadarache et de Peyrat le Château pour l'élevage des plants mis en place dans les dispositifs et pour les tests de sécheresse.

Nous remercions aussi les collègues de l'UMR PIAF, INRAE Clermont-Ferrand pour les études physiologiques : Têtè Barigah, Thierry Ameglio et leurs collègues.

Nous remercions enfin le ministère de l'Agriculture pour son soutien financier constant de ce réseau depuis de nombreuses années.

