



Centre Régional de la Propriété Forestière

Bourgogne

18 bd Eugène Spuller
21000 DIJON



PERENNITE DE LA PRODUCTION DE DOUGLAS EN BOURGOGNE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Evaluer l'intérêt de nouvelles provenances



S. Girard, IDF/CNPPF
Septembre 2009

PERENNITE DE LA PRODUCTION DE DOUGLAS EN BOURGOGNE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

EVALUER L'INTERET DE NOUVELLES PROVENANCES

Contexte

En 2005, plus de 350 000 m³ de douglas ont été récoltés en Bourgogne. Cette ressource, en pleine phase de croissance¹, est essentiellement valorisée localement². C'est donc un atout majeur pour le développement des territoires de la région.

La sécheresse/canicule de 2003 puis plusieurs saisons anormalement sèches ont engendré, de façon variable selon les secteurs, des pertes de croissance, des dépérissements voire des mortalités de douglas. Il est alors légitime de se demander si cette ressource est en danger face aux changements climatiques à venir.

La réponse nuancée et argumentée à une telle question nécessitera des approches diverses et complémentaires (modélisation, expérimentation...) impliquant de multiples domaines (climatologie, écologie, écophysiologie, sylviculture...). Des programmes nationaux de recherche financés par l'Agence Nationale de la Recherche sont actuellement en cours sur le sujet dont certains intègrent des études menées sur le douglas en territoire bourguignon .

L'enjeu de cette étude est d'expérimenter une des options techniques possibles pour permettre aux sylviculteurs bourguignons de pérenniser la ressource en douglas en étudiant l'intérêt de remplacer le matériel actuellement utilisé en plantation par du matériel sélectionné dans des zones plus sèches et plus chaudes.

Une partie de cette étude s'intègre dans le programme national d'évaluation des vergers à graines de l'Etat coordonné par le Cemagref (Convention E13/09 entre la DGPAAT et Cemagref/INRA/ONF/CNPPF) visant à mettre en place au niveau national un réseau de plantations comparant différentes variétés de douglas.

Un volet totalement novateur relatif au débourrement des variétés a été mis en place et réalisé en collaboration notamment avec les Ets Naudet Il a permis d'obtenir les toutes premières données sur le sujet en France.

Objectifs de l'étude

Les plantations de douglas actuellement installées le sont essentiellement avec 2 variétés récoltées en verger à graines : Darrington-VG et La Luzette-VG. De nouvelles variétés, sélectionnées pour leur croissance et leur qualité, arrivent sur le marché sans toutefois avoir été expérimentées et en particulier sans que leur niveau de résistance à la sécheresse ne soit connu. Face au changement climatique annoncé, permettront-elles de maintenir un niveau élevé de production de douglas en Bourgogne dans les années à venir ?

Les travaux initiés dans cette étude ont pour objectif de suivre le comportement de huit variétés de douglas de façon à mettre en évidence d'éventuelles différences non seulement en terme de croissance et de développement mais aussi de résistance à des stress thermiques et hydriques.

Une partie de cette étude a consisté à installer de façon pérenne des plantations comparatives dans des conditions de milieux variables et représentatives des conditions régionales « à risque ».

La seconde partie s'est déroulée en pépinière où il a été possible de suivre, dans des conditions de milieu identiques, la cinétique du débourrement de plusieurs variétés. Rappelons que le débourrement est un caractère adaptatif particulièrement important pour les sylviculteurs dans la mesure où, si il intervient précocement en saison, il expose les jeunes pousses aux gelées printanières et entraîne des pertes de qualité irrémédiables.

¹ La majorité des peuplements ont aujourd'hui entre 20 et 45 ans

² la Bourgogne produit plus de 310 000 m³ de sciages résineux, dont près de la moitié en douglas, avec des perspectives d'augmentation considérable dans les années à venir

METHODOLOGIE

1. Installation de plantations comparatives

1.1 Les huit variétés de douglas implantées

Il s'agit de 7 variétés récoltées dans des vergers à graines français et d'une origine « sauvage », portant le code SZ 403, récoltée dans plusieurs peuplements américains situés dans l'Etat du Washington (au NW des Etats-Unis dans la partie nord de l'aire de répartition naturelle du douglas vert).

Les principales caractéristiques des vergers dans lesquels les variétés françaises sont récoltées se trouvent dans le tableau 1. Deux de ces variétés Darrington-VG et La Luzette-VG sont utilisées depuis au moins deux décennies en Bourgogne, les autres, récoltées depuis seulement quelques années, n'ont encore jamais été utilisées dans la région.

1.2 La production des plants destinés aux plantations comparatives

Les récoltes de graines ont été coordonnées par le Cemagref et effectuées au cours de l'année 2007. Elles ont été considérées comme représentatives des récoltes « normales » pour toutes les variétés sauf pour Darrington-VG (seuls 60 % des géotypes du verger ont fructifié en 2007). Précisons que les graines de l'origine américaine (SZ403) sont issues d'un mélange de plusieurs années de récoltes commerciales.

La production des plants a été assurée par la pépinière administrative d'Aix en Provence. Après un prétraitement de 8 semaines (moins dans le cas du verger de Darrington et SZ403), les graines ont été semées fin mars 2008 dans des godets de type WM de 560 cm³. Les semis ont ensuite été élevés selon les standards habituels de la pépinière.



Photo 1 : Types de plants installés dans les dispositifs expérimentaux bourguignons. (S. Girard)

Les plants destinés aux plantations comparatives ont été livrés à la pépinière Naudet d'Autun le 2 mars 2009.

Ils étaient conditionnés dans des caisses ajourées en plastique (30 plants de la même variété par caisse), le godet WM se trouvait autour du substrat.

Les caisses ont été entreposées à l'extérieur et un film protecteur non tissé installé au dessus des plants (photo 2).



Photo 2 : Stockage des plants destinés aux 3 dispositifs expérimentaux bourguignons (S. Girard)

Le cas des plants mycorhizés

Les mycorhizes sont absolument indispensables à la vie des arbres forestiers. Nos espèces forestières se développent en effet en symbiose avec des champignons dont les filaments (ou mycélium) s'associent à leurs racines fines pour former des structures particulières : les mycorhizes. Cette symbiose se met en place dès la germination de la graine. Ainsi, tous les plants utilisés en reboisement sont mycorhizés avec les champignons qui se trouvent naturellement dans le sol ou le substrat de la pépinière. Néanmoins, la reprise et le comportement des plants introduits en forêt varient selon les champignons qui leur sont associés (Le Tacon et coll., 2005).

Dans les années 70, la technique de « mycorhization contrôlée » a été mise au point en France par l'INRA. Son objectif est d'associer, au stade de la pépinière, les jeunes plants avec des souches de champignons performantes. Depuis 1995, des plants de douglas mycorhizés par la souche S238N (sélectionnée par l'INRA de Nancy) du champignon *Laccaria bicolor* sont commercialisés en France. Dans la vingtaine d'essais installés en France, cette souche procure, cinq ans après la plantation, un gain de croissance en hauteur dans près de 50 % des cas. Il est alors en moyenne de 18 % (Le Tacon et coll., 2005). A noter que le prix de ces plants est supérieur à celui des plants de même taille naturellement mycorhizés, de 10 à 20 % suivant le conditionnement.

Dans les 3 plantations comparatives qui ont été installées, 120 plants de douglas de la variété La Luzette (PME-VG-002) ont été introduits, la moitié d'entre eux a été produite à la pépinière d'Aix avec le même itinéraire que les autres variétés, l'autre moitié mycorhizée par la souche S238N de *Laccaria bicolor*, à la pépinière Naudet de Chéu en godet de 380 cm³. Les plants mycorhizés ont été acheminés de Chéu à Autun sur le site de stockage des autres plants la deuxième semaine du mois d'avril.

1.3 Mise en place des plantations comparatives

Trois sites sélectionnés.

Trois sites ont été sélectionnés, ils sont brièvement décrits dans les tableaux ci-dessous :

Commune (département)	Altitude	Pente	Exposition	Commentaires
Autun (71)	600 m	23 %	N	Milieu de versant. Coupe à blanc d'épicéas scolytés. Parcelle non dessouchée et nettoyée au râteau andaineur (andains tous les 15/16 m environ).
La Tagnière (71)	400 m	25 %	SW et SE	Milieu de versant. Site sur lequel des dépérissements de douglas ont été observés. Coupe à blanc en 2006. Genêts de 2.50 m Parcelle broyée avant plantation.
Pressy sous Dondin (71)	350 m	15 %	S	Milieu de versant. Site sur lequel des dépérissement de douglas ont été observés. Coupe à blanc de douglas en 2008. Parcelle broyée avant plantation.

Le sol de chaque site a été décrit à partir de 2 fosses pédologiques. Des prélèvements de sol ont par ailleurs été réalisés dans les différents horizons et envoyés pour analyse au laboratoire d'Analyse des Sols de l'INRA d'Arras.

Les conditions climatiques de chaque site ont été caractérisées par les données recueillies auprès de Météo France.

Commune (département)	Substrat géologique	Stations météorologiques de référence (altitude)	Pluviométrie*
Autun (71)	Granité aluminopotassique (de Mesvres)	Pour les précipitations : Uchon (654 m) Pour les températures : St Symphorien de Marmagne (360 m)	1 030 mm/ an dont 420 mm de Mai à Septembre
La Tagnière (71)	Granite porphyroïde subleucocrate à biotite de Ste Radegonde-Uchon	Pour les précipitations et températures : St Symphorien de Marmagne (360 m)	930 mm/an dont 370 mm de Mai à Septembre
Pressy sous Dondin (71)	Granite à grain moyen à muscovite	Pour les précipitations et températures : La Guiche (428 m)	860 mm/an dont 330 mm de Mai à Septembre

*Moyennes établies sur la période 1971-2000. Source : Météo France

Des schémas d'implantation variables selon les contraintes du terrain

Chaque dispositif comptabilise 540 plants soit 60 plants de 9 modalités différentes. L'origine La Luzette-VG est présente dans 2 modalités des dispositifs, l'une sous la forme de plants mycorhizés par S238N de *Laccaria bicolor* produits par les pépinières Naudet, l'autre par des plants non mycorhizés artificiellement et produits par la pépinière administrative d'Aix en Provence. Tous les plants ont été installés selon des schémas différents pour tenir compte des caractéristiques physiques (en particulier topographiques) des sites.

Tous les dispositifs ont été installés pour que soit possible la visualisation des éventuelles différences entre variétés ; ils pourront ainsi être utilisés comme site atelier pour des réunions d'information à destination des sylviculteurs.

Des précautions pour prévenir les dégâts de gibier

Pour éviter que des dégâts de gibier ne viennent perturber voire anéantir le travail réalisé, tous les plants des dispositifs ont été installés avec 3 piquets de châtaignier ou acacia de 1.50 m.

Ces piquets biodégradables, favoriseront le repérage des plants lors des campagnes de mesures des années à venir et lors des opérations de dégagements.

1.4 Les premières observations

Les dispositifs ont été plantés du 21 au 24 avril 2009.

Les hauteurs initiales de plants ont été mesurées au ½ cm près à l'aide d'un mètre pliable en bois immédiatement après leur plantation.

Les stades de débourrement du bourgeon terminal de chaque plant destiné à la plantation d'Autun ont été observés le lundi 20 avril, avant leur plantation. Quatre jours après, le vendredi 24 avril, l'opération a été renouvelée sur les plants mis en place à la Tagnière.

Commune (département)	Date de plantation	Nombre de planteurs	Conditions météo	Observations réalisées
Autun (71)	21 avril 2009	5	Matinée ensoleillée	Hauteur initiale (cm) et stade de débourrement
La Tagnière (71)	24 avril 2009	5	Matinée ensoleillée	Hauteur initiale (cm) et stade de débourrement
Pressy sous Dondin (71)	23 avril 2009	4	Matinée ensoleillée	Hauteur initiale (cm)

2. Suivi du comportement de différentes variétés en pépinière

2.1 Deux sites d'observation

Les pépinières Naudet ont en Bourgogne 2 sites de production de plants de douglas situés l'un en Saône et Loire sur la commune d'Autun à 600 m d'altitude, l'autre à Chéu dans l'Yonne à 110 m d'altitude environ. Les conditions climatiques des deux sites sont donc différentes, ce qui présente un intérêt pour juger du comportement de différentes variétés de douglas.

2.2 Les variétés de douglas étudiées

2.2.1. Des semis de 1 an

Des semis, issus de graines semées au printemps 2008 et situés à proximité les uns des autres, ont été observés à Chéu et Autun. Il s'agissait des variétés : La Luzette-VG, France 1-VG et Washington 2-VG à Chéu et de La Luzette-VG, Washington 2-VG et Darrington-VG à Autun.

Au moment des notations de débourrement, les plants des différentes origines se trouvaient sur des planches de pépinières voisines, disposés sur 5 lignes à des densités comprises entre 400 et 800 semis/m². La hauteur des semis observés à Chéu était comprise entre 12 et 15 cm, celle des semis d'Autun était inférieure comprise entre 10 et 12 cm.

Les bourgeons terminaux de 100 individus de chacune des variétés ont été observés régulièrement afin de suivre la cinétique du débourrement.



Photo 5 : Repérage des individus dont le débourrement a été suivi à l'aide de bagues rouges. (S. Girard)

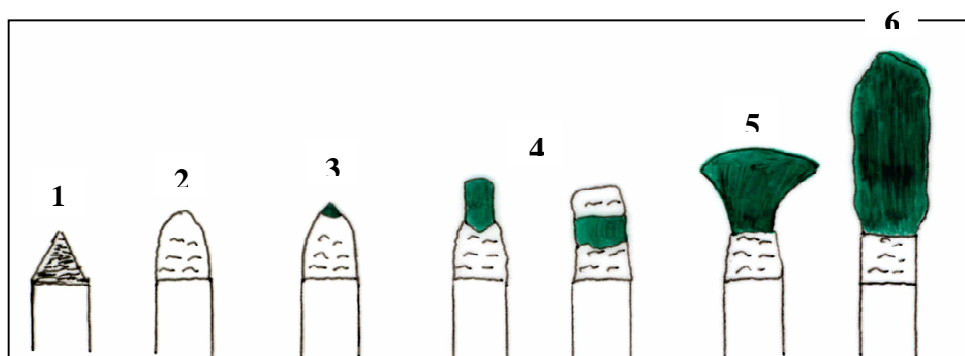
2.2.2. Des plants de 2 ans repiqués

En complément, les bourgeons terminaux de 30 individus de 3 autres variétés ont été observés à Autun : La Luzette-VG, France1-VG, Washington-VG. Les plants avaient été repiqués à l'automne 2008 sur des planches situées à proximité des semis de 1 an que nous avons observés. Ils atteignaient en moyenne 22 cm, la densité de la planche était d'environ 70 plants/m².

2.3 Protocole d'observation du débourrement

Les stades de débourrement ont été notés selon les classes suivantes :

Dessins des 6 stades de débourrement du douglas (Source : Faucher et al, 2006)



Stade 1 : bourgeon dormant (ou au repos)

Stade 2 : bourgeon gonflé (et/ou allongé)

Stade 3 : bourgeon éclaté

Stade 4 : bourgeon en « pinceau fermé », aiguilles visibles

Stade 5 : bourgeon en « pinceau ouvert »

Stade 6 : pousse en élévation

Les observations ont été réalisées aux dates suivantes :

Dates d'observation à Autun (équivalent en jours Julien)	Dates d'observation à Chéu (équivalent en jours Julien)
7 Avril 2009 (97)	6 Avril 2009 (96)
16 avril 2009 (106)	15 avril 2009 (105)
20 avril 2009 (110)	21 avril 2009 (111)
27 avril 2009 (117)	29 avril 2009 (119)
5 mai 2009 (125)	4 mai 2009 (124)
15 mai 2009 (135)	14 mai 2009 (134)

RESULTATS

1. plantations comparatives pour le suivi du comportement de nouvelles variétés de douglas potentiellement intéressantes face au futur changement climatique

Trois plantations comparatives comportant chacune 9 modalités ont été installées du 21 au 24 avril 2009.

Leur intérêt se situe bien entendu dans le suivi de leur comportement et de leurs performances au cours des prochaines années. A l'heure actuelle, nous ne pouvons que dresser un état zéro le plus complet possible pour permettre ultérieurement des interprétations pertinentes et argumentées.

Rappelons que tous les dispositifs ont été installés avec les mêmes types de plants, produits, stockés et transportés dans des conditions identiques.

Les modalités présentes sur chacun de ces dispositifs correspondent à 8 variétés différentes :

- ✓ **Darrington-VG** et **La Luzette-VG**, commercialisées et utilisées en Bourgogne depuis plusieurs années;
- ✓ **France1-VG**, **France2-VG**, **France3-VG**, trois nouvelles variétés issues d'arbres sélectionnés pour leurs performances (croissance et tardiveté de débournement) et originaires de peuplements français ;
- ✓ **Washington2-VG**, nouvelle variété, issue d'arbres sélectionnés sur leur qualité et originaires du Nord de l'aire naturelle de l'espèce, l'état du Washington ;
- ✓ **Californie-VG**, nouvelle variété issue d'arbres sélectionnés sur leur qualité et originaires du Sud de l'aire naturelle de l'espèce, l'état de Californie, variété qui pourrait être davantage adaptée aux épisodes secs et chauds que les autres ;
- ✓ **SZ403**, correspond à des graines américaines, utilisées également depuis longtemps en France mais non issue de programmes d'amélioration génétique puisque récoltées dans des peuplements « sauvages » américains situés dans l'état du Washington ;
- ✓ la neuvième modalité correspond à la variété **La Luzette-VG artificiellement mycorhizée** par une souche sélectionnée (S238N) du champignon *Laccaria bicolor*.

- A la plantation, tous les plants ont la même hauteur, quelle que soit la variété considérée.

Les hauteurs des plants installés dans les 3 dispositifs ne sont pas statistiquement différentes. La hauteur moyenne des plants installés à Autun est de 24.4 cm et de 26.4 cm à Pressy-sous-Dondin et à La Tagnière.

Les performances qui seront enregistrées seront donc à relier aux conditions pédo-climatiques des sites.

- La variété Californie-VG serait légèrement plus précoce que les autres

Bien qu'il s'agisse de résultats très ponctuels, il nous semble intéressant d'en faire mention dans la mesure où ce sont les premiers jamais réalisés sur ces variétés.

Lors des deux séries d'observations réalisées en avril à seulement 4 jours d'intervalle, la variété Californie-VG avait un nombre d'individus au stade 3 du débournement plus important que les autres variétés. Aucune différence n'était en revanche perceptible entre celles-ci.

Ces résultats sont à considérer avec prudence, signalons toutefois que les observations réalisées sur un dispositif similaire installé 2 semaines plus tard confirme la tendance perçue. Des observations plus fréquentes pourront être réalisées dans les prochaines années, notamment sur les trois dispositifs installés, et permettre de juger de l'intérêt de la variété Californie-VG dans une région où les gelées tardives du printemps ne sont pas rares.

2. Suivi du comportement de différentes variétés de douglas en pépinière

- Débourrement plus précoce dans l'Yonne à basse altitude que sur le plateau Autunois

Des semis de 1 an des variétés La Luzette-VG et Washington2-VG ont pu être observés à une journée d'intervalle à la fois sur le site de Chéu (dans l'Yonne à 110 m d'altitude) et sur celui d'Autun (en Saône et Loire à 600 m d'altitude).

Si on se base sur la date à laquelle les semis ont atteint le stade 4 c'est-à-dire celui où les aiguilles vertes émergent des écailles du bourgeon, la variété La Luzette-VG a émergé plus précocement à Chéu qu'à Autun, à 6 jours d'intervalle.

De la même façon, on peut estimer que la nouvelle variété Washington2-VG a également débourré plus précocement à Chéu qu'à Autun, le décalage se situant plutôt dans ce cas à 8 jours.

- Les semis de 1 an sont un peu plus précoces que les plants de 2 ans repiqués

Sur le site d'Autun, nous avons pu comparer pour La Luzette-VG, le décalage du débourrement entre des semis du printemps et des plants semés l'année précédente et repiqués à l'automne 2008.

Les semis (de 10 à 12 cm de haut en moyenne) débourrent plus précocement que les plants repiqués (dont la hauteur est comprise entre 18 et 22 cm). Le stade 4 a été atteint ce printemps avec un décalage de l'ordre de 13 jours.

- Pas de différence importante au niveau d'un même site pour les variétés observées

Au stade semis

A Autun, le stade 4 de débourrement, celui où les aiguilles vertes commencent à être visibles a d'abord été atteint par la variété La Luzette-VG puis par Darrington-VG et enfin par la nouvelle variété Washington2-VG.

Le décalage entre le stade 4 des semis de La Luzette et de Washington2-VG était d'environ une semaine au printemps 2009.

A Chéu, le stade 4 de débourrement a d'abord été atteint par la nouvelle variété France 1-VG puis par La Luzette-VG et enfin par la nouvelle variété Washington2-VG. Le décalage entre le stade 4 des semis de La Luzette-VG et de France1-VG était d'environ quatre jours au printemps 2009.

En compilant les données obtenues sur semis, on peut proposer le classement suivant en terme de risque de dégâts face aux gelées tardives du printemps :

Washington2-VG < Darrington-VG < La Luzette-VG < France1-VG.

Le signe « < » signifiant « présente moins de risque de dégâts de gel printanier ».

Au stade de plants repiqués âgés de 2 ans

A Autun, le stade 4 de débourrement a d'abord été atteint par les plants repiqués de la variété France1-VG puis par La Luzette -VG et enfin par une nouvelle variété Washington-VG.

CONCLUSION

Des dispositifs pérennes mis en place... à suivre dans les prochaines années

Grâce au projet financé par le Conseil régional, trois dispositifs expérimentaux pérennes ont été mis en place sur le territoire bourguignon dans des zones où la ressource en douglas existante a montré, après 2003, des signes inquiétants de faiblesse (dessèchement de cimes, dépérissement d'arbres entiers...). Face à la menace de voir augmenter la fréquence d'évènements comme ceux survenus en 2003, une solution serait de remplacer les variétés de douglas actuellement utilisées en reboisement dans ces zones par des variétés mieux adaptées.

Les dispositifs installés permettront à court et moyen terme d'évaluer le comportement de cinq nouvelles variétés par rapport à celles habituellement plantées. Il sera ainsi possible d'en préciser les éventuelles limites d'utilisation et d'orienter ainsi au mieux les choix des sylviculteurs de la région.

Pour se faire, il sera nécessaire de caractériser la croissance et le développement de ces variétés. Les plants des trois dispositifs seront ainsi mesurés et observés annuellement les premières années. Une attention toute particulière sera portée aux éventuels défauts de forme qui pourront apparaître (fourche notamment) et à la caractérisation de la finesse des branches, caractère important dans la mesure où il conditionne la facilité d'élagage naturel ou artificiel.

Des efforts de recherche à poursuivre

Parallèlement, il sera nécessaire de poursuivre la caractérisation de la phénologie³ des nouvelles variétés de douglas c'est-à-dire leur débournement mais aussi leur aoûtement ainsi que leur endurcissement au froid de façon à préciser les risques auxquels elles peuvent être exposées dans une région comme la Bourgogne.

De la même façon leur tolérance au stress hydriques estival ainsi que leur capacité à supporter de fortes températures seront également de précieuses informations pour le reboiseur.

De telles données pourront être récoltées sur les trois dispositifs installés mais également dans des conditions plus artificialisées mais plus pratiques à instrumenter comme dans le cas de pépinières forestières. Les observations réalisées cette année ont montré la faisabilité de telles observations et la réelle motivation d'une profession très inquiète face aux incertitudes futures. Par ailleurs, des expérimentations en conditions totalement contrôlées, dans les chambres climatisées de certains laboratoires de recherche pourraient également faire avancer très rapidement les connaissances sur ces variétés et aider à préciser leur intérêt pratique .

³ La **phénologie** est l'étude de l'apparition d'évènements périodiques (annuels le plus souvent) dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat.

BIBLIOGRAPHIE

Faucher M., Meslier C., Veisse D., Verger M. Et Bastien J.Ch. , 2006 – Notations de phénologie foliaire sur les arbres forestiers, in Les cahiers des techniques de l'INRA, Numéro spéciale « Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques », 139-142.

Le Tacon, F., Bouchard D., Churin J.-L. et Garbaye J., 2005 – Mycorhization contrôlée du Douglas et du chêne. Forêt-Entreprise n°164, 33-37.