



HAL
open science

Evaluation et homologation de variétés issues des vergers à graines de l'Etat - programme 2013

Gwenaël Philippe, Frédérique Santi, Eric Collin, Yves Rousselle, Sabine Girard

► **To cite this version:**

Gwenaël Philippe, Frédérique Santi, Eric Collin, Yves Rousselle, Sabine Girard. Evaluation et homologation de variétés issues des vergers à graines de l'Etat - programme 2013. [Contrat] Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA); Office National des Forêts (ONF); Centre National de la Propriété Forestière (CNPF). 2014. hal-02799690

HAL Id: hal-02799690

<https://hal.inrae.fr/hal-02799690v1>

Submitted on 5 Jun 2020

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.

Evaluation et homologation de variétés

Rapport pour le Programme 2013

Convention DGPAAT / Irstea-INRA-ONF-CNPF E01/13
(période couverte : 1er mars 2013 – 1er mars 2014)

Coordinateur du programme Gwenaël Philippe
Coordinatrice pour le rapport Frédérique Santi
Par institut Irstea Eric Collin
 INRA Frédérique Santi
 ONF Yves Rousselle
 CNPF Sabine Girard

CENTRE DE NOGENT-SUR-VERNISSON

Evaluation et homologation de variétés issues des vergers à graines de l'Etat Programme 2011

RAPPORT FINAL

Document communiqué en vertu de l'article 69 de la loi n° 2004-0712 du 29 juillet 2004

FEVRIER 2012

Coordination G. Philippe

INRA : F. Santi, Y. Rousselle, S. Mate

ONF : P. Goussier, C. Goussier

CNPF : S. Girard



PARTICIPANTS

ONF

- Yves Rousselle (DTCB, CGAF Orléans)
- Jean Ladier, Charles Tessier (DTCB, R&D Avignon)
- Bruno Chopard, Jean-Michel Fargeix, François Conrard, Didier Bier (DTCB, R&D Dole)
- Nicolas Gomez (DTCB, R&D Nancy)
- Thibaud Lombart (DTCB, R&D Compiègne)
- Sébastien Guérinet (PNRGE, pôle de Peyrat le Château)
- Patrice Brahic (PNRGE, pôle de Cadarache)
- Christian Blazy (vergers à graines de l'Etat)
- Céline Puech (Rocheft-Montagne)

Irstea

- Gwenaél Philippe, Stéphane Matz, Patrick Baldet, Vincent Bourlon, Aurélien Brochet, Eric Collin, Pascal Croizet, Hilaire Martin, Camille Couteau, Quentin Vandemoortele (stagiaire ingénieur), Karima Hadj Boussada (stagiaire Master 2) (GeeDAAF, Nogent-sur-Vernisson)
- Philippe Latour (Société Forestière de la Caisse des Dépôts)

INRA

- Jean-Charles Bastien, Luc Pâques, Arnaud Dowkiw, Jean Dufour, Dominique Veisse, J.P. Charpentier, K. Ader, Frédérique Santi, Jonathan Migeot (Orléans)
- Denis Vauthier (Avignon)
- Thierry Ameglio (Clermont-Ferrand)

CNPF

- Sabine Girard, Christophe Vidal et Gregory Sajdak (SUF CNPF, Lyon)

SOMMAIRE

DOUGLAS

1- Gestion d'un réseau d'essais évaluant la totalité des vergers français

Irstea, ONF, INRA, CNPF, interventions prévues : la collecte de données sur l'adaptation et la croissance des variétés testées, l'entretien des dispositifs et leur référencement dans une base de données, l'extension du réseau dans des zones géographiques encore non prospectées.

1.1. Mesures, notations, analyses

* Dispositifs ayant atteint 5 années de croissance sur le terrain

Premier bilan selon protocole établi en commun. Sont concernés 6 tests Irstea (St Junien-la-Bregère, Peyrat-le-Château, Le Faou-Petit, Haute-Serre et les deux tests des Barres), 2 tests INRA (Fourtou), 1 test ONF (Murat) et 6 tests CNPF (St Agnant-près-Crocq, Autun, St Sauveur-de-Peyre, Pressy-sous-Dondin, La Tagnière et Anglès).

ANALYSE DE LA SURVIE, DE LA HAUTEUR ET DE L'ÉTAT SANITAIRE DANS LE TEST DE PROVENANCES DE ST JUNIEN-LA-BRÉGÈRE (EV_DF_2009.01, IRSTEA)

Ce dispositif mono-arbre, planté en mars 2009 dans la Creuse (cœur de l'aire), a été décrit dans le rapport d'activité 2009 (p. 153). Nous présentons ici les résultats des mesures effectuées les 29-30 octobre 2013, 5 ans après plantation.

Protocole de mesure

- Etat général : 0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté 7- endommagé lors de dégagements 8- problème particulier 9- mort. Dans ce dispositif, les notes 2-5-7 n'ont pas été attribuées. En complément, diverses informations ont été consignées dans une colonne "observations" : jaunissement de feuillage, cime cassée, gros défauts de forme (arbres couchés, penchés, courbés), perte d'aiguilles apicales, présence de deux ou plusieurs leaders.
- Décoloration du feuillage : cf observations
- Rétention foliaire, caractérisée par le nombre d'années d'aiguilles (observations effectuées sur le 3^{ème} verticille supérieur)
- Hauteur totale.

Analyse statistique

Les proportions (pourcentages) ont été analysées à l'aide du test de Khi-deux. Les notes, variables prenant un nombre limité de valeurs, ont été analysées par le test de Kruskal-Wallis (nombres d'années d'aiguilles). Les données de hauteur ont été traitées par analyse de variance à deux facteurs (variété, bloc) sans interaction et les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey. Les variables ont parfois été transformées pour satisfaire aux conditions de normalité et d'égalité des variances.

Des analyses distinctes ont été réalisées, d'une part, sur la totalité des arbres vivants de chaque variété (hauteur réelle) et, d'autre part, sur les populations n'ayant pas fait l'objet de dégâts rédhibitoires (hauteur potentielle). Cette évolution du protocole d'analyse a été décidée lors de la réunion annuelle 2013 du groupe "évaluation VFA de Douglas", dans l'intention d'harmoniser les procédures en vigueur dans les différents instituts partenaires et de réduire leur subjectivité.

Bilan général des analyses

Variable étudiée	Effet variété	Effet bloc
% mortalité fin 2013	NS	NS
Dégâts de gibier (% frottis)	NS	NS
Nb années d'aiguilles	*	***
% arbres très défoliés	***	*
% arbres à deux leaders ou multi-têtes	NS	NS
Hauteur réelle 2013	***	***
Accroissement 2013	***	**
Hauteur potentielle 2013	***	***

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

Survie et état sanitaire

Variété	% morts fin 2013 (1)	% arbres frottés (2)	% arbres doubles ou multitêtes (2)	déficit foliaire	
				nb années d'aiguilles	% arbres très défoliés (3)
WA 403	8.3	2.3	3.4	1.79 (b)	21.8 (a)
Darrington	11.5	5.9	10.6	1.84 (b)	21.4 (a)
Luzette non éclairci	5.2	0	5.5	1.86 (b)	18.7 (a)
Luzette éclairci	10.4	0	5.8	1.76 (b)	23.8 (a)
France 1	6.2	1.1	6.7	1.85 (b)	16.8 (a)
France 2	4.2	2.2	5.4	1.80 (b)	23.6 (a)
France 3	9.4	2.3	9.2	1.88 (b)	16.1 (a)
Washington 2	9.4	3.4	5.7	1.89 (b)	16.3 (a)
Californie	5.2	1.1	3.3	1.62 (a)	42.2 (b)
Total	7,8%	2.0%	6,1%	m = 1,81	22,4%
	67 individus	16 arbres	49 arbres		176 arbres

(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

(2) pourcentage calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2013

(3) individus ne conservant que les aiguilles 2013

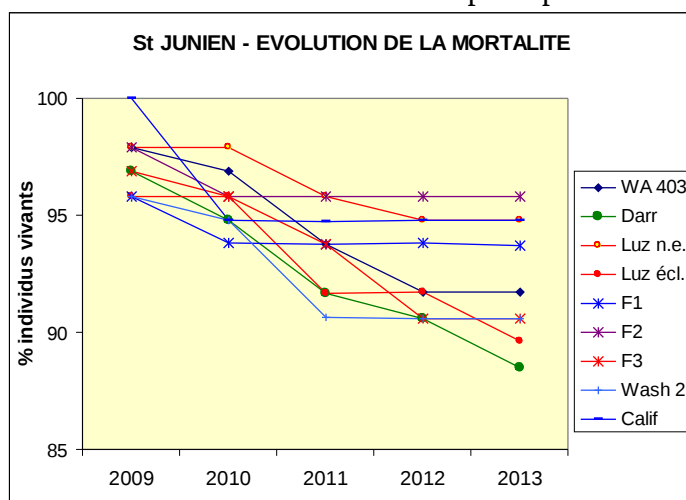
Quatre individus sont morts en 2013 (2 Darrington et 2 Luzette éclairci), ce qui porte le taux de survie global à 92,2% (88% à 96% selon la variété). Une partie de la mortalité 2013 est imputable à des dégâts accidentels (gibier, entretien).

Les plants vivants ont un état sanitaire satisfaisant : on ne recense pas de cime sèche et très peu d'arbres jaunes (6 arbres). Les frottis sont en nette régression (85, 60 et 16 individus respectivement en 2011, 2012, 2013) et une part importante des dégâts notés en 2013 correspondent à des attaques antérieures (blessures non cicatrisées).

Cependant, l'indice de rétention des aiguilles, qui avait fortement chuté en 2012, reste faible (2.80, 1.71, 1.81 en 2011, 2012, 2013). 22% de la population globale ne dispose plus que des aiguilles de l'année (contre 30% en 2012, ce qui dénote une certaine amélioration) et rares sont les arbres conservant trois années d'aiguilles (2,9%). Pour ce caractère, Californie est une nouvelle fois la variété la moins bien classée.

Les autres dégâts ou anomalies de croissance recensés (cime cassée, perte d'aiguilles apicales, gros défaut de forme) ne concernent que peu d'arbres. La présence de deux ou plusieurs leaders est encore observée sur 6% des individus mais ce problème, qui résulte généralement de dégâts accidentels (gibier, entretien), tend à se résorber. En 2013, ce défaut n'est signalé que sur la moitié des arbres présentant deux ou plusieurs cimes en 2012.

Enfin, l'effet site n'est perceptible que pour une seule des variables étudiées : la rétention d'aiguille. Les individus très défoliés se retrouvent principalement dans l'inter-andain situé au Nord du dispositif.



Croissance en hauteur

* Hauteur réelle

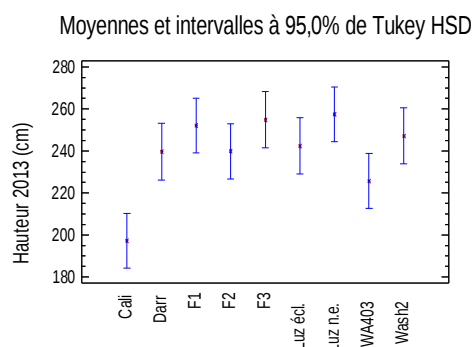
Sont pris en compte tous les individus vivants en 2013.

Variété	hauteur 2013 (cm)	accroissement 2013 (cm)

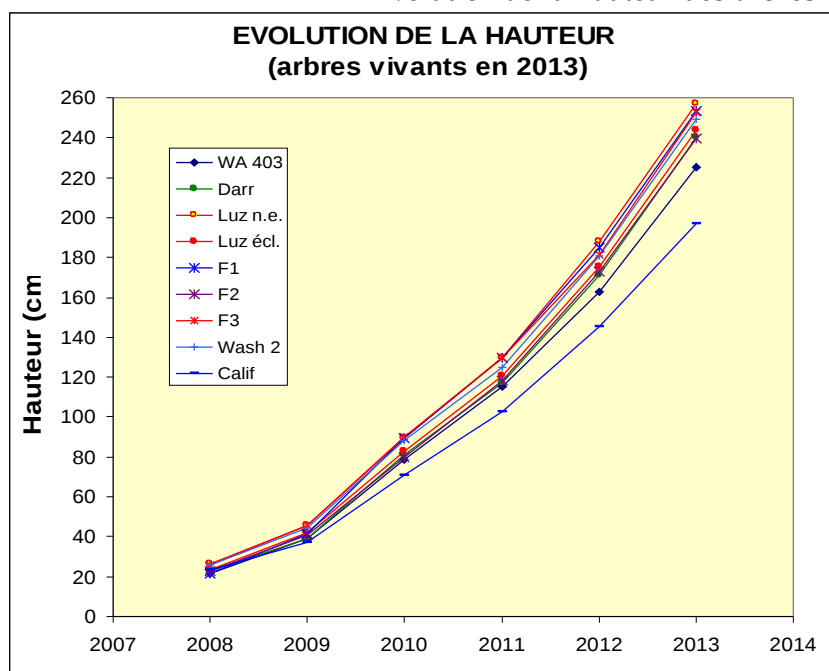
WA 403	225.8 (b)	62.4 (b)
Darrington	239.6 (bc)	68.6 (bc)
Luzette n.e.	257.4 (c)	69.7 (bc)
Luzette éclairci	242.4 (bc)	67.5 (bc)
France 1	252.1 (c)	69.1 (bc)
France 2	239.8 (bc)	67.0 (bc)
France 3	254.9 (c)	73.5 (c)
Washington 2	247.2 (bc)	70.2 (bc)
Californie	197.3 (a)	51.6 (a)
Moyenne	240 cm	66,4 cm

En 2013, l'accroissement est le plus fort depuis la plantation (66,4 cm). Comme à l'accoutumée, Californie se distingue par une croissance particulièrement faible (-25% par rapport à la moyenne des autres provenances). A l'opposé, France 3 s'est remarquablement bien comporté en 2013 ; cette variété diffère significativement de Californie, mais aussi du témoin Washington 403.

Dans ce site favorable à la croissance du Douglas, la hauteur moyenne est de 240 cm cinq ans après la plantation. Californie est nettement moins vigoureuse que WA 403 et les autres vergers. Ces derniers tendent à se démarquer de WA 403 depuis 2011 et trois d'entre eux (Luzette avant éclaircie, France 1 et France 3) lui sont à présent significativement supérieurs.



Evolution de la hauteur des arbres vivants en 2013



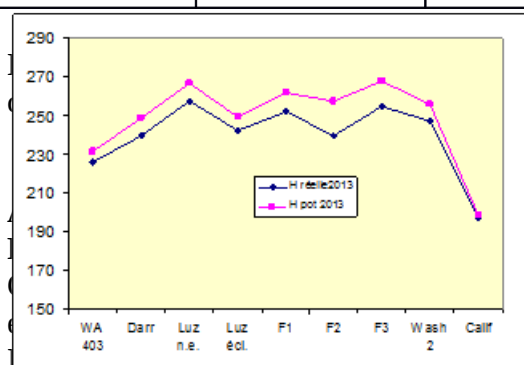
La hauteur totale et l'accroissement 2013 sont peu ou pas corrélés à l'indice de rétention des aiguilles 2012 ($R^2 = 4\%$) et 2013 (R^2 proche de 0). Ces deux indices sont faiblement liés ($R^2 = 14\%$). Cela tient peut-être au fait qu'une forte proportion des arbres est affectée de la note 2.

* Hauteur potentielle

Les populations étudiées regroupent les individus n'ayant pas été recensés comme endommagés lors des mesures annuelles. Ont été éliminés les plants ayant présenté, à un moment de leur parcours, une cime sèche

ou cassée, des dégâts de gibier (abrouissement, frottis) ou d'entretien. Ils représentent 28,5% des arbres vivants (21% à 40% selon les provenances). En revanche, ont été conservés les individus attaqués par les hylobes en 2009-2010, atteints de jaunissements de feuillage ou possédant plusieurs leaders si aucune cause accidentelle n'a été établie.

Variété	nb observations (% effectif vivant)	hauteur 2013 (cm)
WA 403	66/88 (75.0%)	231.6 (b)
Darrington	53/85 (62.3%)	248.8 (bc)
Luzette n.e.	72/91 (79.1%)	266.4 (c)
Luzette écl.	66/86 (76.7%)	249.3 (bc)
France 1	66/90 (73.3%)	261.9 (c)
France 2	55/92 (59.8%)	257.5 (bc)
France 3	65/87 (74.7%)	267.9 (c)
Washington 2	57/87 (65.5%)	255.6 (bc)
Californie	70/91 (76.9%)	198.3 (a)
Moyenne	570 (sur 797 vivants, soit 71,5%)	250 cm



soit important, en raison principalement des nombreux frottis de gibier, qui sont très similaires à ceux obtenus lors de l'analyse de la hauteur réelle.

AUTEUR ET DE L'ÉTAT SANITAIRE DANS LE TEST DE T (EV_DF_2009.04, IRSTEA)

Les arbres ont été plantés en mars 2009, dans l'Aude. Ses caractéristiques ont été décrites dans le rapport de l'IRSTEA (2009 (pp. 159-160).

- Juin-juillet : dégagement mécanique des interlignes non broyés en 2012 (un sur deux)
- 16 octobre : mesures et notations annuelles.

Protocole de mesure

- Etat général 0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté 7- endommagé lors de dégagements 8- problème particulier 9- mort. Dans ce dispositif, les notes 2-5-6-7-8 n'ont été attribuées qu'exceptionnellement. Le code 8 a été affecté à un très petit nombre d'arbres présentant une cime cassée ou une blessure. De plus, des informations diverses ont été consignées dans une colonne "observations" (dégâts de gel, perte d'aiguilles sur la pousse principale 2013, arbre penché, présence de fourche ou de plusieurs leaders).

- Décoloration du feuillage : 0- plant vert 1- jaune 2- rouge
- Rétention foliaire appréciée via le nombre d'années d'aiguilles présentes sur le 3^{ème} verticille supérieur (1, 2 ou 3 années).
- Hauteur totale 2012, mesurée au niveau du bourgeon terminal de la pousse principale.

Analyse statistique

Proportions (pourcentages) et variable non continue (déficit foliaire) : analyse de variance à deux facteurs (provenance, bloc) sans interaction sur les moyennes par parcelle unitaire puis comparaison par le test de Tukey. Variables continues : analyse de variance à deux facteurs (provenance, bloc considérés respectivement comme fixe et aléatoire) sur les données individuelles puis comparaison des moyennes à l'aide du test de Tukey. Des transformations de variables ont parfois été effectuées pour satisfaire au mieux aux conditions de normalité et d'égalité des variances.

Des analyses distinctes ont été réalisées, d'une part, sur la totalité des arbres vivants de chaque variété (hauteur réelle) et, d'autre part, sur les populations n'ayant pas fait l'objet de dégâts rédhibitoires (hauteur

potentielle). Cette évolution du protocole a été décidée lors de la réunion annuelle du groupe "évaluation VFA Douglas", dans l'intention d'harmoniser les procédures en vigueur dans les différents instituts partenaires et de réduire leur subjectivité.

Résultats

Bilan général

Variable étudiée	Effet provenance	Effet bloc	Interaction provenance x bloc
% mortalité entre 2012 et 2013	NS	NS	n.a.
% mortalité total	(*)	(*)	n.a.
Déficit foliaire	***	NS	n.a.
% arbres défoliés (1 année d'aiguilles)	***	NS	n.a.
% arbres conservant 3 années d'aiguilles	*	*	n.a.
<u>Hauteur réelle</u>			
H2013	***	***	***
Accroissement 2013	***	***	***
<u>Hauteur potentielle</u>			
H2013	***	***	***
Accroissement 2013	***	*	***

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1‰
n.a. : non applicable (ANOVA sur les moyennes par p.u.)

NS : non significatif

Mortalité et état sanitaire

Variété	% morts en 2013 (1)	% morts fin 2012 (2)	déficit foliaire (3)		
			nb années d'aiguilles	% arbres très défoliés (4)	% arbres ayant aiguilles de 3 ans
WA 403	1.7	10.2	2.14 (bc)	2.9 (a)	16.8 (ab)
Darrington	0	6.6	2.22 (c)	3.2 (a)	25.1 (b)
Luzette	1.8	16.3	2.16 (bc)	3.1 (a)	19.1 (ab)
France 1	1.6	7.6	2.09 (bc)	6.1 (a)	15.0 (ab)
France 2	2.2	8.7	1.99 (ab)	8.5 (a)	7.1 (a)
France 3	1.7	14.3	2.13 (bc)	4.7 (a)	17.7 (ab)
Washington 2	1.1	8.2	2.13 (bc)	1.7 (a)	14.4 (ab)
Californie	1.2	15.3	1.80 (a)	26.8 (b)	7.0 (a)
Total	1,4% 20 morts	10,9% 171 morts	m = 2,08	7,1%	15,3%

(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2012

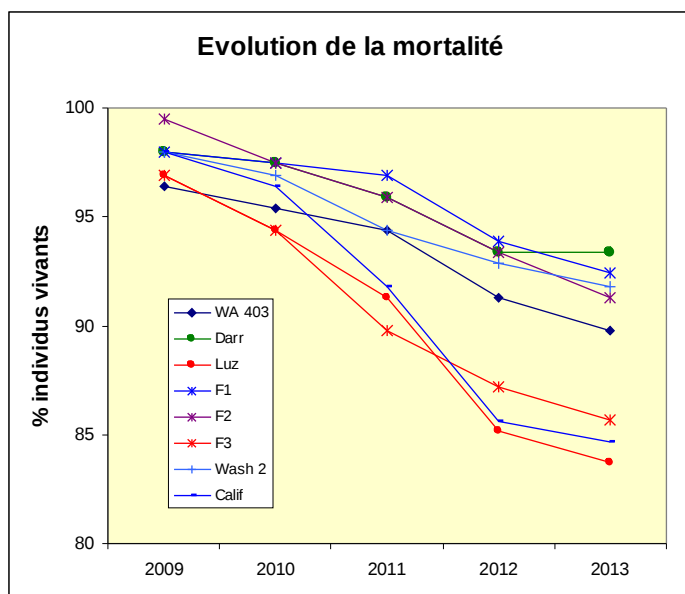
(2) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

(3) pourcentages calculés par rapport à l'effectif vivant fin 2013

(4) rameaux ne conservant en moyenne que les aiguilles de l'année

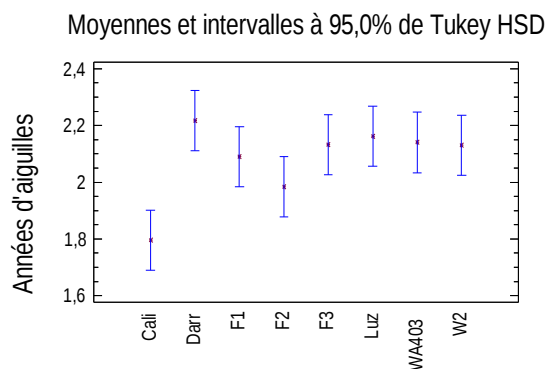
20 arbres sont morts depuis le relevé de fin 2012, soit 1,4% de l'effectif, sans qu'on observe d'effet variété significatif. Ces individus étaient pour la plupart exempts de dégâts mais de taille sensiblement inférieure à la moyenne (180 cm *versus* 206 cm), surtout pour ce qui concerne la variété France 2.

Après cinq années de croissance sur le terrain, le taux de survie global s'établit à 89,1%. L'effet "variété" est proche du seuil de signification (P = 0.06) ; La Luzette, Californie et France 3 présentent les taux de mortalité les plus élevés (14 à 16%). La mortalité augmente graduellement du haut de la pente (bloc 1) au fond du vallon (bloc 4) et l'effet bloc est significatif au seuil de 10% (P= 0.08). Cette structuration géographique est interprétée comme un effet de la concurrence exercée par les graminées dans le thalweg.



Les dégâts et anomalies de croissance sont rares et ne justifient pas d'analyse statistique : 12 individus à cime sèche (0,9% de l'effectif), 10 arbres jaunes (0,7%), 4 frottis (0,3%), 4 individus dont les pousses latérales ont été endommagées par le gel et 6 arbres blessés ou présentant une cime cassée. D'autre part, le taux de fourchaison a fortement régressé (13% et 3% respectivement en 2012 et 2013). Cette année, on ne recense plus que 32 individus possédant deux leaders et 15 "multi-têtes".

Quoiqu'en légère augmentation depuis 2012, l'indice de rétention foliaire demeure relativement faible (2,08 années d'aiguilles en moyenne). Comme l'an passé, Californie est significativement inférieure à la plupart des autres provenances. Elle se caractérise à la fois par un plus fort pourcentage d'arbres défoliés (27% versus 4% pour les autres provenances) et un faible pourcentage d'arbres conservant trois années d'aiguilles (7%). A l'inverse, Darrington est très bien classée pour ces caractères. On observe par ailleurs une corrélation modérée entre les indices de rétention foliaire de 2012 et 2013 ($R^2 = 32\%$ si l'on se base sur les moyennes par parcelle unitaire). Enfin, bien que l'effet bloc soit rarement significatif, on note une amélioration de l'état de santé des arbres à mesure que l'on descend dans le fond de vallon.



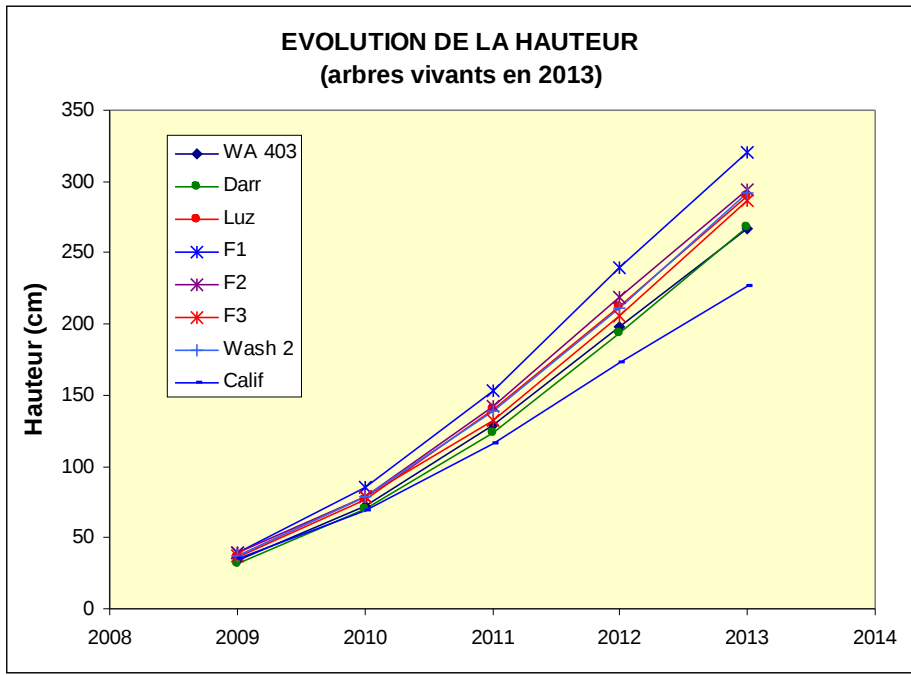
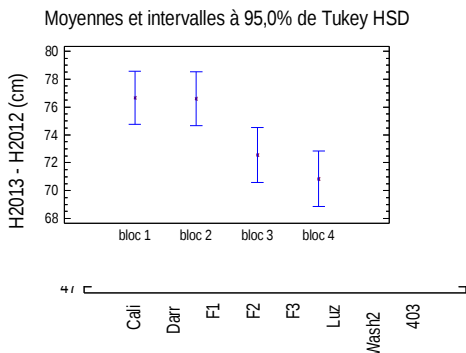
Croissance en hauteur

* Hauteur réelle (populations entières)

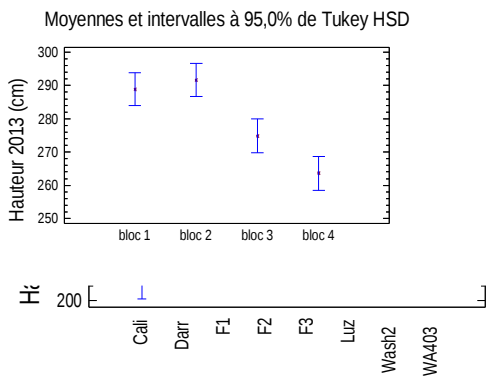
Variété	nb observations	accroissement 2013 (cm)	hauteur 2013 (cm)
WA 403	176	69.3 (b)	266.2 (ab)
Darrington	183	74.1 (b)	267.3 (ab)
Luzette	163	78.2 (b)	289.5 (bc)
France 1	181	80.6 (b)	320.1 (c)
France 2	179	75.7 (b)	294.5 (bc)
France 3	168	80.6 (b)	284.3 (bc)

Wash 2	180	80.6 (b)	291.3 (bc)
Californie	166	54.3 (a)	224.8 (a)
Moyenne	1396 arbres	m = 74 cm	m = 281 cm

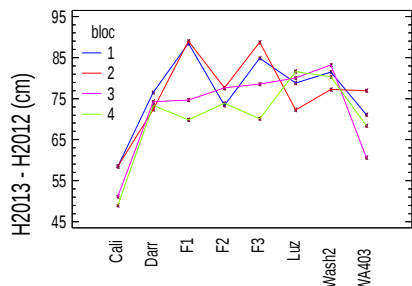
Les pousses 2013 ont une longueur moyenne de 74 cm, valeur du même ordre de grandeur qu'en 2012. Toutes les provenances sont dans le même groupe, à l'exception de Californie qui a une croissance de 30% inférieure (54 cm vs 77 cm).



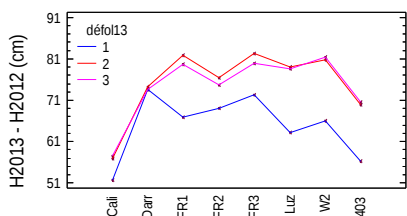
Cinq ans après la plantation, la hauteur moyenne s'établit à 281 cm. Le différentiel de croissance s'accroît entre Californie et les autres variétés. Elle est maintenant significativement différente de Washington 2, La Luzette et des trois variétés "France". D'autre part, les arbres sont plus vigoureux dans les deux blocs du haut du dispositif, aussi bien pour la hauteur totale que l'accroissement 2013.



Pour ces deux variables de vigueur, les interactions variétés x bloc sont hautement significatives et, par conséquent, le classement des variétés diffère d'un bloc à l'autre. Pour la hauteur totale, quatre variétés demeurent pénalisées par le développement initial de la végétation herbacée dans la partie basse du dispositif (Californie, France 3, Washington 403 et La Luzette dans le bloc 4, Washington 2 et Darrington dans le bloc 3). Cependant, cet effet est beaucoup moins perceptible pour l'accroissement en hauteur 2013. A présent, les arbres ont sans doute installé leur système racinaire et sont moins sensibles à la concurrence herbacée.



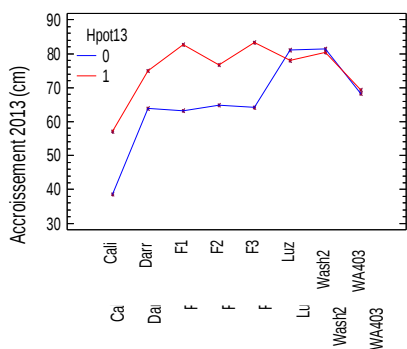
Fort logiquement, l'accroissement en hauteur 2013 est fortement lié à l'indice de rétention d'aiguilles (65 cm et 75 cm respectivement pour les individus défoliés et ceux possédant des aiguilles de 2 ou 3 années).



complètes)

individus n'ayant pas été recensés comme endommagés lors des mesures annuelles. Ont été évincés les plants ayant présenté, à un moment de leur parcours, une cime sèche, une cime cassée, des dégâts de gibier ou d'entretien. Il en va de même pour les plants endommagés par les hylobes en 2009 (attaque touchant peu de plants mais sévère). En revanche, ont été conservés les individus atteints de jaunissements de feuillage, endommagés par les hylobes en 2010 (attaque légère) ou possédant plusieurs leaders.

Au total, 158 arbres ont été éliminés sur les 1396 arbres vivants (11,3%). La population analysée a une hauteur moyenne de 287,6 cm (229,3 cm pour les individus éliminés). Cependant, le différentiel de croissance entre les populations conservée et éliminée varie en fonction de la variété.



Variété	nb observations	% pop vivante	accroissement 2013 (cm)	hauteur 2013 (cm)
WA 403	154	87	69.6 (ab)	273.0 (ab)
Darrington	170	93	75.0 (bc)	270.8 (ab)
Luzette	149	91	78.2 (bc)	291.5 (b)
France 1	162	89	82.0 (c)	326.0 (c)

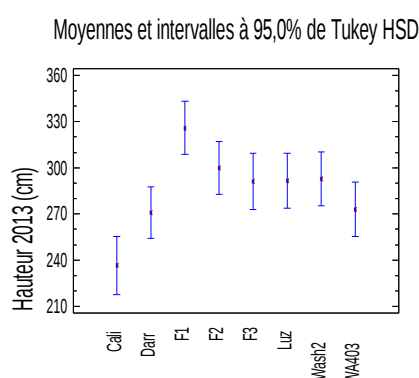
France 2	162	90	76.7 (bc)	299.9 (bc)
France 3	148	88	82.6 (c)	291.3 (b)
Wash 2	157	87	80.7 (bc)	292.6 (b)
Californie	163	82	57.2 (a)	236.6 (a)
Moyenne	1238 arbres	89%	m = 75,6 cm	m = 288 cm

En dépit des variations signalées ci-dessus, le pourcentage d'arbres éliminés est trop faible pour entraîner des modifications de classement importantes entre hauteur réelle et hauteur potentielle.

Trois évolutions méritent cependant d'être mentionnées :

- hauteur totale : France 3, La Luzette et Washington 2 deviennent significativement différentes de France 1
- accroissement 2013 : Washington 403 ne diffère plus de Californie et sort du groupe incluant les deux variétés de tête (France 1 et France 3).

Pour ce caractère, l'effet bloc n'est plus que faiblement significatif ($P = 0.04$).



ANALYSE DE LA SURVIE, DE LA HAUTEUR, DE LA BRANCHAISON ET DE L'ÉTAT SANITAIRE DANS LE TEST DE PROVENANCES DE HAUTE-SERRE (EV_DF_2009.05, IRSTEA)

Ce dispositif mono-arbre, planté en mars 2009 dans un site très xérique (marge 2), a été décrit dans le rapport d'activité 2009 (pp. 160-161). Nous présentons ici les résultats des mesures effectuées en novembre 2012 et octobre 2013.

Interventions 2012 et 2013

- Dégagement mécanique (gyrobroyeur), sur et entre lignes de plantation, en août 2012 et mi-octobre 2013.
- Relevé des données météo collectées sur le site de l'essai durant la période avril – septembre (Hobo)

Protocole de mesure

- Etat général 0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté 7- endommagé lors du/des dégagement(s) 8- problème particulier 9- mort. Dans ce dispositif, les notes 5-6-7-8 n'ont été attribuées qu'exceptionnellement. En complément, diverses informations ont été consignées dans une colonne "observations" (% de feuillage rouge, dégât de gel, perte d'aiguilles apicales, avortement du bourgeon terminal, présence de fourche ou de plusieurs leaders).

- Décoloration du feuillage : 1- jaune, 2- rouge

- Rétention foliaire, caractérisée par le nombre d'années d'aiguilles

- Hauteur totale.

Analyse statistique

Les proportions (pourcentages) ont été analysées à l'aide du test de Khi-deux. Les notes, variables prenant un nombre limité de valeurs, ont été analysées par le test de Kruskal-Wallis (nombres d'années d'aiguilles). Les données de hauteur ont été traitées par analyse de variance à deux facteurs (variété, bloc) sans interaction et les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey. Les variables ont été transformées (en racine) pour satisfaire aux conditions de normalité et d'égalité des variances. Des analyses distinctes ont été réalisées, d'une part, sur la totalité des arbres vivants de chaque variété (hauteur réelle) et,

d'autre part, sur les populations n'ayant pas fait l'objet de dégâts rédhibitoires (hauteur potentielle). Cette évolution du protocole d'analyse a été décidée lors de la réunion annuelle 2013 du groupe "évaluation VFA de Douglas", dans l'intention d'harmoniser les procédures en vigueur dans les différents instituts partenaires et de réduire leur subjectivité.

Résultats

Températures 2013

2013	J	F	M	A (23 j)	M	J	J	A	S (11 jours)	O	N	D	année 2013
T°C moy (moyenne des T journalières)				11.4	11.3	15.9	22.1	19.9	17.5				16.4
T°C moy (moy. (TN+TM)/2)				11.6	11.8	16.6	22.95	20.9	18.3				17.0
T°C min. moy.				5.6	6	10.4	14.1	12.7	10.7				9.9
T°C mini minimorum				-0.2	1.4	6.5	10.7	9.7	7.1				5.9
nb jours gel				1	0	0	0	0	0				1
T°C max moy.				17.7	17.6	22.8	31.8	29.1	25.9				24.2
T°C max maximorum				28.3	24.4	31.5	38.1	34.6	34.4				31.9

Absence de données pour les mois de janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre

Bilan général des analyses

Variable étudiée	Effet variété	Effet répétition
% mortalité fin 2012	(*)	***
% mortalité fin 2013	*	***
% nouveaux morts en 2012	NS	***
% nouveaux morts en 2013	**	NS
% cimes sèches 2012	(*)	NS
% arbres jaunes/rouges en 2012	NS	NS
Nb années d'aiguilles 2012	NS	**
Nb années d'aiguilles 2013	***	NS
<u>Hauteur réelle</u>		
2012	***	***
2013	***	***
Accroissement 2012	***	***
Accroissement 2013	***	***
<u>Hauteur potentielle</u>		
2012	***	***
2013	***	***

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

Survie et état sanitaire

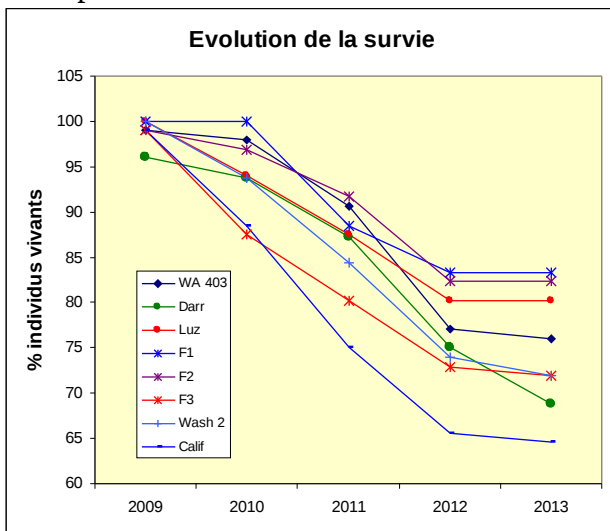
Variété	% morts fin 2013 (1)	Nb années d'aiguilles	
		2012	2013
WA 403	24.0 (ab)	1.68	1.58 (ab)
Darrington	31.2 (ab)	1.70	1.77 (abc)
Luzette éclairci	19.8 (ab)	1.66	1.64 (ab)
France 1	16.7 (a)	1.71	1.78 (abc)
France 2	17.7 (ab)	1.73	1.72 (abc)
France 3	28.1 (ab)	1.75	1.98 (c)
Washington 2	28.1 (ab)	1.70	1.87 (bc)

Californie	35.4 (b)	1.50	1.53 (a)
Total	25,1% 193 individus	m = 1.71	m = 1.74

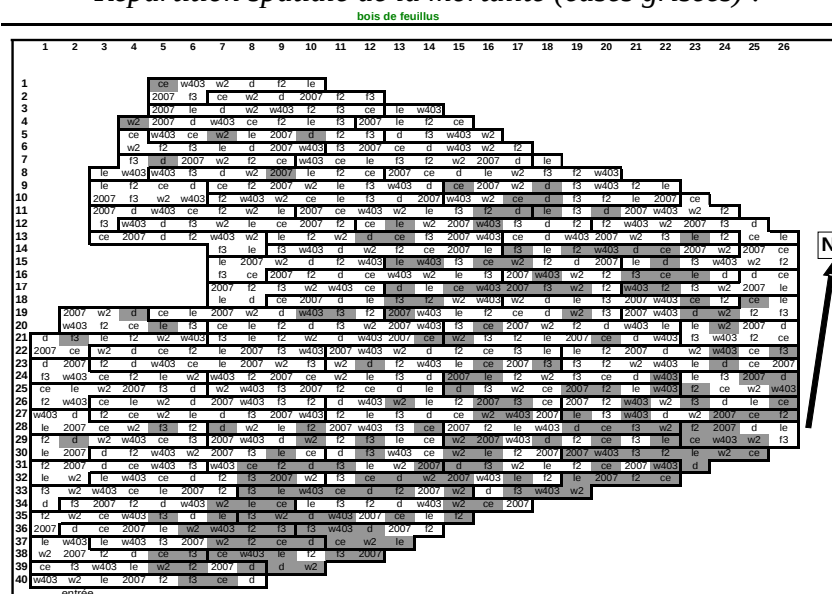
(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

En 2012, on déplore la perte de 72 nouveaux plants, soit 11% des individus vivants. Le taux de survie chute donc drastiquement, de 86% à 76%, mais heureusement se stabilise en 2013 (75%). Une exception cependant : la variété Darrington qui voit à nouveau son effectif diminuer de 8% (perte de 6 individus). Fin 2013, le taux de mortalité varie de 17% (France 1) à 35% (Californie) et ces deux variétés diffèrent significativement.

Les plants disparus au cours de ces deux dernières années étaient en mauvais état sanitaire - jaunissement ou rougissement de feuillage, très faible rétention d'aiguilles - et de petite taille. Ils sont principalement situés dans la partie Sud-est du dispositif, où est concentrée la mortalité. Cette hétérogénéité spatiale est certainement à relier à la médiocrité du sol sur les pourtours Sud et Est (texture sableuse avec forte charge en cailloux) et peut-être à l'éloignement des bordures boisées qui protègent et apportent de la fraîcheur au reste du dispositif.



Répartition spatiale de la mortalité (cases grisées) :



Les cimes sèches sont rares (respectivement 4% et 1% des plants vivants en 2012 et 2013), tout comme les jaunissements/rougissements de feuillage (3% et 1%) et les défauts de forme (fourches, présence de plusieurs leaders). D'autre part, on note une amélioration sensible pour la rétention foliaire puisque le nombre d'années d'aiguilles passe de 1,51 à 1,71 puis 1,74 de 2011 à 2013. Toutefois, ces valeurs demeurent

faibles par rapport à ce que l'on observe dans la plupart des autres dispositifs du réseau. Si les individus conservant trois années d'aiguilles sont effectivement en augmentation, ils restent néanmoins peu nombreux, comparés aux individus en souffrance qui ne disposent plus que des aiguilles de l'année (populations représentant respectivement 10% et 35% de l'effectif en 2013). Pour cet indicateur de santé, France 3 et Washington 2 sont significativement supérieures à Californie en 2013. Ces deux variétés de tête ont connu une nette progression de l'indice de rétention d'aiguilles entre 2012 et 2013, alors que les valeurs ont régressé pour WA 403 ou stagné dans les autres variétés.

Croissance en hauteur

* Hauteur réelle

Sont pris en compte tous les individus vivants en 2012 ou 2013.

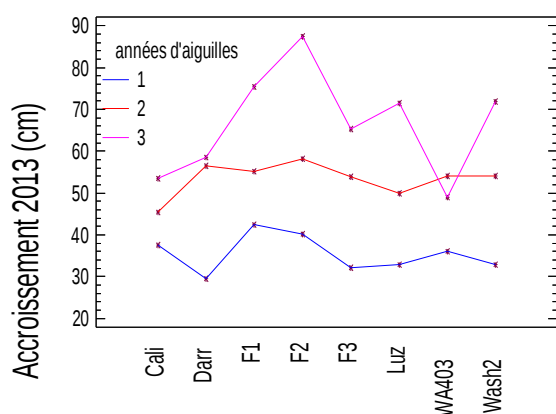
Variété	hauteur 2012 (cm)	hauteur 2013 (cm)	accroissement 2012 (cm)	accroissement 2013 (cm)
WA 403	104.7 (a)	146.6 (a)	27.5 (a)	41.9 (ab)
Darrington	102.6 (a)	148.5 (a)	29.1 (a)	43.4 (ab)
Luzette écl.	114.4 (abc)	156.6 (ab)	30.6 (ab)	42.3 (ab)
France 1	132.0 (c)	182.1 (b)	37.7 (b)	50.4 (b)
France 2	128.3 (bc)	180.6 (b)	37.1 (b)	52.3 (b)
France 3	126.9 (bc)	178.0 (b)	38.3 (b)	50.2 (b)
Washington 2	126.6 (bc)	175.5 (ab)	37.5 (b)	47.9 (ab)
Californie	108.3 (ab)	147.3 (a)	29.2 (ab)	37.3 (a)
Moyenne ¹	123 cm	173 cm	35 cm	49 cm

¹ moyennes arithmétiques des hauteurs (sans prise en compte de l'effet bloc)

Dans ce site comportant de fortes contraintes pédologiques et climatiques, la croissance est modeste. Les arbres ne se sont allongés que de 84 cm au cours des deux dernières années et la hauteur moyenne s'établit à seulement 173 cm cinq ans après la plantation. Ces valeurs auraient même été plus faibles si nombre d'individus plantés dans les zones les plus exposées n'avaient pas disparu.

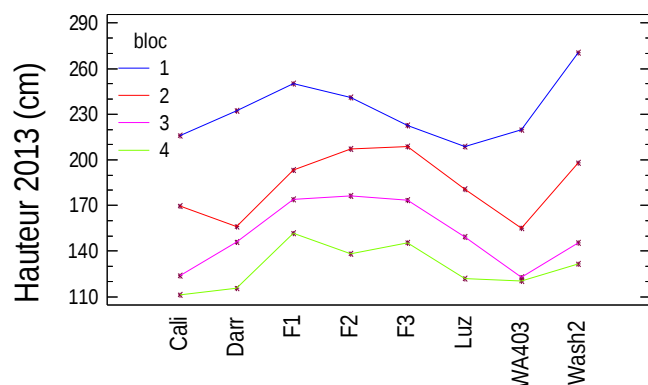
L'amplitude des variations inter-provenances s'accroît au fil des ans et, à présent, on distingue grossièrement deux groupes, qui divergent de plus en plus nettement. Le premier rassemble quatre variétés vigoureuses (France 1, 2, 3 et Washington 2) tandis que le second est constitué de la seed zone Washington 403, Darrington et Californie. La Luzette occupe une position intermédiaire mais tend à se faire "absorber" par le groupe de faible croissance.

Evolution de la hauteur des arbres vivants en 2013 :



D'autre part, les performances sont fortement liées à la rétention des aiguilles. Le nombre d'années d'aiguilles explique une très forte proportion de la variance pour l'accroissement annuel et la hauteur totale.

Enfin, de nouvelles analyses ont été effectuées après avoir découpé *a posteriori* la surface de l'essai en quatre blocs de vigueur décroissante, selon un gradient Ouest-est. Elles ne montrent pas d'interaction variété x bloc significative (P = 0.84), ce qui indique une similitude du classement des variétés dans la partie "fertile" et les zones les plus exposées.



* Hauteur potentielle

Les populations étudiées regroupent les individus n'ayant pas été recensés comme endommagés lors des mesures annuelles. Ont été éliminés les plants ayant présenté, à un moment de leur parcours, une cime sèche ou des dégâts de gibier (abroustissement, frottis). En revanche, ont été conservés les individus atteints de jaunissements de feuillage ou possédant plusieurs leaders.

Variété	nb observations (% effectif vivant)	hauteur 2012 (cm)	hauteur 2013 (cm)
WA 403	69 (94.5%)	107.6 (a)	149.7 (a)
Darrington	57 (86.4%)	106.9 (a)	151.2 (ab)
Luzette écl.	71 (92.2%)	116.7 (abc)	159.2 (abc)
France 1	78 (97.5%)	134.2 (c)	185.7 (c)
France 2	72 (91.1%)	132.3 (c)	185.8 (c)
France 3	68 (98.5%)	129.4 (bc)	180.5 (bc)
Washington 2	64 (92.7%)	130.2 (bc)	179.8 (bc)
Californie	59 (95.2%)	109.1 (ab)	146.0 (a)
Moyenne ¹	538 (sur 575 vivants, soit 93,6%)	m = 126 cm	m = 175 cm

¹ moyennes arithmétiques des hauteurs (sans prise en compte de l'effet bloc)

Dans ce site enclos, les dégâts sont peu fréquents et rares sont les arbres éliminés (6,4% de l'effectif en moyenne ; de 1,5% à 13,6% selon la variété). Il n'est donc pas surprenant que les résultats soient très similaires à ceux obtenus lors de l'analyse de la hauteur réelle.

LES BARRES, PEYRAT-LE-CHÂTEAU : LES DONNÉES RECUEILLIES EN 2013 SERONT ANALYSÉES STATISTIQUEMENT EN 2014 (IRSTEA).

D'autre part ainsi qu'à des fins méthodologiques, des photographies aériennes ont été réalisées par un drone, le 25 juin et 21 août 2013, au-dessus du test des Barres Enclos des Pins comparant les variétés La Luzette et Californie. Ces clichés réalisés en très haute résolution sur les bandes spectrales Rouge, Vert, Bleu et proche infrarouge seront assemblés et traités en 2014 pour en extraire en particulier des index de végétation pour caractériser l'ensemble du site ainsi que les deux variétés évaluées.



Drone « Tetis » équipé de deux boîtiers RVB & proche infrarouge

ANALYSE DE LA SURVIE, DE LA HAUTEUR, DE LA BRANCHAISON ET DE L'ÉTAT SANITAIRE DANS LE TEST DE PROVENANCES DE FOURTOU (INRA)

Dispositif. Le test d'évaluation des vergers de Douglas 1.722.2 de Fourtou, dans l'Aude, représente un essai de marge 2. Planté en mars 2009 avec les semis 1-0 élevés en godets à la pépinière de Milles, cet essai est de type mono-arbre en blocs complets. A la plantation, chacun des matériels ci-dessous était représenté par 128 plants, soit 4 plants par population plantés aléatoirement dans chaque bloc :

Code	Nom du lot de graine
CALIEXP	Californie.VG récolte expérimentale
DARR	Darrington.VG
FRA1R2007	France-1. VG récolte 2007
FRA2	France-2.VG
FRA3	France-3.VG
LUZECL	Luzette.VG éclairci
WASH2	Washington-2.VG
WA403	Lot commercial de la seed zone 403 (USA Washington)

En fin d'année 2013, soit après 5 saisons de végétation sur le terrain, une notation de survie, d'état sanitaire, de branchaison / fourchaison et une mesure de hauteur totale ont été réalisées sur l'ensemble du dispositif.

Les notations et mesures ont été les suivantes :

Survie : 0= mort; 1= vivant. Les notations s2012 ont été rapprochées des notations réalisées chaque année depuis 2008.

Coloration du feuillage : 0= vert, 1=jaune, 3=rouge

Déficit foliaire : nombre d'années d'aiguilles présentes sur les ramifications du plant : 1 = 1 année d'aiguilles ; 2 := 2 années d'aiguilles, etc.

Branchaison : 0 = faible à 3 = forte

Fourchaison : comptage du nombre de fourches et ramicornes sur l'ensemble de l'arbre

Hauteur totale : en cm depuis le sol jusqu'au bourgeon terminal

Résultats

Le taux de survie global est satisfaisant puis qu'il s'établi fin 2013 à 78% (extrêmes 73% pour Luzette.VG et 84% pour France-3.VG)

Comme le montre la figure 1 ci-dessous, le classement des provenances pour la survie s'est peu modifié au cours du temps, hormis pour le témoin commercial de la seed zone 403 qui a subi une assez forte mortalité en 2010, cette dernière restant stable depuis.

Evolution de la survie des populations dans le test de Fourtou depuis la plantation

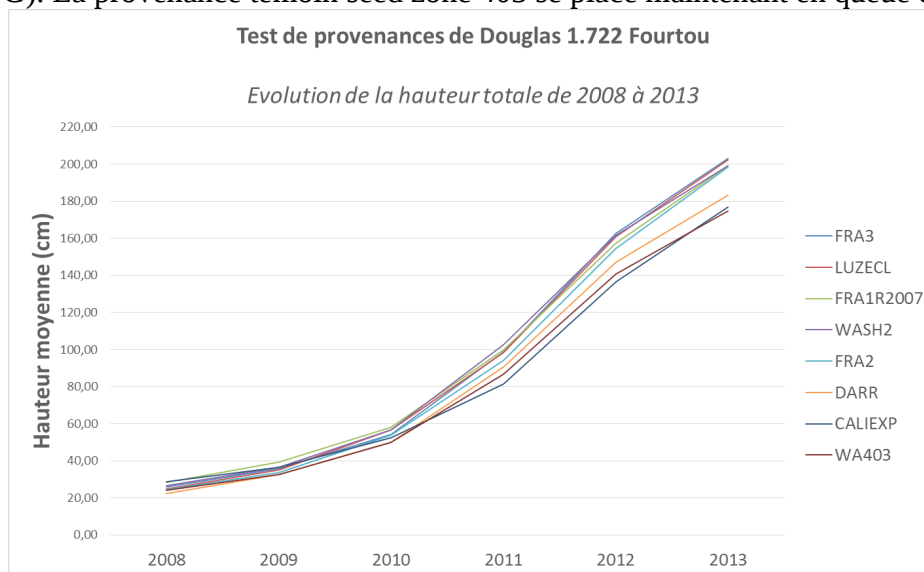
Avec une note moyenne globale relativement élevée de 1,64, aucune différence entre provenances ne peut être mise en évidence pour le déficit foliaire en 2013 (extrêmes 1,76 pour le verger Darrington et 1,56 pour Washington-2.VG).

La coloration du feuillage n'est pas non plus un caractère discriminant entre provenances à Fourtou : 25 arbres seulement sur les 800 vivants en 2012 présentent une coloration jaune.

En termes de branchaison, sans que les différences entre vergers testés soient significativement différentes, le verger Californien se distingue par une note sensiblement plus forte (défavorable) que la moyenne des autres vergers : respectivement 1,61 vs 1,46.

Le nombre moyen de fourche ou ramicornes par arbre est de 1,12. De nouveau, pour ce caractère, les vergers testés ne se distinguent pas les uns des autres ; extrêmes : Washington.2.VG 1,26 vs France.2.VG 1,03

Concernant la croissance en hauteur, les classements semblent se stabiliser, comme le montre la figure 2 ci-dessous. Tous les vergers dont les clones ont fait l'objet, en plantation comparative, d'une sélection phénotypique ou génétique sur la croissance (France 3, Luzette, France 1 Washington 2 et France 2) sont en tête avec un écart relatif de hauteur 2013 par rapport au témoin seed zone 403 compris entre 14 et 16%. Ils se distinguent notamment des vergers Darrington et Californie, dont les clones sont issus de sélection phénotypiques sur d'autres caractères que vigueur (en forêt pour Darrington.VG et en tests de provenances pour Californie.VG). La provenance témoin seed zone 403 se place maintenant en queue de classement.



Evolution de la hauteur totale des populations dans le test de Fourtou depuis la plantation

Au stade de développement du test de Fourtou il n'est pas possible de mettre en évidence des corrélations significatives entre vigueur et forme. Seule la corrélation défavorable Hauteur totale 2013 et grosseur de branche (-0,48) est au seuil de la signification.

TEST DE MURAT (EV_DF_2009.07) - ETAT SANITAIRE ET CROISSANCE EN HAUTEUR FIN 2013

Les caractéristiques du site et de ce dispositif de type « mono-arbre », planté en mai 2009, sont présentées dans le CR d'installation.

Opérations 2013

- 08 Octobre 2013 : Notation état sanitaire, mesure hauteur totale, vérification et remise en état de l'étiquetage.

Protocole de mesures

Les observations et mesures concernent l'état physiologique des plants et leur hauteur totale en fin de saison de végétation 2013.

- Etat général estimé via un système de notation récemment révisé par les partenaires du réseau :

0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté
7- endommagé lors du dégagement 8- divers 9- mort.

Le code 8 a été attribué à des plants présentant une perte d'aiguilles. Dans ce cas, une note complémentaire a été attribuée pour préciser le phénomène :

1 : une seule année d'aiguilles restante ; 2 : deux années d'aiguilles restantes.

- Hauteur totale fin 2013.

- Défauts de forme : fourches, baïonnettes, cimes doubles ou multiples, cimes cassées, etc

Ce dispositif étant en grillagé, il n'y a pas de dégâts de gibier. Il n'a jamais été non plus constaté d'attaque d'hylobe.

Analyse statistique

- Les proportions (pourcentages) ont été analysées à l'aide du test de Khi-deux.

- Variables continues : analyse de variance à deux facteurs (provenance + répétition, considérés respectivement comme fixe et aléatoire) sans interaction. Les groupes homogènes sont déterminés à l'aide du test de Newman-Keuls.

- prise en compte des individus pour les analyses :

Les individus souffrant de cime sèche, ainsi que cinq individus présentant une croissance négative (cause probable grêle), ont été retirés des analyses de hauteur et d'accroissement ; en revanche, les plants présentant une défoliation partielle ont été conservés.

L'analyse du taux de mortalité a été effectuée sur la mortalité cumulée depuis l'installation du dispositif. Il n'en est pas de même pour les autres critères d'état sanitaire, pour lesquels seuls ont été pris en compte les défauts constatés lors de la présente campagne de notation. (ex : un plant présentant une cime sèche en 2012, s'il a reconstitué une pousse en 2013, n'a pas de nouveau été noté cime sèche en 2013). L'analyse statistique ne concerne donc que les cimes ayant séché au cours de la saison 2012-2013.

Pour la mortalité, le pourcentage est calculé par rapport au nombre de plants installés. Pour les autres variables (cimes sèches, défoliation, forme), les pourcentages sont calculés sur le nombre de plants vivants fin 2013.

Dans la catégorie « défauts de forme » ont été regroupés tous les plants présentant des fourches (simples ou multiples), baïonnettes, cimes tordues. Toutefois, un certain nombre de ces défauts, difficile à apprécier, est dû à une cause extérieure : la grêle, ce qui limite la validité des analyses statistiques effectuées.

Résultats

Bilan général

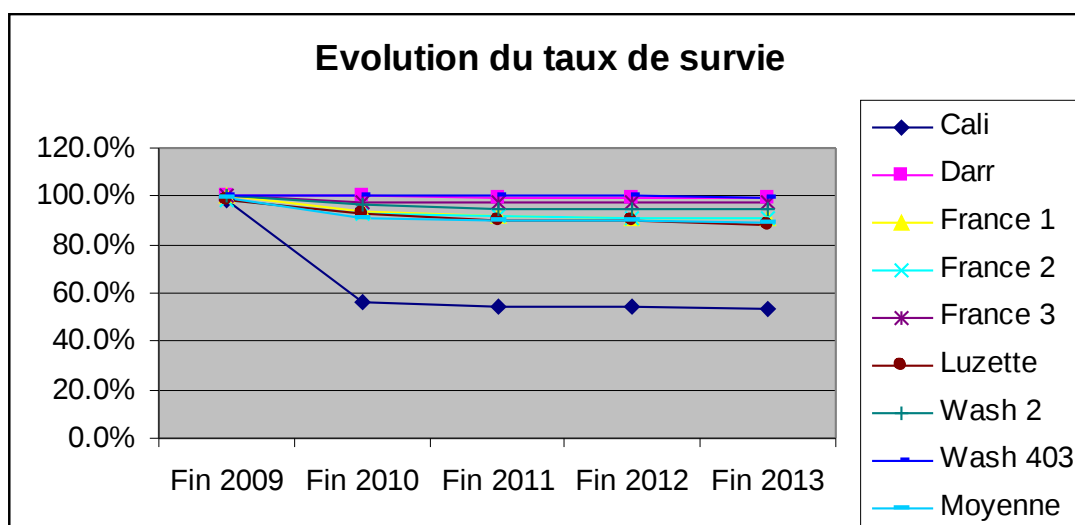
Variable étudiée	Effet provenance	Effet répétition
% mortalité	***	NS
% cimes sèches	***	NS
Défauts de forme	NS	NS
Hauteur 2011	***	NS
Hauteur 2013	***	NS
Accroissement moyen annuel en hauteur 2008-2011	***	NS
Accroissement moyen annuel en hauteur 2011-2013	***	NS

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

Etat sanitaire

Provenances		Cali	Darr	France 1	France 2	France 3	Luzette	Wash 2	Wash 403	Total Moyenne	
Mortalité cumulée	2010	Nombre	42	0	6	7	2	7	3	0	67
		%	43.8%	0.0%	6.3%	7.3%	2.1%	7.3%	3.1%	0.0%	8.7%
	2011	Nombre	44	1	8	8	2	10	5	0	78
		%	45.8%	1.0%	8.3%	8.3%	2.1%	10.4%	5.2%	0.0%	10.2%
	2012	Nombre	44	1	9	9	2	10	5	0	80
		%	45.8%	1.0%	9.4%	9.4%	2.1%	10.4%	5.2%	0.0%	10.4%
	2013	Nombre	45	1	9	9	2	11	5	1	83
		%	46.9%	1.0%	9.4%	9.4%	2.1%	11.5%	5.2%	1.0%	10.8%
Cimes sèches	2013	Nombre	1	3	11	5	12	13	7	4	56
		%	2.0%	3.2%	12.6%	5.7%	12.8%	15.3%	7.7%	4.2%	8.2%
Défoliation	2013	Nombre	3	0	0	0	1	1	0	2	7
		%	5.9%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	1.2%	0.0%	2.1%	1.0%
Défauts de forme	2013	Nombre	18	44	42	41	50	40	46	41	322
		%	35.3%	46.3%	48.3%	47.1%	53.2%	47.1%	50.5%	43.2%	47.0%



* Mortalité/taux de survie

L'effet provenance est très significatif pour ce critère, alors que l'effet répétition ne l'est pas.

Pour toutes les provenances, le taux de survie s'est stabilisé. Il n'a quasiment pas changé lors de cette dernière saison de végétation. Le test de Khi 2 ne permet pas d'identifier les groupes homogènes, mais on peut penser que seule la provenance Californie se détache des autres.

On ne constate, par rapport à l'année précédente, que 3 nouveaux plants morts, 1 dans chacune des provenances Californie, Luzette et Washington 403.

* Cimes sèches

Pour cette variable, seul l'effet provenance est très significatif (au seuil de 5%).

Ici, deux groupes se détachent : France 1, France 3 et Luzette d'une part, avec les plus forts taux (12.6 à 15.3%). Les autres provenances d'autre part, avec 2 à 7.7 %. C'est Californie qui obtient le meilleur résultat avec seulement 2% de cimes sèches, alors que cette provenance en présentait 15.4% en 2012.

Globalement, le nombre de cimes sèches est supérieur à celui de 2012 (56 contre 39).

* Défoliation

On n'a dénombré aucun plant ne présentant qu'une année d'aiguilles, et seulement 7 plants n'en présentant que deux. Il n'a donc pas été réalisé d'analyse statistique sur ce critère.

* Défauts de forme :

Avec 47 %, le pourcentage de plants présentant des défauts de forme est supérieur à celui de 2012, qui était déjà jugé fort (32.3 %).

Toutes les provenances sont concernées, Californie présentant le plus faible taux.

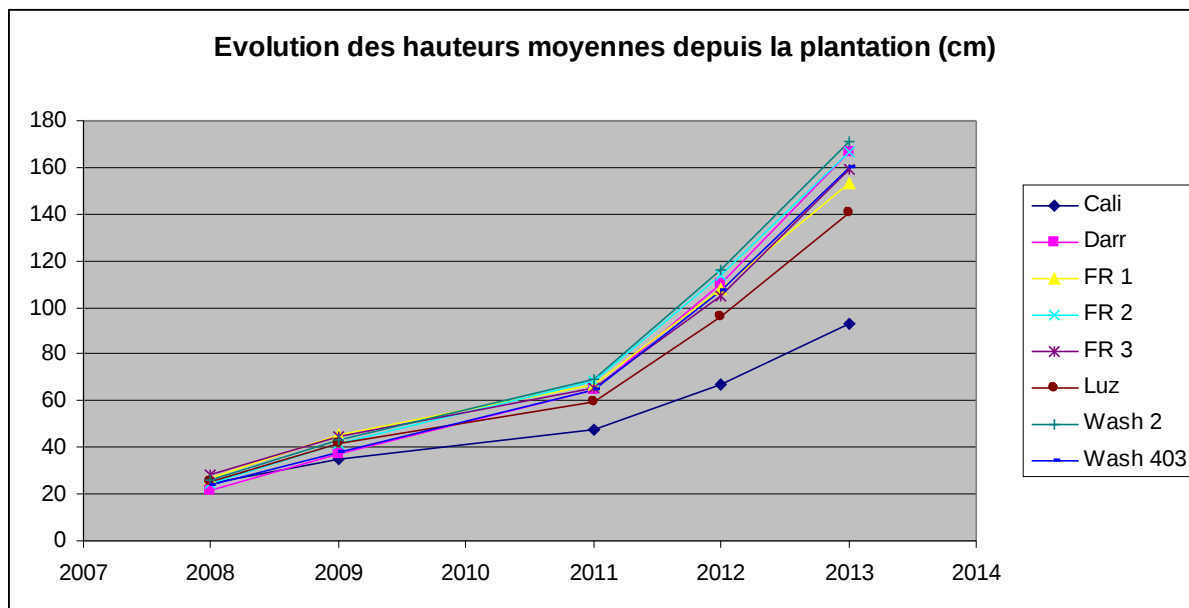
Ni l'effet provenance, ni l'effet répétition ne sont significatifs pour cette variable.

- Croissance en hauteur

L'effet provenance est très significatif (au seuil de 1%) pour les critères de hauteurs (fin 2011 et fin 2013) et pour les accroissements (2008-2011 et 2011-2013). L'effet répétition n'est significatif pour aucun de ces critères.

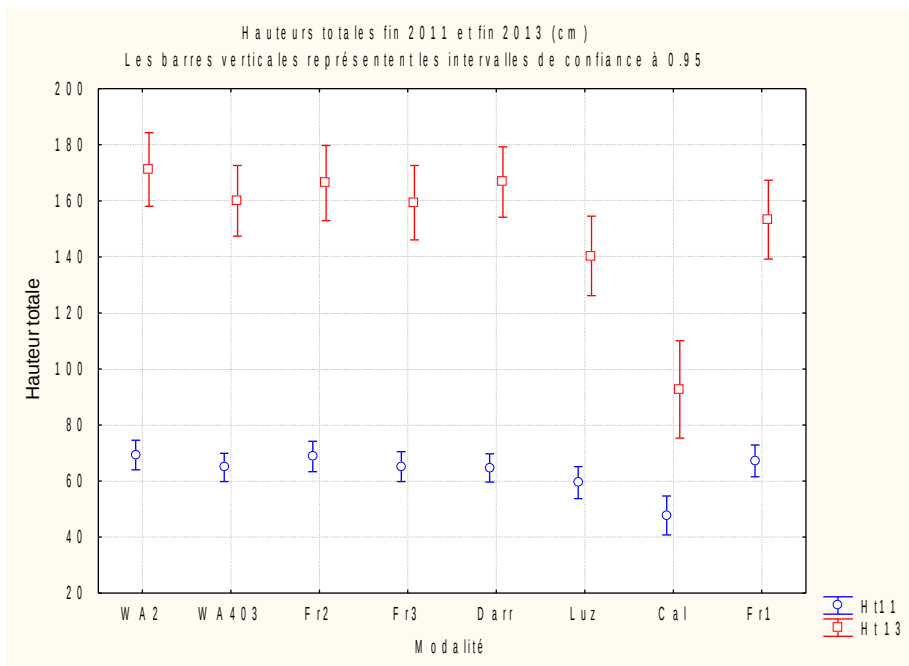
Provenance	Hauteur totale fin 2011 (cm)	Hauteur totale fin 2013 (cm)	Accroissement annuel moyen 2008-2011 (cm/an)	Accroissement annuel moyen 2011-2013 (cm/an)	Nombre de plants considérés
Californie	47.7 (a)	92.7 (a)	7.8 (a)	22.5 (a)	48
Luzette	59.4 (b)	140.4 (b)	11.4 (b)	40.5 (b)	72
France 1	67.2 (b)	153.3 (bc)	13.4 (b)	43.1 (bc)	73
France 3	65.1 (b)	159.4 (bc)	12.2 (b)	47.1 (bc)	82
Wash 403	64.9 (b)	160 (bc)	13.7 (b)	47.6 (bc)	91
France 2	68.8 (b)	166.3 (bc)	14.8 (b)	48.8 (bc)	81
Darrington	64.7 (b)	166.7 (bc)	14.3 (b)	51 (c)	92
Wash 2	69.3 (b)	171.2 (c)	14.4 (b)	50.9 (c)	84
Moyenne	64.3	155	13.1	45.3	623

les valeurs du tableau sont calculées sur le même échantillon pour toutes les variables.

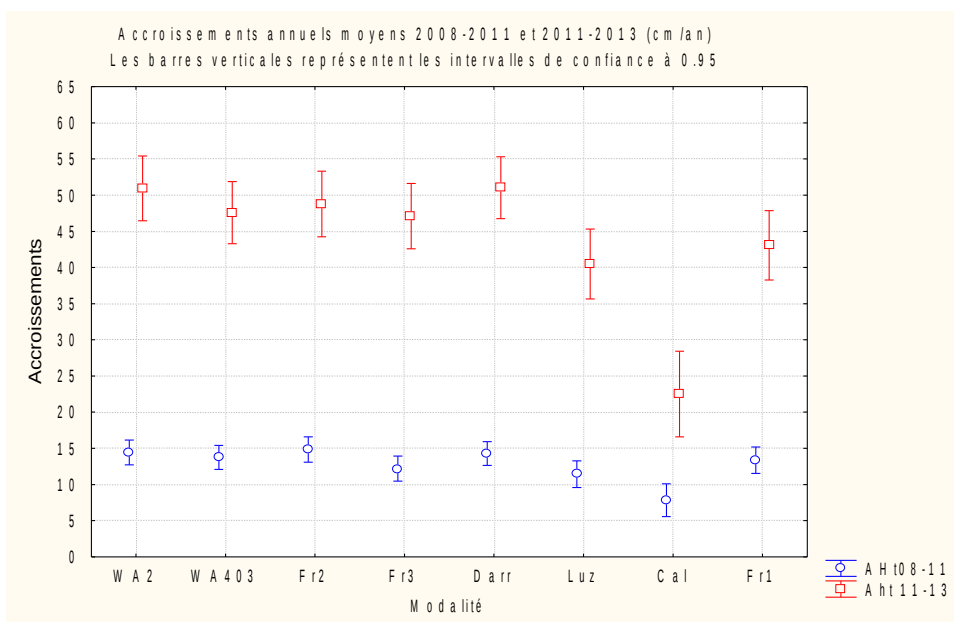


On constate pour toutes les modalités une accélération de la croissance à partir de 2011. Toutefois cette accélération ne se produit pas dans les mêmes proportions selon les modalités, ce qui entraîne une évolution des groupes homogènes entre 2011 et 2013 :

- En 2011 (trois ans de plantation), seule Californie se distinguait d'un groupe constitué par toutes les autres provenances, que ce soit pour la hauteur totale ou pour l'accroissement 2008-2011.
- En 2013 (cinq ans de plantation), plusieurs groupes se distinguent :
- En bas de l'échelle (moins bonnes performances), pour les deux critères (hauteur 2013 et accroissement 2011-2013), Californie constitue un groupe à part.
- Au sommet de l'échelle (meilleures performances), pour la hauteur, Washington 2 se distingue totalement de Luzette, mais pas des autres provenances, alors que pour l'accroissement 2011-2013, on trouve dans un même groupe Darrington et Washington 2, distincts de Luzette, mais proches des autres.
- Les autres provenances constituent un groupe intermédiaire entre ces extrêmes.



Hauteurs fin 2011 et fin 2013



Accroissements 2008-2011 et 2011-2013

Ces deux derniers graphiques illustrent bien l'accentuation des différences entre provenances au cours de la période 2011-2013. On remarque surtout que, dès 2011, une certaine hiérarchie était déjà établie, et que cette hiérarchie ne peut que s'affirmer, car, exception faite de France 1 qui ralentit ses performances par rapport aux autres provenances, cette hiérarchie est la même pour l'accroissement entre 2011 et 2013 que pour la hauteur fin 2011.

Conclusion générale provisoire : Le principal résultat significatif que l'on peut tirer de ce dispositif après 5 années de plantation est la faiblesse des résultats de la provenance Californie, et ce pour tous les critères étudiés. On remarque également la faiblesse inhabituelle des performances de croissance de la provenance Luzette, dépassée par les autres vergers à graines, mais aussi par Washington 403.

Poursuite de l'essai : Un dégagement sera nécessaire en été/automne 2014. En particulier, il faudra couper tous les semis naturels de sapin et feuillus (bouleaux, hêtres...) présents dans le dispositif, qui risqueraient

d'influencer la croissance des douglas. Lors de ce dégagement, on vérifiera l'état de l'étiquetage. En effet, fin 2013, de nombreuses étiquettes posées 1 an plus tôt avaient disparu, sans doute en raison de la charge de la neige sur les branches (étiquettes fixées trop en bout de branches). Si un tel fait se reproduisait, il serait nécessaire de rétablir cet étiquetage sur l'ensemble du dispositif.

Prochaines mesures : La date des prochaines mesures devra être déterminée par les membres du groupe responsable du réseau. A priori, elles devraient avoir lieu à $n + 8$, soit fin 2016, avec : notation de l'état sanitaire + nombre d'années d'aiguilles + hauteur totale + éventuellement circonférence à 1,30 m et notation de branchaison.

MESURES ET ANALYSES DE AUTUN (SAONE ET LOIRE, DE_DF_2009.02-CŒUR DE L'AIRE-CNPF)

Dispositif planté au printemps 2009. Une forte attaque d'hylobes dans les mois qui ont suivi la plantation avait provoqué des mortalités et des défauts de forme inégalement répartis sur la parcelle. De nouvelles morsures d'hylobe avaient été observées au printemps 2011 sans toutefois provoquer de nouvelles pertes. Pour quantifier les conséquences de ces attaques sur la forme des arbres, des défauts ont été comptabilisés lors du passage de 2013 (nombre et hauteur des baïonnettes et des fourches). Ces données n'ont que partiellement été analysées au moment de la rédaction du présent rapport. En première analyse il s'avère que 60 % des arbres vivants du dispositif ne présentent aucun défaut (pas de baïonnette, ni de fourche, ni de tête multiple) mais que 20 % possèdent un défaut "grave" nécessitant une opération de taille.

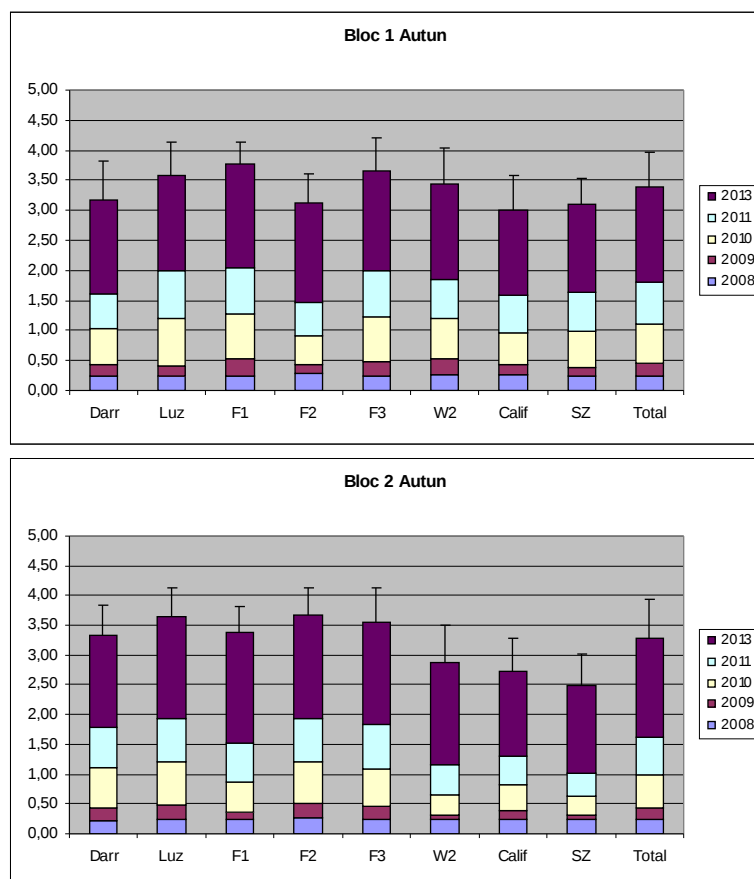
Aucun problème particulier n'a été signalé lors du passage en mesures en 2013 si ce n'est la présence sur 15 à 20 % des individus de cochenilles blanches, apparemment sans conséquence- pour le moment- sur la couleur et le nombre d'aiguilles. La fiche de présentation de l'essai a été mise à jour et transmise au propriétaire et au personnel du CRPF impliqué dans le suivi de l'essai.

Résultats 2013 :

Bloc 1	% morts	% plants jaunes	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	3 %	0	3.11 (0.42)	30
Darr	27 %	0	3.18 (0.64)	22
Luz	0 %	0	3.68 (0.55)	30
FR1	7 %	0	3.77 (0.38)	28
FR2	17 %	0	3.12 (0.49)	25
FR3	0 %	0	3.65 (0.56)	30
WA2	0 %	0	3.45 (0.59)	30
Calif	0 %	0	3.01 (0.57)	30
Moyenne	7 %	0	3.38 (0.59)	225 soit 94 %

Bloc 2	% morts	% plants jaunes	Haut. 2013 (écart type) en cm	Effectif analysé
WA 403	50 %	0	2.49 (0.51)	15
Darr	7 %	0	3.34 (0.50)	28
Luz	0 %	0	3.64 (0.48)	30
FR1	27 %	0	3.37 (0.45)	22
FR2	0 %	0	3.68 (0.45)	30
FR3	13 %	0	3.55 (0.57)	26
WA2	23 %	0	2.86 (0.63)	23
Calif	10 %	0	2.73 (0.55)	27
Moyenne	16 %	0	3.27 (0.65)	201 soit 84 %

Croissance comparée (hauteur totale en mètres) des 8 variétés sur les 5 premières années :



MESURES ET ANALYSES DE ST SAUVEUR DE PEYRE (LOZERE, DE_DF_2009.03-ALTITUDE-CNPF)

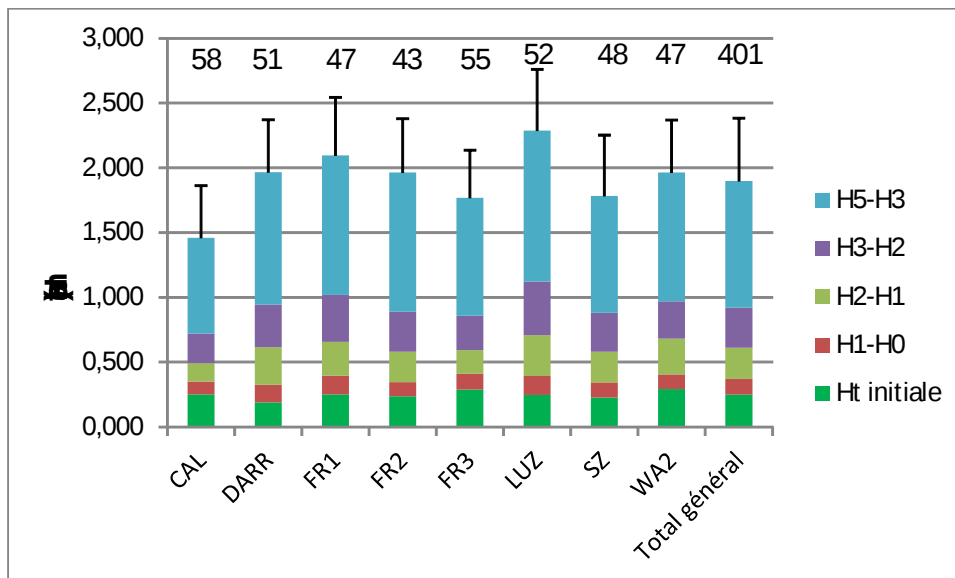
Ce dispositif de démonstration a été installé au printemps 2009 à 1 100m d'altitude en Margeride. Lors du passage 2013, des pucerons ont été observés sur 14 individus appartenant à l'ensemble des modalités expérimentales. Les aiguilles de six individus présentaient des colorations anormales (rouge ou jaune) (cf. Tab ci-dessous). A noter également cette année, des signes de la présence du cerf (=écorçage) sur un certain nombre d'individus du dispositif.

Résultats 2013 :

	% morts	% plants jaunes ou rouges	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	0	2	1.798 (0.463)	53
Darr	3	0	1.994 (0.406)	55
Luz	0	0	2.256 (0.472)	59
FR1	0	8	2.044 (0.474)	52
FR2	3	0	1.939 (0.432)	50
FR3	0	0	1.763 (0.367)	57
WA2	0	0	1.929 (0.401)	59
Calif	2	0	1.469 (0.406)	59
Moyenne	< 2 %	2 %	1.897 (0.480)	441 soit 92 %

Croissance comparée des 8 variétés sur les 5 premières années :

Cette représentation concerne les plants qui n'ont jamais subi d'altération de leur croissance (blessures diverses). Les effectifs pris en compte sont mentionnés au-dessus des barres d'histogramme.



MESURES ET ANALYSES DE PRESSY SOUS DONDIN (DE_DF_2009.04 -MARGE 1-CNPF)

Ce dispositif de démonstration a été installé au printemps 2009 en Saône et Loire à 355 m d'altitude. Au printemps 2013, la parcelle a fait l'objet d'un nettoyage par passage d'un gyrobroyeur dans les interlignes. La fiche de présentation de l'essai a été mise à jour et transmise au propriétaire et au personnel du CRPF impliqué dans le suivi de l'essai.

Résultats 2013 :

	% morts	% plants jaunes ou rouges	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	5 %	0 %	2.347 (0.370)	57
Darr	22 %	0 %	1.952 (0.478)	46
Luz	7 %	0 %	2.397 (0.403)	46
FR1	10 %	0 %	2.521 (0.454)	51
FR2	15 %	0 %	2.490 (0.383)	51
FR3	8 %	0 %	1.806 (0.392)	56
WA2	3 %	0 %	2.359 (0.386)	58
Calif	15 %	4 %	1.806 (0.392)	49
Moyenne	11 %	0 %	2.295 (0.467)	414 soit 86 %

Croissance en hauteur comparée des 8 variétés sur les 5 premières années :

Cette représentation concerne les plants qui n'ont jamais subi d'altération de leur croissance (blessures diverses). Les effectifs pris en compte sont mentionnés au-dessus des barres d'histogramme.

MESURES ET ANALYSES DE LA TAGNIERE-DETTEY (DE_DF_2009.05 -MARGE 1-CNPF)

Ce dispositif de démonstration a été installé au printemps 2009 à 440 m d'altitude dans la région forestière du Charolais –Brionnais. Rappelons que le dispositif est séparé en 2 blocs orientés différemment : SW pour le bloc 1, SE pour le bloc 2. Un passage à la débroussailleuse à dos entre les lignes a été réalisé cette saison.

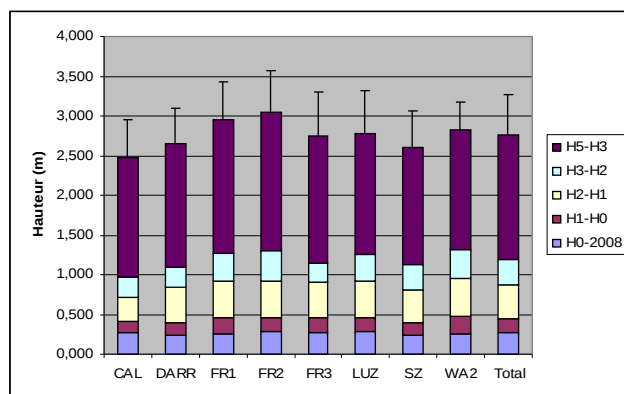
Résultats 2013 :

Bloc 1	% morts	% plants jaunes ou rouges	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	0 %	7 %	2.604 (0.458)	28
Darr	0 %	0	2.650 (0.449)	28
Luz	4 %	4 %	2.779 (0.532)	27
FR1	0 %	0	2.950 (0.477)	26
FR2	0 %	0	3.054 (0.515)	27
FR3	4 %	0	2.746 (0.551)	27
WA2	0 %	0	2.827 (0.350)	28
Calif	7 %	0	2.474 (0.479)	26
Moyenne	2 %	1.4 %	2.760 (0.502)	217 soit 99 %

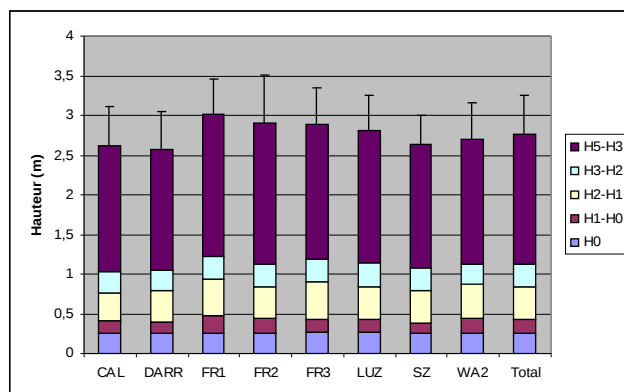
Bloc 2	% morts	% plants jaunes ou rouges	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	3 %	0	2.641 (0.357)	31
Darr	0 %	0	2.578 (0.476)	32
Luz	0 %	0	2.802 (0.445)	32
FR1	3 %	0	3.015 (0.448)	31
FR2	0 %	0	2.906 (0.609)	31
FR3	13 %	0	2.894 (0.452)	28
WA2	6 %	0	2.691 (0.474)	30
Calif	9 %	0	2.617 (0.491)	29
Moyenne	4 %	0	2.767 (0.490)	248 soit 97 %

Croissance comparée des 8 variétés sur les 5 premières années :

Bloc 1 :



Bloc 2 :



MESURES ET ANALYSES DE ANGLES (DE_DF_2009.06 -MARGE 1-CNPF)

Ce dispositif de démonstration a été installé au printemps 2009 dans le Tarn à 830 m d'altitude. Rappelons que les conditions climatiques de l'hiver 2009/10 avaient été à l'origine d'une forte mortalité dans toutes les modalités, mortalité qui avait continué à progresser les années suivantes. Lors du passage de 2013, de nouvelles pertes sont à déplorer. De nombreux carpophores de Fomes ont été identifiés au pied d'arbres morts et d'arbres rouges, ce problème est en pleine expansion dans le secteur. Compte tenu de la très forte mortalité, et après passage sur le site, le comité de groupe « évaluation des vergers de douglas » a décidé d'exclure ce dispositif du réseau d'évaluation.

Résultats 2013 :

	% morts	% plants jaunes ou rouges	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	27	2	2.589 (0.603)	44
Darr	20	12.5	2.567 (0.559)	40
Luz	45	3	2.303 (0.565)	30
FR1	27	0	2.932 (0.711)	42
FR2	20	2	2.570 (0.505)	48
FR3	48	10	2.366 (0.814)	31
WA2	60	0	2.708 (0.556)	23
Calif	60	8	1.731 (0.519)	24
Moyenne	38 %	4 %	2.731 (0.675)	282 soit 59 %

Croissance comparée des 8 variétés sur les 5 premières années :

Cette représentation concerne les plants qui n'ont jamais subi d'altération de leur croissance (blessures diverses). Les effectifs pris en compte sont mentionnés au-dessus des barres d'histogramme.

MESURES ET ANALYSES DE ST AGNAN-PRES-CROCQ (DE_DF_2009.01-CŒUR DE L'AIRE-CNPF)

Ce dispositif de démonstration a été installé au printemps 2009 dans la Creuse sur une ancienne prairie à 780 m d'altitude. Dans les années qui ont suivi la plantation, des gelées printanières tardives ont provoqué des dégâts sur la pousse terminale, détruite sur une plus ou moins grande longueur et relayée par un bourgeon latéral.

Résultats 2013 :

	% morts	% plants jaunes ou rouges	Haut. 2013 (écart type) en m	Effectif analysé
WA 403	3	3	2.572 (0.573)	56
Darr	12	0	2.676 (0.469)	57
Luz	12	0	2.736 (0.562)	51
FR1	8	0	2.937 (0.491)	52
FR2	2	0	2.768 (0.528)	55
FR3	3	9	2.793 (0.309)	53
WA2	7	2	2.729 (0.557)	56
Calif	25	2	1.881 (0.491)	41
Moyenne	8 %	2 %	2.658 (0.571)	421 soit 95 %

Croissance comparée des 8 variétés sur les 5 premières années :

Cette représentation concerne les plants qui n'ont jamais subi d'altération de leur croissance (blessures diverses). Les effectifs pris en compte sont mentionnés au-dessus des barres d'historgramme.

* Dispositifs plus jeunes

MESURES ET ANALYSES DE SEMELAY (IRSTEA)

Les données recueillies en 2013 seront analysées statistiquement en 2014.

MESURES ET ANALYSES DE SOUSSAT (EV_DF_2010.02 IRSTEA) – 4 ANS

Dispositif mono-arbre planté en avril 2010, à 1080 m d'altitude (Puy-de-Dôme). Ses caractéristiques ont été présentées dans le rapport d'activité 2010 (février 2011, pp 11-12). Il a été mesuré en 2010 et 2011 mais un fort enneigement nous a contraints à renoncer aux mesures de l'intersaison 2012/13. Pour mémoire, cet essai est protégé du gibier par une clôture depuis le printemps 2012. Juin 2012 et juillet 2013 : dégagement des plants, à la débroussailleuse. Ces travaux d'entretien sont responsables de dégâts importants (plants coupés/étêtés). 2-3 octobre 2013 : notations d'état sanitaire et mesure de la hauteur totale.

Interventions 2012 et 2013

Juin 2012 et juillet 2013 : dégagement des plants, à la débroussailleuse. Ces travaux d'entretien sont responsables de dégâts importants (plants coupés/étêtés).

2-3 octobre 2013 : notations d'état sanitaire et mesure de la hauteur totale.

Protocole de mesure

- Etat général

0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté
7- endommagé lors du/des dégagement(s) 8- problème particulier 9- mort

Dans ce dispositif enclos, seules les notes 0, 2, 7, 9 ont été attribuées. En complément, diverses informations ont été consignées dans une colonne "observations" (blessure, présence de fourche ou de plusieurs leaders, regarni avec un plant du commerce).

- Décoloration du feuillage : notations sans objet en l'absence de plants jaunes ou rouges.

- Le déficit foliaire n'a pas été noté (branches susceptibles de porter 3 années d'aiguilles situées dans la végétation).

- Hauteur totale 2013.

Analyse statistique

Les proportions (pourcentages) ont été analysées à l'aide du test de Khi-deux. Les données de hauteur ont été traitées par analyse de variance à deux facteurs (variété, bloc) sans interaction et les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey. Les conditions de normalité et d'égalité des variances étaient satisfaites sans transformation de variable. Des analyses distinctes ont été réalisées, d'une part, sur la totalité des arbres vivants de chaque variété (hauteur réelle) et, d'autre part, sur les populations n'ayant jamais été endommagées (hauteur potentielle). Cette évolution du protocole d'analyse a été décidée lors de la réunion annuelle 2013 du groupe "évaluation VFA de Douglas", dans l'intention d'harmoniser les procédures en vigueur dans les différents instituts partenaires et de réduire leur subjectivité. Les notes, variables prenant un nombre limité de valeurs, ont été analysées par le test de Khi-deux et de Kruskal-Wallis.

Les 96 blocs de l'essai étant répartis dans 4 inter-andains, une analyse complémentaire a été effectuée en tenant compte de cette structuration spatiale, ce qui permet d'appréhender l'effet site à une plus grande échelle. Pour les variables continues, les données de hauteur ont alors été traitées par analyse de variance à deux facteurs (variété, bloc = inter-andain, considérés comme fixes), incluant l'interaction variété x bloc, et les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey.

Résultats

Bilan général des mesures

Variable étudiée	Effet provenance	Effet répétition	Effet inter-andain	Interaction variété x inter-andain
------------------	------------------	------------------	--------------------	------------------------------------

% mortalité fin 2013	NS	NS	NS	n.a.
% nouveaux morts 2012-13	*	NS	NS	n.a.
% cimes sèches 2013	***	NS	NS	n.a.
% dégâts d'entretien	**	NS	*	n.a.
% plants à plusieurs leaders	NS	NS	*	n.a.
<u>Hauteur réelle</u>				
H2013	***	***	***	(*)
Accroissement 2011-2013	***	***	***	NS
<u>Hauteur potentielle</u>				
H2013	***	***	***	*
Accroissement 2011-2013	***	***	***	NS

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

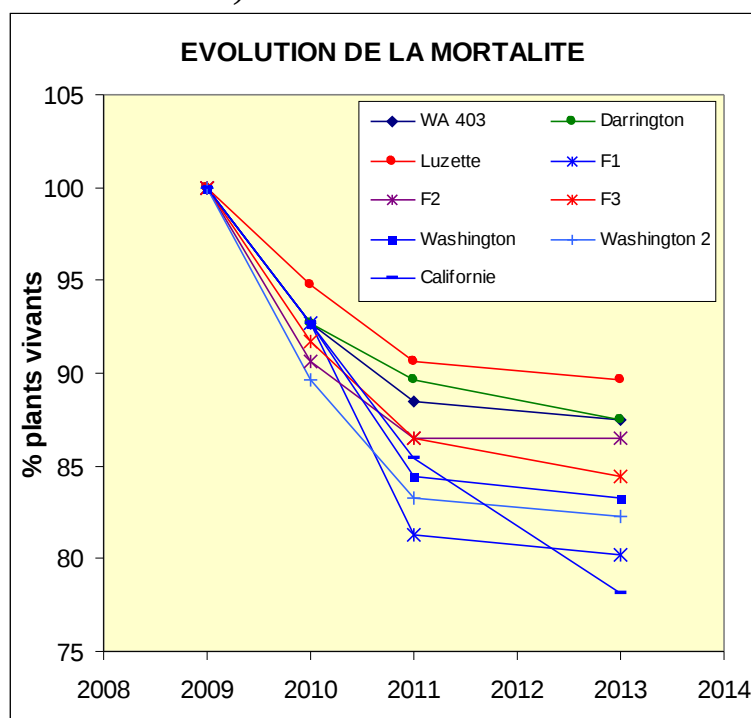
Etat sanitaire

Variété	% morts fin 2011 (1)	% morts en 2012 et 2013 (2)	% cimes sèches (3)	% dégâts d'entretien (4)
WA 403	12.5	1.2 (a)	4.3 (ab)	17.8 (b)
Darrington	12.5	2.3 (ab)	0 (a)	4.8 (a)
Luzette éclairci	10.4	1.1 (a)	2.6 (ab)	10.5 (ab)
France 1	19.8	1.3 (a)	14.9 (bc)	13.0 (ab)
France 2	13.5	0 (a)	5.1 (ab)	4.8 (a)
France 3	15.6	2.4 (ab)	14.9 (bc)	8.6 (ab)
Washington	16.7	1.2 (a)	10.5 (abc)	5.0 (a)
Washington 2	17.7	1.2 (a)	5.3 (ab)	5.1 (a)
Californie	21.9	8.5 (b)	18.0 (c)	18.7 (b)
Moyenne	15.6%	2.1%	8.0%	9.7%
	135 plants	16 plants	53 plants	71 plants

(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

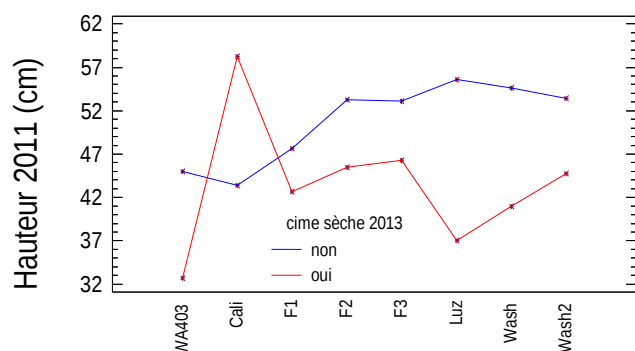
(2) pourcentage calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2011

(3) pourcentage calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2013 (après élimination des plants endommagés lors des entretiens)



(4) pourcentage calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2013

La progression de la mortalité s'est fortement ralentie durant la période 2012-13. On ne dénombre que 16 nouveaux plants morts en deux ans, alors que les pertes étaient de 52 plants en 2011 et 67 plants en 2010. Dans leur majorité, les individus récemment disparus avaient subi des accidents de croissance (cime sèche, dégâts de gel, de gibier ou de débroussailluse) ; ils étaient beaucoup plus petits que la moyenne en 2011 et ont dû perdre leur combat contre la végétation concurrente. Notons cependant le cas de Californie, qui se distingue des autres variétés par une plus forte mortalité - 7 des 16 plants nouvellement morts proviennent de cette origine - et par un moindre différentiel de hauteur entre plants vivants et plants morts (36 cm versus 44 cm en 2011 - différence non significative). Cela semble confirmer les difficultés d'adaptation de Californie aux rudes conditions des sites d'altitude. En définitive, le pourcentage de survie moyen s'établit à 84,4% en octobre 2013; il varie de 78% à 90% selon les variétés.



Les plants à cime sèche sont beaucoup moins nombreux qu'en 2011 et le classement des variétés diffère lui aussi. En 2013, Californie est la variété la plus touchée, suivie de France 1 et France 3. Dans ces provenances, 15 à 18% des plants vivants présentent une cime sèche (après élimination des individus étêtés lors des entretiens). Ce défaut peut être attribué à plusieurs facteurs mais, sur ce site, le gel paraît prépondérant. L'effet des gelées de l'automne 2010 est manifeste mais il n'explique qu'une faible part des cimes sèches observées en octobre 2013. Les autres individus atteints ont eux aussi probablement été endommagés par le gel, mais les mesures organisées en fin d'année ne permettent de recenser qu'une fraction des dégâts subis.

Dans la majorité des variétés, les plants à cime sèche étaient plutôt de petite taille en 2011, ce qui a pu les rendre plus vulnérables au gel. A l'inverse, dans la variété californienne, les plants à cime sèche étaient significativement plus grands que les plants indemnes. Cette différence de comportement traduit probablement une plus grande prédisposition aux descentes de cime, peut-être du fait d'un débourrement précoce.

D'autre part, 71 plants ont été sectionnés ou endommagés lors des entretiens de 2012 et 2013, ce qui représente 10% de la population vivante. Le premier inter-andain est particulièrement concerné (16% de plants endommagés contre 6-9% dans les trois autres). Dans les deux variétés les plus touchées, Californie et Washington 403, les dégâts concernent presque 20% de l'effectif vivant. Ces pertes s'additionnent à celles occasionnées par les travaux de 2010 et 2011 (7 et 14 plants respectivement). Comme attendu, la plupart des individus étêtés étaient de taille modeste mais on recense aussi des dégâts sur des plants mesurant 80 cm de hauteur en 2011. Ces dégâts génèrent une frustration d'autant plus forte que des investissements venaient d'être consentis pour l'installation d'une clôture.

184 individus possèdent deux leaders et 39 en ont au moins trois, ce qui leur confère un port buissonnant (respectivement 25% et 5% de l'effectif vivant). Ces défauts de forme, indépendants de la variété, sont associés à des accidents de croissance causés par le gel principalement, mais aussi le gibier et des coups de débroussailluse. Notons que ces défauts se résorbent au fil du temps : 55% des individus à "double tête" en 2011 ont restauré une dominance apicale en 2013.

Enfin, la population ayant souffert de la chaleur durant l'élevage en pépinière ne diffère pas significativement de la population indemne pour la mortalité et les problèmes sanitaires.

Croissance en hauteur

* Hauteur réelle

Les individus étêtés lors des entretiens 2012 et 2013 ont été éliminés de l'analyse car leur nombre est anormalement élevé et les dégâts sont inégalement répartis entre les variétés.

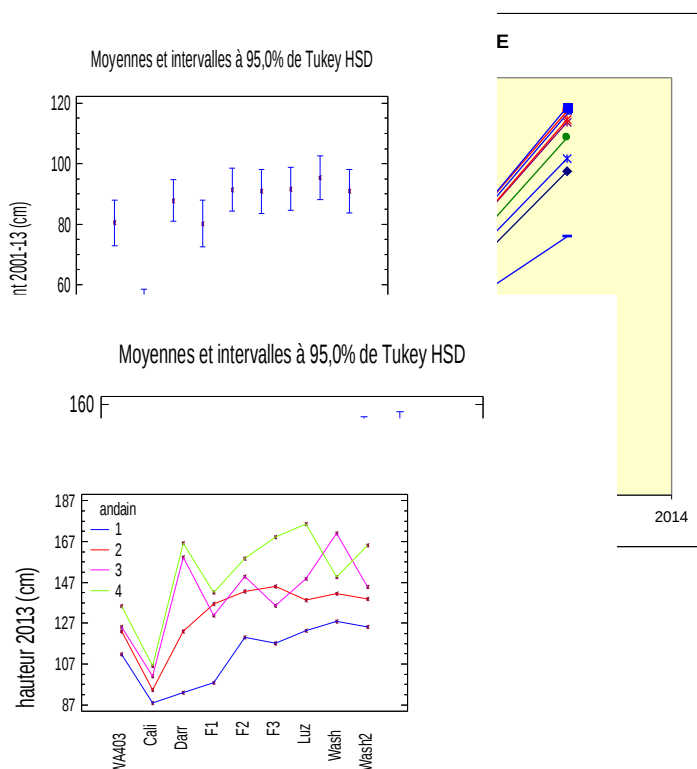
Variété	nb observations	hauteur 2013 (cm)	accroissement 2011-13 (cm)
WA 403	69	125.0 (b)	80.4 (b)
Darrington	80	136.3 (bc)	87.8 (bc)
Luzette écl.	77	146.9 (c)	91.7 (bc)
France 1	66	126.4 (b)	80.1 (b)
France 2	79	143.9 (bc)	91.4 (bc)
France 3	74	142.4 (bc)	90.8 (bc)
Washington	76	148.2 (c)	95.4 (c)
Washington 2	75	143.4 (bc)	91.0 (bc)
Californie	60	94.4 (a)	50.3 (a)
Total	656 (sur 729 vivants, soit 90%)	136 cm	86 cm

Le rythme de croissance s'est fortement accru en 2012 et 2013. Durant cette période, les plants se sont allongés en moyenne de 43 cm par an (contre 12 cm et 23 cm les deux premières années). Californie se distingue très nettement des autres variétés par sa faible croissance, inférieure de 40% à la moyenne. Quoique très nettement supérieures à Californie, France 1 et le témoin WA 403 se retrouvent dans le peloton de queue.

Après quatre années sur le terrain, la hauteur totale s'établit à 136 cm. Le duo de tête, constitué de La Luzette et Washington, se distingue de Californie, WA 403 et France 1.

L'effet site est hautement significatif. On observe un fort gradient de croissance entre les inter-andains 1 (exposé aux gelées) et 4 (abrité par des boisements limitrophes). Les interactions variété x inter-andain sont faibles et non significatives, ce qui s'explique par la répartition aléatoire des représentants des huit variétés dans chaque inter-andain. Malgré tout, le classement est loin d'être stable.

Enfin, les dégâts causés par la chaleur durant l'élevage en pépinière n'ont plus d'effet significatif sur la croissance.

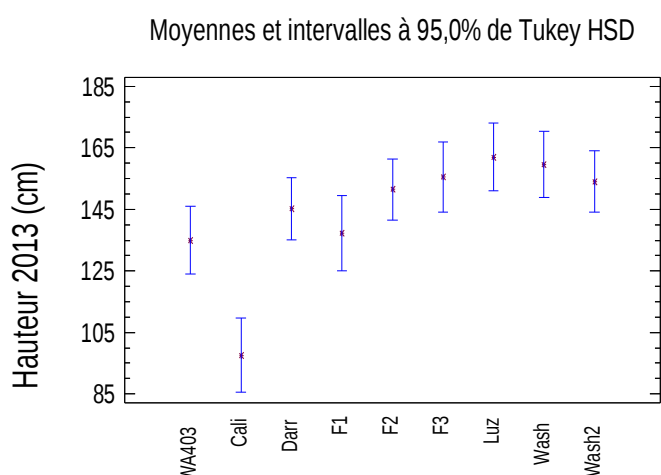


* *Hauteur "potentielle"*

Les populations étudiées regroupent les individus n'ayant pas été recensés comme endommagés depuis la plantation. Ont donc été éliminés les plants présentant une cime sèche, des dégâts de gel importants, des dégâts de gibier ou blessés accidentellement (généralement lors des travaux d'entretien). En revanche, les individus présentant deux ou plusieurs leaders ou un jaunissement passager ont été conservés.

Variété	nb observations (% effectif vivant)	hauteur 2013 (cm)	accroissement 2011-13 (cm)
WA 403	48 (57%)	134.9 (b)	85.4 (b)
Darrington	56 (67%)	145.2 (bcd)	92.7 (bc)
Luzette écl.	48 (56%)	162.0 (d)	98.9 (bc)
France 1	39 (51%)	137.3 (bc)	87.1 (bc)
France 2	57 (69%)	151.5 (bcd)	97.2 (bc)
France 3	45 (56%)	155.7 (bcd)	99.9 (bc)
Washington	50 (62%)	159.6 (cd)	102.1 (c)
Washington 2	57 (72%)	154.0 (bcd)	97.4 (bc)
Californie	40 (53%)	97.6 (a)	54.9 (a)
Total	440 (sur 729 vivants, soit 60%)	148 cm	93 cm

La hiérarchie des variétés évolue peu lorsqu'on restreint l'analyse aux arbres exempts d'accidents de croissance.



MESURES ET ANALYSES DE LA VERSANNE (EV_DF_2011.01 IRSTEA) – 3 ANS

Dispositif mono-arbre, planté en avril 2011, à 1220 m d'altitude (Loire), décrit dans le rapport d'activité 2011 (février 2012, p. 12). Nous présentons ici les résultats des mesures effectuées en novembre 2012 et octobre 2013. Aucun dégagement n'a été réalisé, pour limiter l'accès au gibier et parce que la concurrence du genêt reste acceptable.

Protocole de mesure

- Etat général

0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté
7- endommagé lors du/des dégagement(s) 8- problème particulier 9- mort

Dans ce dispositif, la note 8 a été attribuée aux plants présentant des morsures d'hylobes (2012 et 2013). En complément, diverses informations ont été consignées dans une colonne "observations" (décoloration de feuillage, dégâts de gel, présence de fourche ou de plusieurs leaders).

- Décoloration du feuillage : 0- vert, 1- jaune, 2- rouge.

- Le déficit foliaire (nombre d'années d'aiguilles) a été noté en 2012 seulement car l'année suivante les branches susceptibles de porter 3 années d'aiguilles étaient souvent enfouies dans les genêts.

- Hauteur totale.

Analyse statistique

Les proportions (pourcentages) ont été analysées à l'aide du test de Khi-deux. Les notes, variables prenant un nombre limité de valeurs, ont été analysées par le test de Kruskal-Wallis (nombres d'années d'aiguilles et nombre de leaders). Les données de hauteur ont été traitées par analyse de variance à deux facteurs (variété, bloc) sans interaction et les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Tukey. Les variables ont souvent dû être transformées (en racine) pour satisfaire aux conditions de normalité et d'égalité des variances. Des analyses distinctes ont été réalisées, d'une part, sur la totalité des arbres vivants de chaque variété (hauteur réelle) et, d'autre part, sur les populations n'ayant pas fait l'objet de dégâts rédhibitoires (hauteur potentielle). Cette évolution du protocole d'analyse a été décidée lors de la réunion annuelle 2013 du groupe "évaluation VFA de Douglas", dans l'intention d'harmoniser les procédures en vigueur dans les différents instituts partenaires et de réduire leur subjectivité.

Résultats

Bilan général des mesures

Variable étudiée	Effet variété	Effet répétition	Effet dégâts pep ⁽¹⁾
% mortalité fin 2012	NS	(*)	**
% mortalité fin 2013	(*)	NS	**
% nouveaux morts 2012-13	NS	NS	NS
% cimes sèches 2012	NS	***	NS
% cimes sèches 2013	***	(*)	NS
% attaque hylobes 2012	NS	*	NS
% plants avec dégâts de gel 2012	NS	(*)	NS
% dégâts foliaires 2012	***	NS	NS
Nb années d'aiguilles 2012	**	*	*
% plants jaunes en 2012	NS	NS	NS
% plants jaunes en 2013	(*)	*	NS
% plants à plusieurs leaders 2012	NS	***	**
% plants à plusieurs leaders 2013	NS	(*)	NS
<u>Hauteur réelle</u>			
2012	***	***	***
2013	***	***	***
Accroissement 2012	***	***	**
Accroissement 2013	***	***	NS
<u>Hauteur potentielle 2013</u>	***	***	**

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

(1) dégâts foliaires provoqués par la chaleur de l'été 2009 (1^{ère} année d'élevage en pépinière)

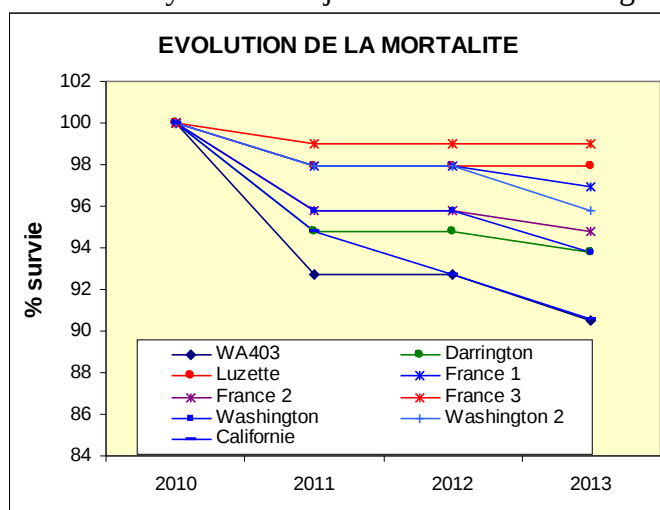
Etat sanitaire

Variété	% morts fin 2012 (1)	% morts fin 2013 (1)	% cimes sèches 2012 (2)	% cimes sèches 2013 (2)
WA 403	7.3	9.4	5.6	6.9 (a)
Darrington	5.2	6.2	5.4	14.4 (a)
Luzette éclairci	2.1	2.1	0	13.8 (a)
France 1	2.1	3.1	3.2	10.7 (a)
France 2	4.2	5.2	5.4	11.0 (a)
France 3	1.0	1.0	5.3	13.7 (a)
Washington	4.2	6.2	3.3	16.7 (ab)
Washington 2	2.1	4.2	2.1	5.4 (a)
Californie	7.3	9.4	4.5	28.7 (b)
Total	3.9% 34 plants	5.2% 45 plants	3.9% 32 plants	13.4% 110 plants

(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

(2) pourcentages calculés par rapport aux effectifs vivants l'année des mesures (2012 ou 2013)

Le taux de mortalité a peu évolué depuis les dernières mesures. Les nouveaux morts (2 en 2012 et 11 en 2013) étaient de petite taille (37 cm en moyenne en 2012) et la plupart présentaient une cime sèche, des morsures d'hylobe ou un jaunissement de feuillage.



Le pourcentage de cimes sèches a fortement régressé en 2012 (de 20% à 4%) mais a de nouveau augmenté l'année suivante. Fin 2013, ce défaut concerne 13% des individus et est significativement plus fréquent dans la population "Californie" (29%).

Cet accident de croissance, qui touche des plants de toutes tailles, est associé à des cimes sèches antérieures, des dégâts de gibier, des attaques d'hylobes et des décolorations et chutes d'aiguilles attribuées à des gels précoces. Néanmoins, les causes restent dans de nombreux cas incertaines, car les mesures annuelles ne permettent de déceler qu'une fraction des dégâts subis. Compte tenu de l'altitude, on peut raisonnablement penser que les gels d'automne et de printemps sont pour une large part responsables de ces défauts.

Les dégâts de gibier sont limités en 2012 et 2013 puisqu'ils ne touchent que 2% des plants vivants. Par ailleurs, des morsures d'hylobes ont été observées sur 9% des individus en 2012 (plants plus vigoureux que la moyenne) mais elles sont quasiment inexistantes en 2013.

Variété	dégâts foliaires 2012 (1)	nb années d'aiguilles 2012 (2)	% plants jaunes en 2012 (2)	% plants jaunes en 2013 (2)
WA 403	0 (a)	2.79 (ab)	1.1	9.2
Darrington	1.1 (a)	2.86 (b)	0	4.4
Luzette éclairci	4.3 (a)	2.62 (a)	1.1	17.0
France 1	5.4 (a)	2.72 (ab)	1.1	15.0

France 2	4.3 (a)	2.66 (ab)	0	11.0
France 3	2.1 (a)	2.73 (ab)	0	7.4
Washington	3.3 (a)	2.74 (ab)	1.1	10.0
Washington 2	5.4 (a)	2.73 (ab)	3.2	13.0
Californie	23.3 (b)	2.83 (b)	1.1	4.6
Total	m = 5,4%	m = 2.74 années	1.0% 8 plants	10.3% 84 plants



(1) pourcentage d'individus ayant plus de 10% d'aiguilles jaunes, rouges ou tombées
(2) pourcentages calculés par rapport aux effectifs vivants l'année des mesures

En novembre 2012, des dégâts foliaires ont été notés sur 284 individus, et particulièrement des plants vigoureux. Ces brunissements et chutes d'aiguilles, qui concernaient de 5% à 60% de l'appareil foliaire (cf photo), étaient significativement plus fréquents et plus intenses chez les représentants de la variété Californie. Le gel est une cause possible parmi d'autres. Cela n'empêche pas Californie d'être en tête de classement, en compagnie de Darrington, pour la rétention des aiguilles 2012 et le pourcentage de plants verts en 2013. A l'inverse, le comportement de La Luzette est médiocre pour ces deux caractères.

D'autre part, on dénombre 20% d'individus possédant deux leaders et environ 10% d'individus "multi-têtes" en 2012 et 2013, sans que l'effet variété soit significatif. Ces défauts se résorbent rapidement : 66% des plants à "double tête" et 49% des multi-têtes en 2012 ont restauré une dominance apicale en 2013.

En dépit d'un effet répétition parfois significatif, la mortalité et les dégâts sont assez uniformément répartis sur la surface de l'essai. Le caractère "nombre de leaders" constitue une exception puisqu'en 2012 les individus possédant plusieurs leaders sont clairement concentrés dans la moitié Nord du dispositif. Toutefois, il est intéressant de constater que cette structuration spatiale a disparu un an plus tard.

Globalement, la population ayant souffert de la chaleur durant l'élevage en pépinière s'avère moins performante que la population indemne pour deux caractères : la survie (92% versus 97% en 2013) et la proportion d'individus multi-têtes en 2012. La différence observée pour le déficit foliaire est aussi significative mais elle joue en faveur des individus endommagés en pépinière. Notons cependant que le classement des deux populations varie d'une variété à l'autre.

Croissance en hauteur

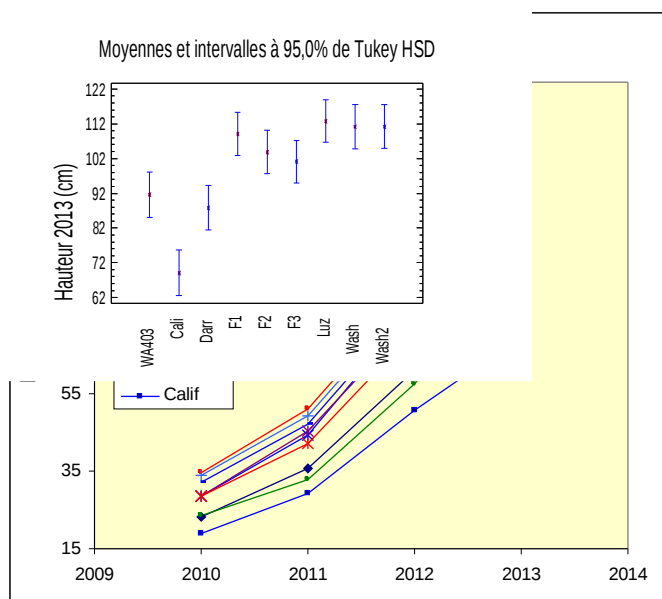
* *Hauteur réelle*

Sont pris en compte tous les individus vivants en 2012 ou 2013.

Variété	hauteur 2012 (cm)	hauteur 2013 (cm)	accroissement 2012 (cm)	accroissement 2013 (cm)
WA 403	60.3 (b)	91.6 (bc)	25.3 (abc)	31.3 (b)
Darrington	57.1 (ab)	87.8 (b)	24.5 (ab)	30.1 (b)
Luzette écl.	81.6 (d)	112.8 (d)	31.0 (d)	31.3 (b)
France 1	76.3 (cd)	109.1 (d)	32.5 (d)	32.4 (b)
France 2	73.6 (cd)	103.9 (cd)	29.2 (bcd)	29.6 (b)
France 3	71.1 (c)	101.1 (cd)	29.4 (bcd)	30.1 (b)
Washington	78.6 (cd)	111.2 (d)	31.2 (d)	31.9 (b)
Washington 2	77.7 (cd)	111.2 (d)	30.9 (d)	33.0 (b)
Californie	49.3 (a)	69.1 (a)	21.0 (a)	18.9 (a)
Moyenne	70 cm	100 cm	28 cm	30 cm

Après l'année de reprise, le rythme de croissance s'est fortement accru (accroissements de 15 cm, 28 cm et 30 cm en 2011, 2012, 2013). Californie se caractérise par une faible croissance depuis la plantation, et même l'élevage en pépinière. C'est aussi le cas de Darrington et Washington 403 en 2012 mais ces deux

provenances se rétablissent et font jeu égal avec les autres variétés en 2013. Trois ans après la plantation, la hauteur moyenne est de 100 cm et les variétés se répartissent grossièrement en trois groupes : i) Californie (69 cm), ii) Darrington et WA 403 (90 cm) et iii) La Luzette, les vergers "France" et "Washington" (108 cm). L'effet répétition est hautement significatif pour toutes les variables de croissance mais aucune structuration géographique ne se dégage clairement.



Les plants endommagés par la chaleur durant l'élevage aux Milles sont plus petits de 12 cm mais ils ne diffèrent plus des plants indemnes pour l'accroissement 2013. On note également une réduction de croissance de la part des individus défoliés et à plusieurs têtes. Enfin, l'attaque d'hylobes en 2012 a impacté négativement la croissance 2013 (différentiel de 6 cm).

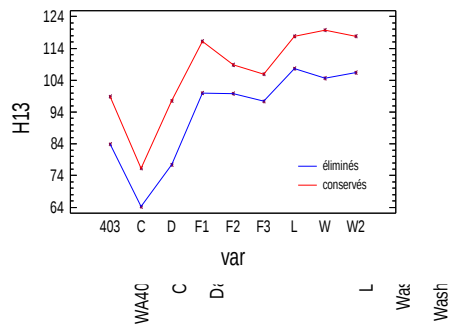
* Hauteur potentielle

Les populations étudiées regroupent les individus n'ayant pas été recensés comme endommagés lors des mesures annuelles. Ont été éliminés les plants ayant présenté, à un moment de leur parcours, une cime sèche, des dégâts de gibier (abrouissement, frottis), ou encore une attaque d'hylobes car ces insectes ont causé des dégâts importants dans cet essai. En revanche, ont été conservés les individus possédant les caractéristiques suivantes : présence de deux ou plusieurs leaders, jaunissement d'aiguilles, léger dégât de gel d'automne, dégât de pépinière causé par la chaleur.

Variété	nb observations (% effectif vivant)	hauteur 2013 (cm)
WA 403	47 (54%)	96.6 (ab)
Darrington	48 (53%)	100.5 (bc)
Luzette écl.	51 (54%)	117.0 (cd)
France 1	53 (57%)	118.5 (d)
France 2	45 (49%)	114.0 (bcd)
France 3	42 (44%)	105.3 (bcd)
Washington	43 (48%)	118.9 (d)
Washington 2	40 (43%)	114.0 (bcd)
Californie	38 (44%)	78.1 (a)
Total	407 (sur 819 vivants, soit 50%)	m = 107 cm

L'élimination des individus endommagés, qui représentent la moitié de l'effectif vivant, n'entraîne que des modifications de classement mineures mais elle provoque un resserrement des écarts entre variétés peu et très vigoureuses.

Graphiques des interactions



TEST DE SAULIEU (ONF, AR 11.17.01 - EV_DF_2011.02) - ETAT SANITAIRE ET DÉFICIT FOLIAIRE EN 2013 (MESURE DES 04/11/2013 ET 12/11/2013)

Les caractéristiques du site et de ce dispositif en placettes unitaires, testant 9 provenances (dont 8 vergers à graines) et planté fin mars 2011 (plants de 2 ans à l'installation), sont présentées dans le CR d'installation.

Opérations 2013

- 07 et 08 octobre : dégagement sur la ligne à la débroussailleuse.
- 04 et 12 novembre : notations de l'état sanitaire et défoliation, déplacement ou dépose des protections contre l'abrouissement (ONF).

Protocole de mesure

Les observations effectuées concernent l'état physiologique des plants et leur déficit foliaire fin 2013.

- Etat général estimé via un système de notation commun au sein du réseau :

0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté par le gibier (blessure non refermée)

7- endommagé lors du dégagement (hors cime) 8- cime coupée lors du dégagement 9- mort

10- plant absent (ni souche ni étiquette)

Sur ce site non enclos, toutes les notes ont été utilisées.

- Décoloration du feuillage :

0- plant vert 1- jaune 2- rouge

- Déficit foliaire apprécié via le nombre d'années d'aiguilles présentes sur les ramifications de la pousse 2010 (1, 2, 3 ou 4 années)

Analyses statistiques

Proportions (pourcentages) et variables continues : analyse de variance à deux facteurs (provenance + bloc, considérés respectivement comme fixe et aléatoire) sans interaction sur les valeurs moyennes par P.U. Les groupes homogènes au seuil de 5% ont été déterminés à l'aide du test de Newman-Keuls. Aucune transformation de variable n'a été nécessaire pour satisfaire les conditions d'égalité des variances et de normalité.

Résultats

Bilan général

Variable étudiée	Effet provenance	Effet bloc
% mortalité	NS	(*)
% nouveaux morts 2013	NS	NS
% cimes sèches	NS	NS
% dégâts de gibier	NS	NS
% dégâts débroussailleuse	(*)	NS
% plants avec coloration anormale	NS	NS
% cimes doubles/multiples	NS	(*)
Déficit foliaire (nb d'année d'aiguilles)	NS	**
% plants n'ayant qu'1 année d'aiguille	NS	NS
% plants n'ayant que 2 années d'aiguilles	NS	*
% des plants ayant 3 années d'aiguilles	NS	**

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

Mortalité et Etat sanitaire

Provenance	% morts fin 2013 (1)	% nouveaux morts en 2013 (1)	% cimes sèches (2)	% dégâts de gibier (2)	% dégâts débrou (2)	% coloration anormale (2)
Californie	12	4,2	15.5	15.5	1.9	7.1
Darrington	6,8	1.6	14.9	14.9	0.6	2.2
France 1	2.1	0.5	9	9	0.0	7.0
France 2	6.3	2.1	11.8	11.8	1.1	6.1
France 3	5.7	1.6	10.7	10.7	0.0	6.7
Luzette éclairci	3.1	1.0	8.6	8.6	0.0	6.6
Washington	4.2	0.5	7.1	7.1	0.5	6.5
Washington 2	4.7	2.1	7.9	7.9	0.0	2.8
Washington 403	7.8	2.1	4.7	4.7	1.8	5.3
Moyenne	6.0	1.7	9.8	15.6	0.6	5.6

(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

(2) pourcentage/moyenne calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2013

Provenance	% cimes double/multiple (2)	Nombre moyen années aiguilles	% plants à 1 année aiguilles (2)	% plants à 2 années aiguilles (2)	% plants à 3 années aiguilles (2)
Californie	20.6	2.05	7.9	79.4	12.7
Darrington	26	2.13	4.6	78.1	17.3
France 1	18.2	2.30	1.1	68.4	30
France 2	27.2	2.15	1.1	82.7	16.2
France 3	16.9	2.19	3.9	73.7	22.4
Luzette éclairci	21.4	2.25	1.1	73	25.3
Washington	15.1	2.33	0.6	66.9	31.4
Washington 2	21.2	2.24	1.7	72.8	25
Washington 403	22.1	2.26	0.6	72.6	25.6
Moyenne	21	2.22	2.3	74	23.3

(1) pourcentage calculé par rapport à l'effectif planté

(2) pourcentage/moyenne calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2013

Bloc	Nombre moyen années aiguilles	% plants à 1 année aiguilles (*)	% plants à 2 années aiguilles (*)	% plants à 3 années aiguilles (*)
1	2.09 (a)	4.6	81.4 (a)	14 (a)
2	2.20 (ab)	2.5	74.8 (ab)	22.2 (a)
3	2.37 (b)	1	61.5 (b)	37.5 (b)
4	2.19 (ab)	5	78.9 (a)	19.9 (a)
Moyenne	2.22	2.3	74	23.7

(*) pourcentage/moyenne calculé par rapport à l'effectif vivant fin 2013

Mortalité. Après 3 années de croissance sur le terrain, le taux de mortalité s'établit en moyenne à 6 %. En 2013, le taux de mortalité n'a augmenté que de 1.7 % suite aux conditions hydriques favorables. 67% des plants morts en 2013 présentait un problème sanitaire en 2012.

Bien que certaines tendances semblent se dessiner (mortalité légèrement plus forte pour Californie), au seuil de 5 %, aucune des provenances ne se distingue significativement ni pour le pourcentage de mortalité global fin 2013, ni pour la mortalité courant 2013. On n'observe pas non plus d'effet bloc significatif.

La survie au bout de 3 ans de plantation est tout à fait satisfaisante, avec plus de 94 %

Etat sanitaire. Dans leur majorité, les plants vivants sont en bonne santé, plus en détail toutefois, on peut relever :

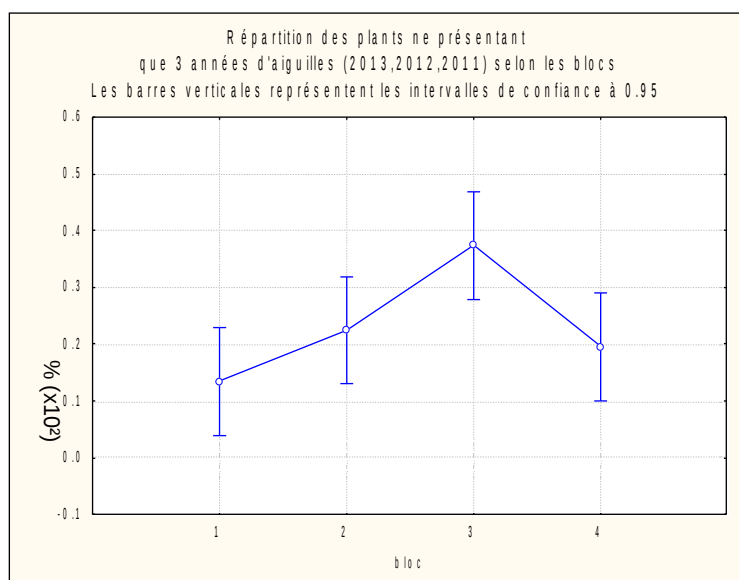
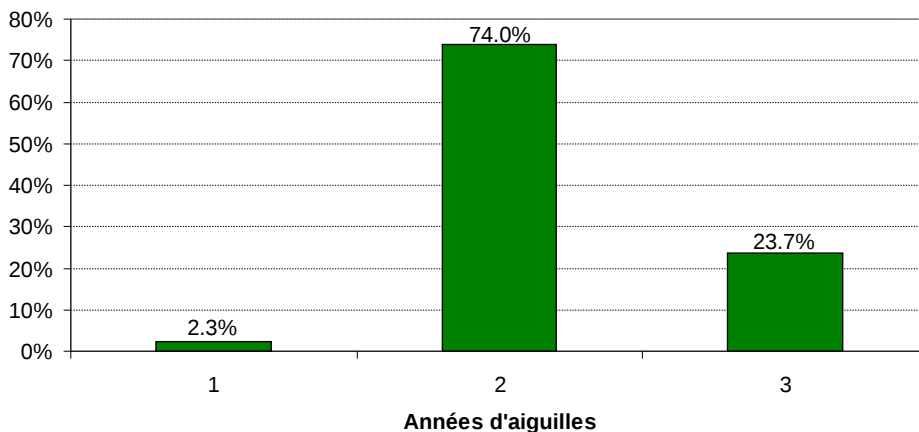
- 159 individus à cime sèche soit 10% de l'effectif total de plants vivants fin 2013 (aucun effet provenance/bloc)

- **252 plants endommagés par le gibier courant 2013, soit 15.6 % de l'effectif de plants vivant fin 2013, sans effet provenance/bloc.** 247 plants ont été frottés dont certains ont subi des dégâts sévères avec une

survie compromise. A contrario les protections individuelles contre l'abroustissement se sont révélées très efficaces car on ne relève que 5 abroustissements.

- 10 individus endommagés lors du dégagement des plants effectué en octobre dont 5 à la cime sectionnée.
- 90 plants présentent une coloration anormale dont seulement 4 sont notés « rougissant » soit 5.6 % de l'effectif vivant fin 2013 là encore sans effet significatif de la provenance ni du bloc.
- 340 plants (soit près de 21 % de l'effectif vivant fin 2013) ont été notés « double » ou « multi-tête ». Il n'y a pas d'effet bloc/provenance significatif à 5 %.
- **76.3 % des plants présentent un déficit foliaire (1 ou 2 années d'aiguilles) et sur l'ensemble de l'essai le nombre moyen d'années d'aiguilles s'établit à 2.22.** On n'observe pas d'effet provenance mais un effet bloc à 1%. Le bloc 3 est le moins affecté par le déficit foliaire. On constate de manière concordante mais sans effet significatif, les plus faibles taux de cimes sèches, de coloration anormale et de mortalité dans le bloc 3. Ceci est sans doute la conséquence de l'abri constitué par le peuplement adulte présent au Sud de l'essai. 23.3 % des douglas ne présentent pas de déficit foliaire et portent 3 années d'aiguilles (2013, 2012, 2011) avec un effet bloc à 1%, c'est logiquement le bloc 3 qui comporte le plus de plants à 3 années d'aiguilles. **La majorité des douglas (74%) n'a que 2 années d'aiguilles (2013 et 2012)** sans effet provenance mais avec un effet bloc à 5 %, le bloc 3 étant celui qui présente le moins d'individus à 2 années d'aiguilles. Le taux de plants ne présentant que les aiguilles de l'année (2013), s'élève à 2.3% sans effet bloc ou provenance significatif. **Le déficit foliaire observé est sans doute à attribuer à la forte concurrence de la fougère et du genêt, le dégagement n'ayant pu être réalisé que tardivement en octobre.**

Répartition des plants de douglas selon leur défoliation en 2013



Poursuite de l'essai

Conformément au protocole, une notation de l'état sanitaire est programmée fin 2014 (4^{ème} année de croissance sur le terrain). Un dégagement sur la ligne sera probablement nécessaire courant 2014 éventuellement accompagné d'un dégagement des interlignes au gyrobroyeur. Des visites de contrôle de l'état sanitaire seront effectuées courant 2014.

TEST DE GUERY (ONF, EV_DF_2010.05) - Etat sanitaire 2013

Les caractéristiques du site et de ce dispositif de type « monoarbre », planté en avril 2010, sont présentées dans le CR d'installation.

Opérations 2013

- 22 juillet 2013 : dégagement en plein.
- 09 octobre 2013 : Notations état sanitaire + étiquetage de tous les plants.

Protocole de notation

La notation concerne l'état physiologique des plants, selon les codes suivants :

0- plant sain 2- cime sèche 5- abrouiti 6- frotté
7- endommagé lors du dégagement 8- hylobe 9- mort.

D'autre part, les plants présentant des défauts de forme (fourche, pousse latérale, baïonnette) ont été signalés en observation.

Analyse statistique

- Les taux de mortalité et de cimes sèches ont été analysés à l'aide du test de Khi-deux. L'analyse du taux de mortalité a été effectuée sur la mortalité cumulée depuis l'installation du dispositif. Les cimes sèches sont celles ayant séché lors de la dernière saison de végétation. Pour la mortalité, le pourcentage est calculé sur le nombre de plants installés, pour les autres variables (cimes sèches, forme), les pourcentages sont calculés sur le nombre de plants vivants.

- Parmi les 25 plants coupés, 4 l'avaient été lors du dégagement 2012, et 21 l'ont été en 2013. Il n'a pas été jugé pertinent d'effectuer une analyse statistique des plants coupés au dégagement.

Résultats

Bilan général

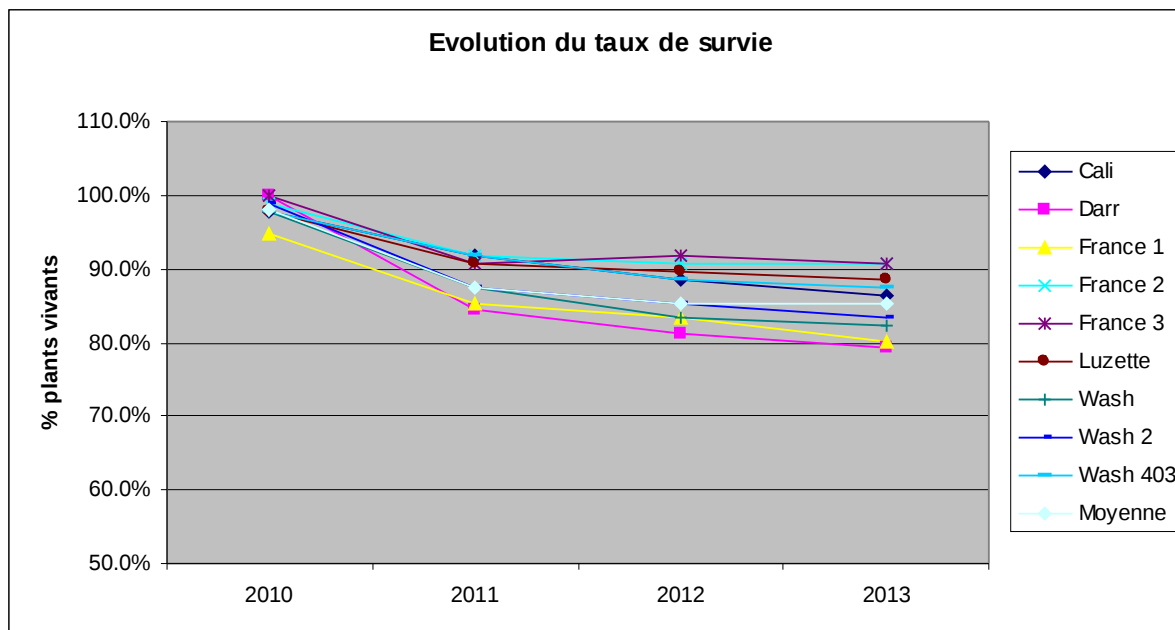
Variable étudiée	Effet	Effet
	provenance	répétition
% mortalité	NS	***
Cimes sèches	NS	NS
Défauts de forme (fourches....)	NS	NS

(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

Etat sanitaire

Provenances		Cali	Darr	France 1	France 2	France 3	Luzette	Wash	Wash 2	Wash 403	Total	
		Moyenne										
Mortalité cumulée	2010	Nombre	2	0	5	1	0	2	2	1	2	15
		%	2.1%	0.0%	5.2%	1.0%	0.0%	2.1%	2.1%	1.0%	2.1%	1.7%
	2011	Nombre	8	15	14	8	9	9	12	12	8	95
		%	8.3%	15.6%	14.6%	8.3%	9.4%	9.4%	12.5%	12.5%	8.3%	11.0%
	2012	Nombre	11	18	16	9	8	10	16	14	11	113
		%	11.5%	18.8%	16.7%	9.4%	8.3%	10.4%	16.7%	14.6%	11.5%	13.1%
2013	Nombre	13	20	19	9	9	11	17	16	12	126	
	%	13.5%	20.8%	19.8%	9.4%	9.4%	11.5%	17.7%	16.7%	12.5%	14.6%	
Cimes sèches	2013	Nombre	8	3	2	2	2	3	1	1	3	25
		%	9.6%	3.9%	2.6%	2.3%	2.3%	3.5%	1.3%	1.3%	3.6%	3.0%
Coupés	2013	Nombre	6	1	2	3	3	3	0	3	4	25
		%	7.2%	1.3%	2.6%	3.4%	3.4%	3.5%	0.0%	3.8%	4.8%	3.0%
Défauts de forme	2013	Nombre	31	33	34	42	38	23	29	37	43	310
		%	37.3%	43.4%	44.2%	48.3%	43.7%	27.1%	36.7%	46.3%	51.2%	42.0%



Mortalité. Quatre années après la plantation, le taux de survie global est de 85,4%, donc encore à un niveau satisfaisant, malgré une perte supplémentaire de 13 plants en 2013. C'est toujours les provenances Darrington et France 1 qui présentent les plus mauvais résultats, avec des taux de survie de l'ordre de 80%. Les meilleurs taux de survie sont pour France 2 et France 3 avec 90,6 %. Mais le test de Khi 2 montre que l'effet provenance n'est pas significatif pour ce critère, on ne peut donc pas conclure à la supériorité de telle ou telle provenance. En revanche l'effet répétition est très significatif. Quatre répétitions présentent 5 plants morts : les numéros 2, 31, 43 et 45, et quatre présentent 4 plants morts : les numéros 03, 30, 42 et 66. A l'opposé, 34 répétitions ne comportent aucun plant mort. Il n'y a pas d'explication à cette constatation, d'autant que les répétitions concernées ne sont pas forcément proches les unes des autres. On remarque simplement une mortalité un peu plus importante sur le bas du dispositif.

Cimes sèches : 25 cimes sèches notées en 2013. Pour ce critère, ni l'effet provenance ni l'effet répétition ne sont significatifs.

Défauts de forme . Toutes provenances confondues, 41% des plants vivants présentent des défauts de forme : fourches ou baïonnettes, soit 310 plants au total. Le test du Khi 2 n'a pas fait apparaître de différences significatives pour ce critère, ni entre provenances, ni entre répétitions.

Conclusion générale provisoire :

Après quatre ans de plantation, on peut faire les remarques suivantes :

- les taux de survie sont relativement stabilisés entre 80 et 90%, y compris pour Californie, ce qui est remarquable à cette altitude.
- le nombre de cimes sèches pour la saison 2013 est un peu supérieur à celui de la saison précédente (25 contre 16).
- plus de 40% de plants, de toutes provenances, présentent des défauts de forme.
- lors du dégagement de l'été 2013, 21 plants supplémentaires ont malheureusement été coupés, dont certains étaient relativement grands (+ de 1 m).

Poursuite de l'essai :

Un nouveau dégagement en plein sera vraisemblablement nécessaire en 2014. Il faudra absolument veiller à ce que de nouveaux plants ne soient pas coupés lors de cette opération. Le dispositif atteindra l'âge de 5 ans de végétation fin 2014. A cette occasion, une nouvelle mesure de hauteur sera réalisée, en plus de la notation de l'état sanitaire.

* Tests en marge du réseau

Les dispositifs installés pour tester La Luzette et Californie, en placeaux purs (tests de St Georges-en-Couzan (42) et Sylvanes (12) gérés par le CNPF) ou en placeaux purs et en mélange pied à pied (test Irstea des Barres (45) et test ONF de la FD des Battées (71)) sont suivis selon les mêmes protocoles et calendrier que ceux du réseau principal (notations d'état sanitaire et des mesures de hauteur).

En dehors du test des Battées, les données recueillies en 2013 seront analysées statistiquement en 2014.

TEST DES BATTÉES (ONF, AR 12.17.01 - DE_DF_2012.01) - TEST DE "DÉMONSTRATION" DE 2 VERGERS À GRAINES FRANÇAIS DE DOUGLAS : LUZETTE ET CALIFORNIE, EN PEUPEMENT PUR ET EN MÉLANGE PIED À PIED - ETAT SANITAIRE ET CROISSANCE EN HAUTEUR 2013 (MESURES DU 29/10/2013)

Les caractéristiques du site et de ce dispositif en placettes unitaires, planté le 11 avril 2012 (rappel : plants en godet de 2 ans), sont présentées dans le CR d'installation.

Dispositif

Unités expérimentales : placeaux rectangulaires de 6*7=42 plants, installés à 3m*3m (soit une surface de 378 m²).

Répétitions : 4, organisées **en blocs** (disposés dans le sens Nord-Sud)

Surface totale du dispositif : environ 90 ares, zone tampon de 4 lignes/rangs autour des blocs comprise (zone centrale de mesures de 45 ares environ)

Opérations 2013

- Mesures et notations le 29 octobre 2013 ONF.

- Un dégagement a été effectué durant la saison de végétation 2013 au courant de la 2^{ème} quinzaine de juin.

Protocole de mesure

Les observations et mesures concernent l'état physiologique des plants, et leur croissance en hauteur.

- Etat général estimé via un système de notation récemment révisé par les partenaires du réseau :

0- plant sain

2- cime sèche

5- abrouiti

6- frotté (blessure non refermée)

7- endommagé lors du dégagement

8- problème particulier (à préciser en observation)

9- mort

10- plant absent (ni souche ni étiquette) attribué à 1 plant vivant en 2012 et non retrouvé.

Sur ce site non enclos, toutes les notes ont été utilisées excepté 8 (problème particulier).

- Décoloration du feuillage :

0- plant vert

1- jaune

2- rouge

Sur les 441 plants notés, seuls 10 plants ont été notés "1" et aucun noté "2"; aucune analyse n'a donc été conduite.

- Hauteur totale 2013.

Analyse statistique

- Proportions (pourcentages) : analyse de variance à deux facteurs (provenance, bloc) sans interaction sur les moyennes par parcelles unitaires.

- Variables continues : analyse de variance à deux facteurs (provenance + bloc, considérés respectivement comme fixe et aléatoire) sans interaction sur les valeurs moyennes par P.U. à l'aide du test de Newman-Keuls. Des transformations de variables ont été effectuées pour satisfaire au mieux aux conditions de normalité et d'égalité des variances.

NB- Les individus souffrant de cime sèche/cassée ou endommagés lors des dégagements ont été retirés des analyses de hauteur ; en revanche, les plants jaunes ont été conservés.

Résultats

Bilan général

Variable étudiée	Effet provenance	Effet bloc
% mortalité depuis l'origine (y compris arrachés par gibier ou non retrouvés)	NS	NS
% mortalité 2013 (y compris arrachés par gibier ou non retrouvés)	NS	NS
% cimes sèches en 2013	*	NS
% plants abroustis en 2013	NS	NS
Hauteur 2013	**	NS
Accroissement en hauteur 2013	***	NS

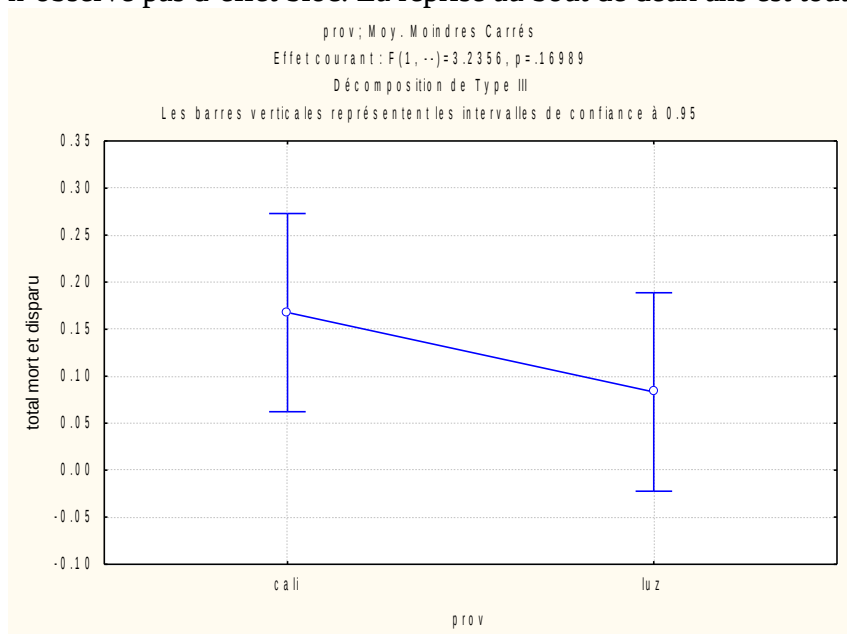
(*), *, **, *** effet significatif au seuil de 10%, 5%, 1%, 1%

NS : non significatif

Etat sanitaire

Variété	% morts, non retrouvés et arrachés par gibier fin 2013 (calculé par rapport à l'effectif planté)	% cimes sèches en 2013	% plants abroustis en 2013	% frotté gibier en 2013
Californie	16,8 (a)	20,0 (a)	2,0 (a)	0,8
Luzette	8,3 (a)	4,8 (b)	1,6 (a)	1,2
Moyenne	12,6 %	12,4 %	1,8 %	1,0%

Après deux années de croissance sur le terrain, le taux de mortalité s'établit en moyenne à 12,6 %. Il n'y a pas de différence significative entre provenances : Luzette (8,3 % de mortalité) et Californie (16,8 %) et on n'observe pas d'effet bloc. La reprise au bout de deux ans est tout à fait satisfaisante, avec plus de 87 % !



La majorité des plants vivants est en bonne santé :

- On recense toutefois 62 individus à cime sèche (12,4%) dont 50 Californie et 12 Luzette ; il y a un effet significatif de la provenance

- Seuls 10 individus présentent une coloration anormale (2%)
- Les plants abrutis ou frottés par le gibier sont au nombre de 14, soit 2,8 % de l'effectif planté (en nette diminution par rapport à 2012, peut-être à la faveur du développement d'une végétation accompagnatrice).

Croissance en hauteur

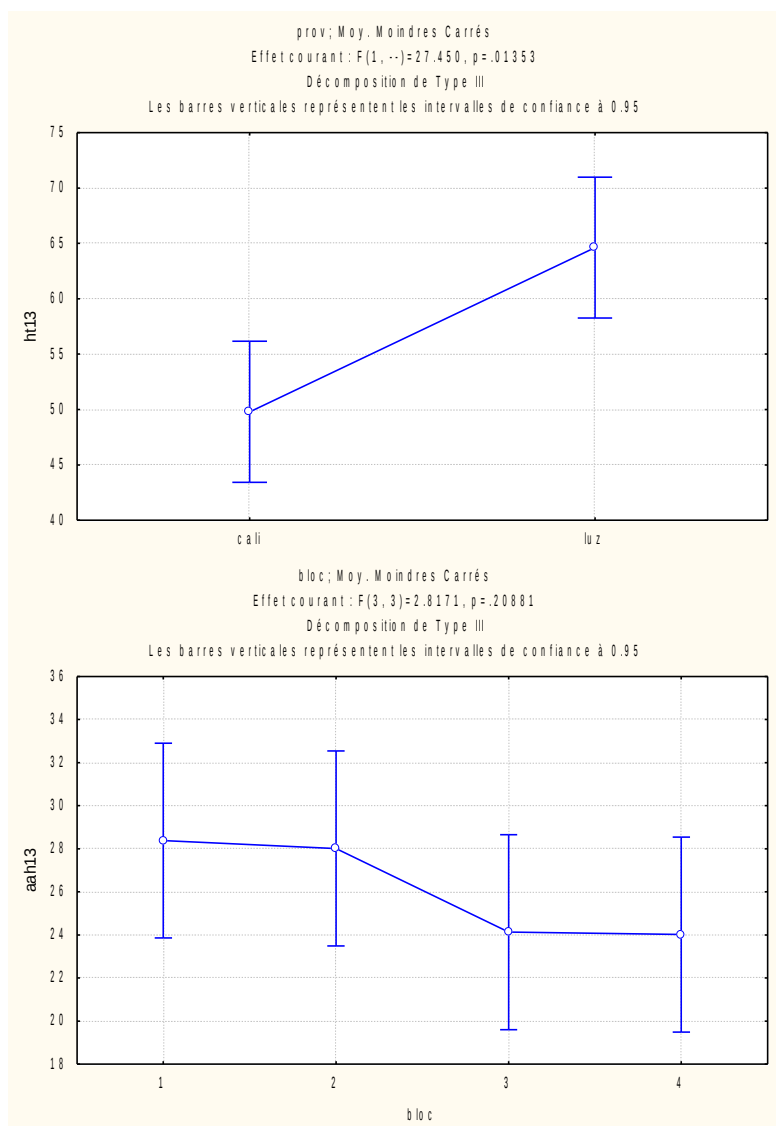
Variété	Hauteur 2013 (cm)	accroissement sur la saison 2013 (cm)	nb de plants considérés pour le calcul de l'accroissement 2013
Californie	49,8 (a)	20,5 (a)	155
Luzette	64,6 (b)	31,7 (b)	218
Moyenne	58,4	27,2	373

A l'installation des plants au printemps 2012, la hauteur initiale n'était pas différente entre modalité. En 2013, la provenance Luzette est statistiquement différente de Californie pour la hauteur 2013 et pour l'accroissement en hauteur en 2013.

L'accroissement en hauteur de 2013 est significativement différent ($P = 0,004$) avec 20,5 cm/an pour Californie et 31,7 cm/an pour Luzette. En moyenne, les plants se sont allongés de 27,2 cm en 2013, ce qui porte la hauteur totale fin 2013 à 58,4 cm.

Pour Luzette, cette croissance est tout à fait correcte pour une seconde saison de végétation après plantation, sachant que 25% des plants de Luzette et 60% des plants du verger Californie avaient subi un coup de gel en mai 2012, ce qui a probablement provoqué un certain retard à l'installation des plants, tout particulièrement Californie.

Il n'y a pas d'effet bloc pour l'accroissement 2013.



Conclusion provisoire

Pour l'instant, la provenance « Californie » est apparue plus sensible au gel tardif (17 mai 2012) que la provenance « Luzette ». Ceci n'a toutefois pas affecté significativement la mortalité qui reste faible pour les 2 provenances.

Après deux saisons de végétation, la provenance « Luzette » obtient un avantage significatif en terme de hauteur et de croissance en hauteur par rapport à la provenance « Californie ».

Poursuite de l'essai

Conformément au protocole, une notation de l'état sanitaire est programmée fin 2014 (ainsi que fin 2015) ; si possible, elle s'accompagnera d'une mesure systématique de la hauteur totale.

Des visites de contrôle de l'état sanitaire seront effectuées courant 2014.

Enfin, un dégagement sur la ligne sera vraisemblablement nécessaire courant 2014 ; il s'accompagnera éventuellement d'un entretien des interlignes au gyrobroyeur.

**** Tests en marge du réseau***

Les dispositifs installés pour tester La Luzette et Californie, en placeaux purs (tests de St Georges-en-Couzan (42) et Sylvanes (12) gérés par le CNPF) ou en placeaux purs et en mélange pied à pied (test Irstea des Barres (45) et test ONF de la FD des Battées (71)) sont suivis selon les mêmes protocoles et calendrier que ceux du réseau principal (notations d'état sanitaire et des mesures de hauteur).

Les données recueillies en 2013 seront analysées statistiquement en 2014.

1.2. Résistance au froid / aoûtement des pousses

Les premiers essais réalisés en octobre et décembre 2012 ayant produit des résultats encourageants, une réunion a été organisée le 22 mai 2013 à l'INRA de Clermont-Ferrand (T. Ameglio, M. Bonhomme, C. Serre, G. Philippe) pour définir un programme de collaboration à moyen terme. L'objectif principal sera d'étudier la variabilité inter-variété et les interactions variété x environnement pour l'acclimatation au froid. Le niveau de tolérance du Douglas aux basses températures hivernales étant considéré comme bon et la date de débourrement renseignant sur la sensibilité aux gelées tardives, l'accent sera mis sur la résistance aux gelées précoces d'automne pour laquelle nous ne disposons pas de marqueur phénologique et qui présentent des risques avérés, aussi bien en pépinière qu'en plantation. Idéalement, ces travaux s'inscriraient dans le cadre d'une thèse dont le financement reste à trouver.

Les tests préliminaires projetés pour l'automne 2013 n'ont pu être réalisés faute de personnel disponible. Ces essais incluant trois variétés (Californie, France, Washington 2) et trois sites contrastés (Lavercantière, Peyrat-le-Château, Soussat), ont été reportés à 2014.

1.3. Référencement des essais du réseau

Les nouveaux dispositifs INRA, ONF et CNPF n'ont pas encore été intégrés dans la base de données Treebreedex, ils seront intégrés plus tard.

1.4. Elargissement du réseau

* Caractéristiques des 6 futurs dispositifs prospectés par l'ONF :

Site	Altitude	Topo / pente / expo	T°C moy ann.	Pluvio moy ann	Pluvio moy Juin Juil Aout	Pluvio moy Mai-Sept	Sol : prof. et texture	pH 10 cm	Surface disponible	Risque gibier	Antécédent culturel	Type d'essai pressenti
FD du Plachet (52) Parcelle 18	320	Plateau / légère pente Ouest	9,8	970	224	378	Placage de limon de faible épaisseur (<=15 cm) sur argile de décarbonatation reposant sur plaquettes calcaires en moyenne > 40 cm de prof. (localement 30 et jusqu'à 70 cm) Stations 1240 à 1310.	5,5	1ha50 à 2 ha	Chevreuil, cerf et sanglier protection nécessaire	TSF CHS/HET très pauvre classé en régé	placettes sylvicoles
FD de Clairvaux (10) Parcelle 209	280	versant légère pente Ouest	10,1	907	208	358	sol brun calcaire prof. variable : cailloutis calcaires à partir de 25 à 40 cm. Blocage tarière entre 35 cm et 1m. Pas d'effervescence de la terre fine avant au moins 40 cm de profondeur ; effervescence observée seulement en présence d'un horizon (discontinu dans l'espace) d'un mélange argile polyédrique/coquilles (lit localement assez épais, très drainant)	5,5	< 1h50 (hétérogénéité stationnelle)	Chevreuil et sanglier protection nécessaire, a minima individuelle.	FR de Douglas environ 40 ans, basculée par la tempête de l'été 2011.	mono-arbre
FC de Villers sous Chalamont (25) Parcelle 5	740	Légère pente nord ouest	8,1	1637	365	644	limon argileux, profondeur (tarière) 60 cm, hydromorphie légère à partir de 40 cm (sol frais), pas d'effervescence à HCl	4,5 à 5	>2ha	chevreuil engrillagement prévu	Futaie régulière de sp et epc vieillie en régénération (H>40 m)	placettes sylvicoles
FC de La Longeville (25) Parcelle 28	940	Légère pente sud est	7,5	1502	378	664	argile légèrement limoneuse profondeur (tarière) variable de 25 à 60 cm hydromorphie légère à plus de 50 cm, pas d'effervescence à HCl	5	2ha20	chevreuil protection individuelle	plantation d'épicéa en régénération (H>40 m)	mono-arbre
FD de St Quirin (88) Parcelle 47	380	haut de versant expo est, pente moyenne	10,1	1255	281	583	Sol sableux sur 25 à 35 cm Sapinière-Hêtraie à canche flexueuse et Myrtille sur sol très acide (catalogue Vosges gréseuses Lorraines), fertilité moyenne.	3,4	1ha max.	Chevreuil, cerf et sanglier protection nécessaire	zone issue de la tempête de 1999 laissée en évolution naturelle : présence de régé épars d'épicéas de pins et de bouleaux	mono-arbre
FD des Maures (83) Parcelle ?? Le Ruscas	85	Fond de vallée, pente très faible	13,7	1000	95		La partie nord, sur 0,5 ha, est une ancienne parcelle de vigne, avec un sol travaillé, meuble et structuré, d'épaisseur moyenne, avec une charge en cailloux variable. La partie sud, sur 0,2 ha, est assise sur un matériau brut issu de gneiss. Le sol y est peu épais et peu évolué.		0,7 ha maximum			Mono-arbre

* Préparation des plants et des lots de graines

Elevage des plants à la pépinière de Peyrat le château : la première vague de semis a subi un aléa climatique et une forte proportion des plants sont morts. Afin de garantir une production de plants suffisante pour les installations dont il n'était pas possible de reculer la date d'installation, le groupe de travail s'est mobilisé dans le but de réaliser un deuxième semis. Ce deuxième semis a été réalisé en godets WM au printemps 2013. Les plants élevés seront installés au printemps 2015.

Irstea a analysé les contributions clonales à la floraison mâle et femelle du verger Washington 2 sur la base de comptages de fleurs effectués par le personnel ONF des vergers de l'Etat. Il en ressort que la floraison 2013 est très abondante, suffisamment diverse (Ne en tenant compte des apparentements entre clones = 47) et représentative du matériel de base (Ne basé sur le nombre de ramets par clone = 65.5) pour que la récolte commerciale soit utilisée dans de futurs tests d'évaluation. Il n'a donc pas été nécessaire de conduire de récolte expérimentale, clone par clone, dans le verger.

L'ONF a également fourni des échantillons des récoltes 2008 et 2011 du verger Washington dont les stocks étaient épuisés. Enfin, Irstea a réceptionné un lot de graines (300 g) de la récolte 2012 du verger néo-zélandais Tramway. Il est composé de 29 clones sélectionnés pour la vigueur, la forme (angle et grosseur de branches, absence de ramicornes), et la qualité du bois (densité et module d'élasticité). Le matériel provient de peuplements de 3^{ème} génération créés à l'origine à partir de graines importées de l'Etat du Washington.

Ces lots de graines sont systématiquement partagés entre Irstea et l'INRA et stockés à Orléans et Nogent pour réduire les risques.

2- Essai en conditions semi-contrôlées

2.1. Essai 2012 (biomasse, proxy-détection)

* Mesures directes

Rappel : le matériel végétal (La Luzette et Californie) élevé en 2011 dans des caisses métalliques remplies de terre sableuse a été soumis en 2012 à trois régimes climatiques : 1) restriction d'eau modérée sous serre, 2) stress hydrique de fin de printemps et d'été sous serre et 3) pluviosité et température naturelles hors serre (cf. rapport d'activité 2012, pp 87-114).

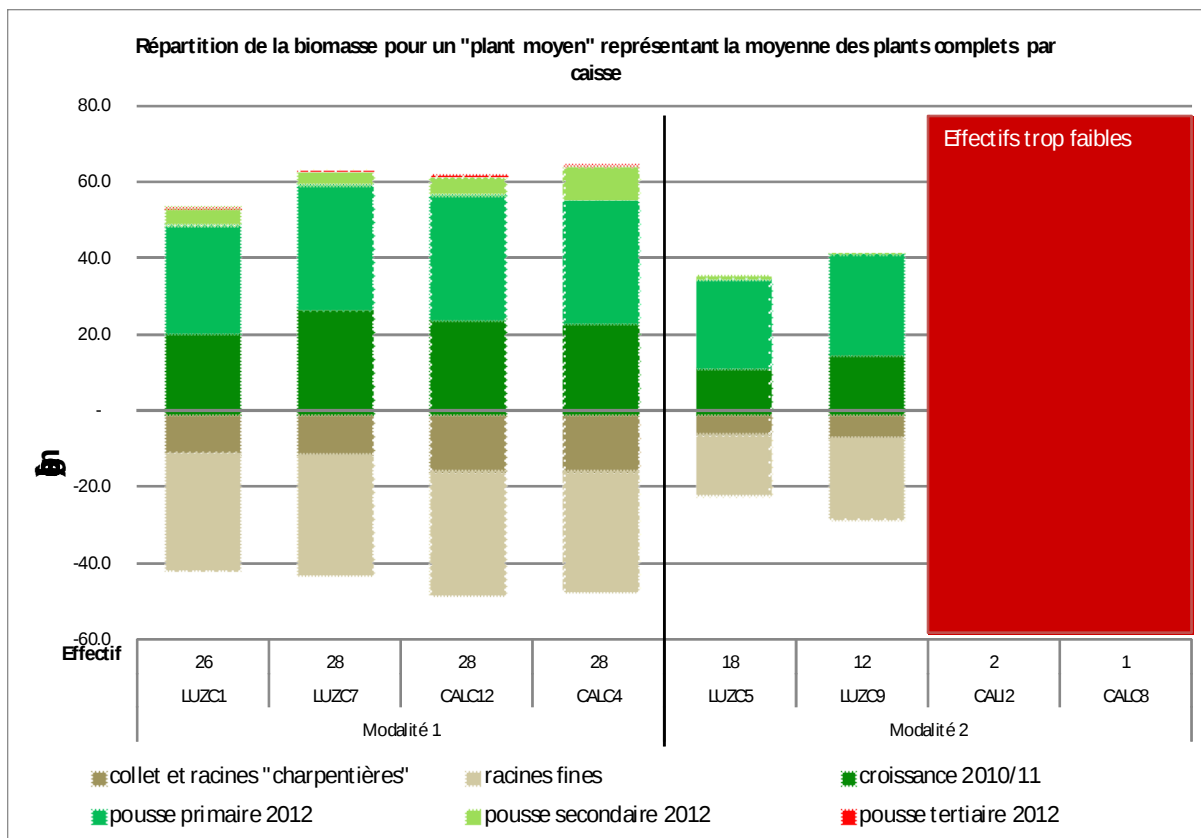
L'analyse du comportement des deux variétés, en termes de phénologie, croissance et survie a été complétée en 2013 par une analyse de biomasse sèche aérienne et souterraine. Nous nous sommes particulièrement intéressés à la répartition de la biomasse dans différents compartiments du plant et à la comparaison de cette répartition à différents niveaux de stress hydrique.

Comparaison des deux variétés en conditions non stressées

La biomasse totale moyenne des plants n'est significativement pas différente entre les variétés Californie et Luzette (respectivement 110,1 g et 100,4 g). Ce léger écart (9%) semble cependant s'expliquer par des différences de masse du collet et des pousses secondaires entre les deux variétés. Californie a une biomasse significativement plus importante pour la partie du collet (qui inclut les racines de diamètre > 3 mm) avec 15,5 g contre 10,8 g et dans une moindre mesure pour la biomasse de la pousse secondaire : 8,0 g contre 5,6 g. La biomasse de collet plus importante chez Californie fait sens dans la mesure où son diamètre est en moyenne plus important. La différence de biomasse de pousse secondaire peut également s'expliquer par le type de polycyclisme. Le polycyclisme au sens large ne diffère pas significativement entre les variétés (87% pour Californie, 74% pour la Luzette), en revanche, chez Californie, la fréquence de polycyclisme de tige principale est supérieure à la Luzette de manière hautement significative (respectivement 54% et 26%). Or, il est avéré que le polycyclisme de tige principale produit significativement plus de biomasse que le polycyclisme au sens large. La biomasse des racines fines est quant à elle sensiblement la même d'une variété à l'autre.

Comparaison des deux variétés en conditions stressées

Du fait du très faible taux de survie de la variété Californie, cette comparaison n'a pas été envisagée dans les analyses de cet essai.



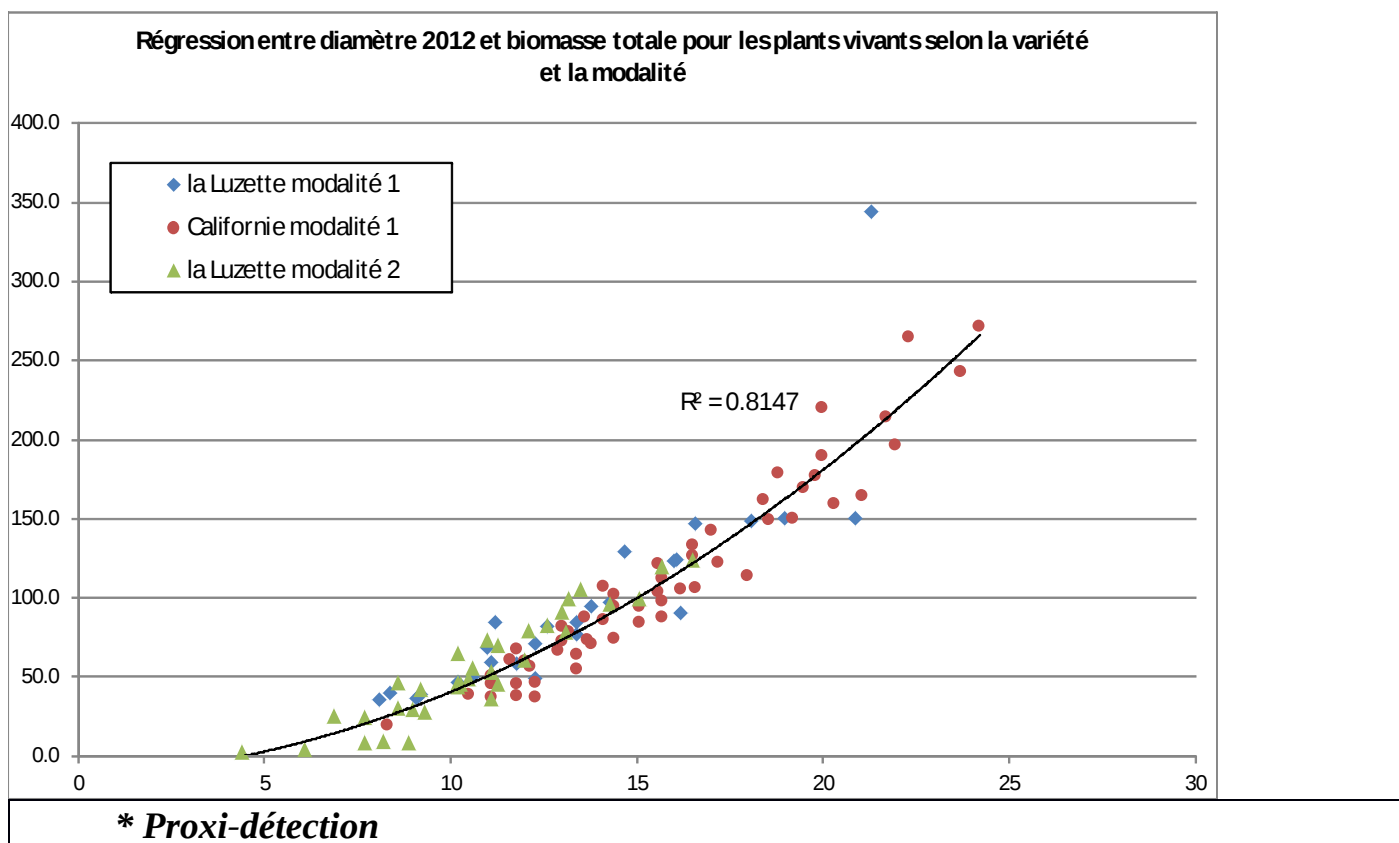
Comparaison entre les conditions stressées et non stressées pour La Luzette

Sans surprise, la différence entre les deux modalités est hautement significative pour la biomasse totale (non stressée : 95,8 g et stressée : 38,4 g). Cela s'explique par une différence hautement significative pour la biomasse racinaire (28,7 g contre 18,1 g), pour la biomasse du collet et pour les racines de diamètre supérieur à 3 mm (10,4 g contre 5,9 g), la biomasse de pousse secondaire (5,4 g contre 1,6 g) et la biomasse 2010/11 (23,5 g contre 13,6 g). Cela est cohérent avec le fait que le diamètre présente également une différence hautement significative entre la modalité 1 et la modalité 2 (13,2 mm contre 10,2 mm), de même que l'allongement des pousses secondaires (178,9 mm contre 52,8 mm). En revanche, l'ANOVA ne révèle pas de différence significative entre les deux modalités pour la biomasse de la pousse primaire (29,3 g contre 24,7 g) pas plus que pour la longueur de cette même pousse (344,7 mm contre 318,6 mm).

Estimation de la biomasse

Parmi les indicateurs utilisés lors de cet essai, le diamètre au collet mesuré avant la découpe des plants est celui qui présente la meilleure corrélation avec la biomasse totale ($r^2=0,81$), toutes modalités confondues. La biomasse racinaire est également bien corrélée ($r^2=0,66$) par le diamètre, cependant la corrélation est meilleure avec la biomasse aérienne ($r^2 \sim 0,82$). Les corrélations entre la biomasse souterraine et l'allongement des pousses primaires ou secondaires sont insatisfaisantes.

Par conséquent, même s'il est un peu moins précis, le diamètre au collet reste un moyen rapide et non destructeur d'approcher des données de biomasse avec l'avantage d'être moins fastidieux que le travail d'extraction engagé dans cet essai.



Prises de vues proxy détection 2012

Les images prises au mois d'octobre 2012 en extérieur des 12 caisses constituant l'essai Douglas ont été traitées par l'équipe Tetis de Montpellier qui a extrait pour chaque caisse une valeur moyenne de NDVI (index de végétation par différence normalisée) calculée à partir des réflectances dans les spectres rouge et infrarouge.

Rappel du matériel testé et des modalités

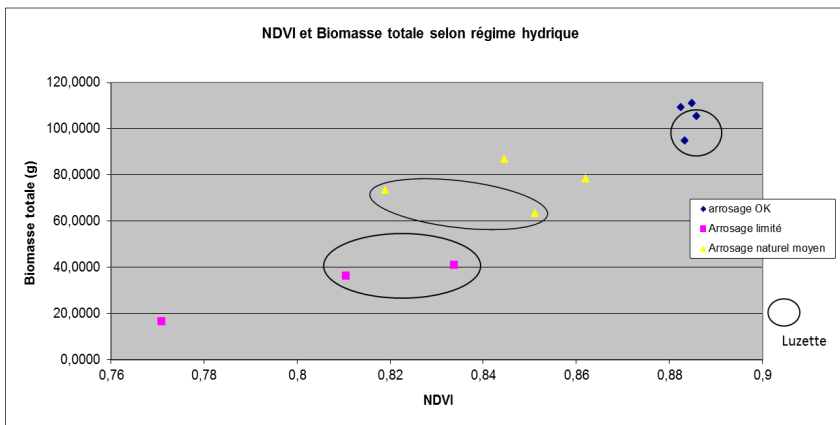
Deux origines de matériel testé Californie et verger de la Luzette, trois régimes de culture :

- Modalité 1 élevage sous serre avec maintien état hydrique optimal
- Modalité 2 élevage sous serre avec arrosage limité à partir de la mi-mai 2012
- Modalité 3, témoin en élevage en extérieur avec précipitations naturelles

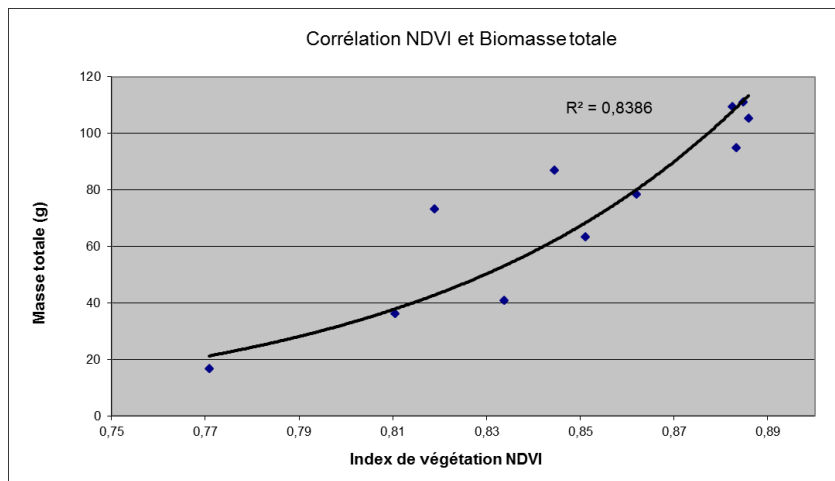
Résultats

Caisse	Modalité	Origine	BiomasseAéro (g)	BiomasseTOT (g)	NDVI
2	2	Californie	37,4	-	0,766
4	1	Californie	64,4	110,9	0,885
6	3	Californie	79,2	86,8	0,845
8	2	Californie	54,0	16,6	0,771
10	3	Californie	55,5	78,3	0,862
12	1	Californie	62,1	109,3	0,882
1	1	Luzette	54,2	95,0	0,883
3	3	Luzette	69,1	63,2	0,851
5	2	Luzette	37,0	40,9	0,834
7	1	Luzette	63,1	105,3	0,886
9	2	Luzette	42,4	36,2	0,811
11	3	Luzette	57,5	73,2	0,819

Biomasse totale et aérienne, index NDVI versus modalités et origine du matériel.



Biomasse totale sèche et index de végétation selon régime hydrique et origine



Corrélation entre biomasse totale sèche et index de végétation, origines confondues.

Bien qu'il s'agisse d'un essai de faisabilité réalisé avec des moyens très limités et dans des conditions d'éclairage non contrôlé on observe une corrélation relativement consistante entre le paramètre biomasse totale sèche mesurée et les valeurs d'index de végétation NDVI. Ces premiers résultats nous permettent d'être optimistes quant aux essais de proxy détection 2014 réalisés en conditions contrôlées dans le cabinet mobile de prise de vues.

2.2. Essai 2013 (mesures directes, proxy-détection)

* Mesures directes

Cet essai avait pour objectif d'étudier le comportement de deux variétés (Californie, Washington 2) soumises à un gradient de stress hydrique (6 niveaux de *stress index* (SI) intégrant l'intensité et la durée du stress). Chaque niveau de stress hydrique a été appliqué à deux caisses de chaque variété, distantes l'une de l'autre dans la serre.

Cet essai diffère du précédent (essai n°1, soumis à stress hydrique en 2012) par i) l'utilisation de la variété Washington 2 en place de Luzette, ii) la multiplication par 2 de l'effectif de départ et iii) l'application d'un gradient de stress plutôt que 2 modalités contrastées.

Ce second essai visait donc non seulement à confirmer ou infirmer les résultats obtenus l'an dernier mais aussi à affiner les seuils de tolérance à la sécheresse de ces deux variétés. Les résultats généraux présentés dans ce rapport sont, à ce jour, provisoires. L'ensemble des résultats obtenus sera présenté après analyse complète des données, dans un rapport complémentaire ou intégré au rapport de l'an prochain. Cet essai se poursuivra en 2014, avec cette fois une alimentation en eau suffisante, de manière à étudier l'impact différé des traitements.

Modalité	modalité 1	modalité 2	modalité 3	modalité 4	modalité 5	modalité 6
Caisse	caisse 27	caisse 18	caisse 19	caisse 30	caisse 25	caisse 26
	caisse 24	caisse 13	caisse 22	caisse 33	caisse 20	caisse 23
	caisse 21	caisse 36	caisse 31	caisse 14	caisse 15	caisse 28
	caisse16	caisse 35	caisse 32	caisse 17	caisse 34	caisse 29
% Rumax	0.55	0.45	0.35	0.25	0.15	0.05
TE (%)	19.6	17.3	15	12.7	10.4	8.1

Facteurs étudiés

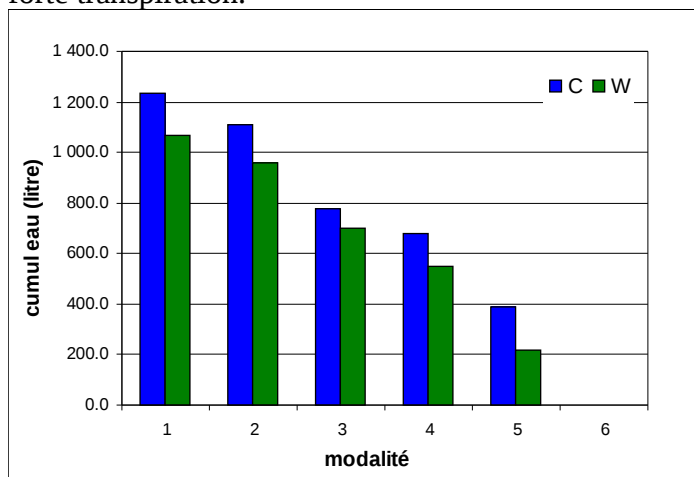
Caractérisation des facteurs environnementaux : teneur en eau du sol, stress index, température de l'air sous abri, température du sol, humidité relative de l'air, lumière.

Caractérisation du développement des plants : phénologie (dates de débourrement, de formation du bourgeon terminal et, pour les individus polycycliques, dates d'éclatement du bourgeon et de formation du BT de la 2^{ème} pousse), état physiologique (potentiel hydrique de base et foliaire, jaunissement, dépérissement, mortalité) et croissance (longueur pousses primaire et secondaire de l'axe principal, diamètre et polycyclisme).

Principaux résultats

Consommation en eau

Les caisses représentant Californie ont réclamé des apports d'eau plus importants pour aboutir à une teneur en eau équivalente, ce qui suggère une plus forte consommation d'eau par rapport à Washington 2 et une plus forte transpiration.



Phénologie

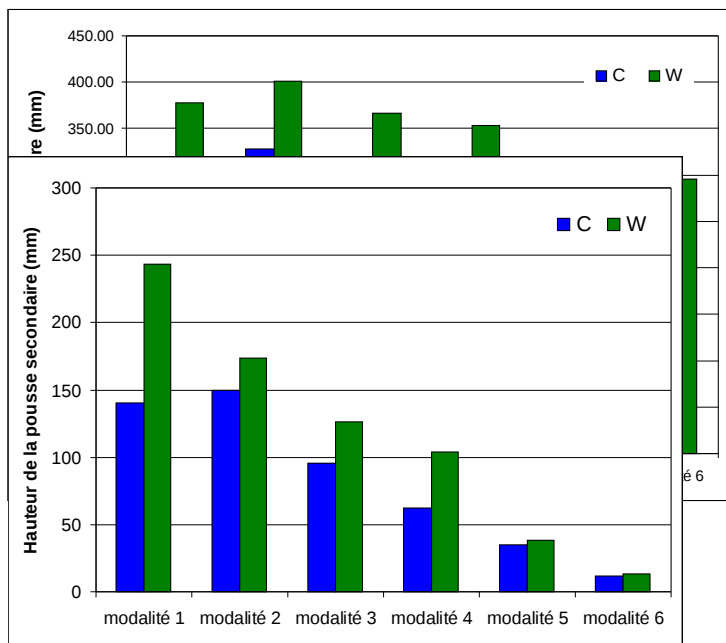
La variété Californie débourre plus précocement que la variété Washington 2 et le différentiel de 7 jours est semblable à celui obtenu dans les tests comparatifs installés sur le terrain. Par ailleurs, il est intéressant de constater que cet écart se maintient pour les stades phénologiques suivants : formation du bourgeon terminal de la pousse primaire, débourrement de ce bourgeon chez les individus polycycliques et apparition du bourgeon terminal de la pousse secondaire. Globalement, la hiérarchie basée sur la tardiveté de débourrement se maintient donc au fil du temps.

La variété Californie est moins polycyclique que Washington 2 et le taux d'individus polycycliques diminue avec l'augmentation du stress hydrique (89 % dans la modalité 1 contre 28 % dans la modalité 6).

Croissance

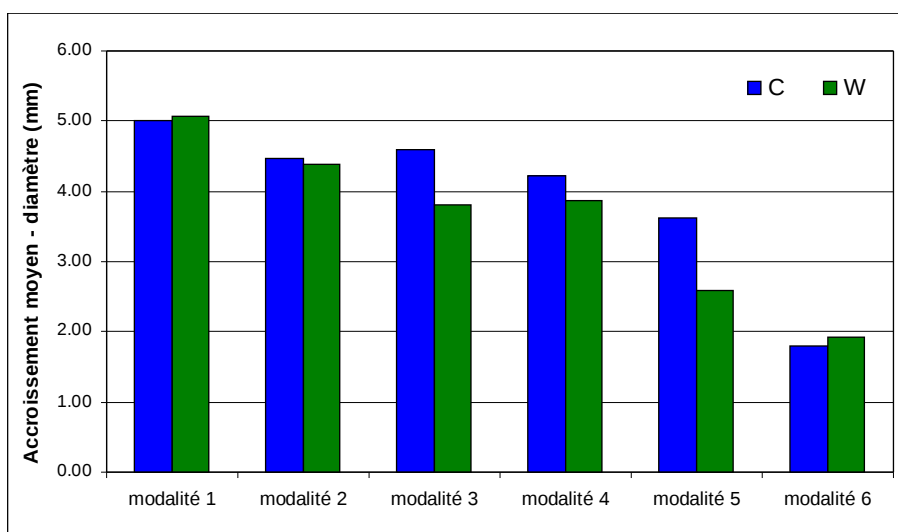
La faible croissance en hauteur juvénile de Californie, maintes fois observée dans les tests comparatifs de terrain, se vérifie dans notre essai et ce pour toutes les modalités mêmes les plus stressées. L'évolution de la croissance en hauteur suit le gradient de stress à l'exception de la modalité 1. Pour cette dernière, l'hypothèse d'un stress inversé, lié à l'hydromorphie du sol pourrait expliquer la différence avec la modalité 2. En effet, les résultats de potentiel hydrique montrent un léger stress dans la modalité la plus arrosée

(modalité 1). Ce résultat est peu surprenant étant donné que la capacité au champ était souvent dépassée et que l'engorgement du sol a des conséquences semblables à la sécheresse.



En raison de la croissance de la pousse secondaire des individus dans des conditions stressées, la variété Washington 2 présente des caractéristiques similaires à la variété Californie. En revanche, lorsque le stress hydrique est sévère, la variété Californie présente une croissance de pousses secondaires.

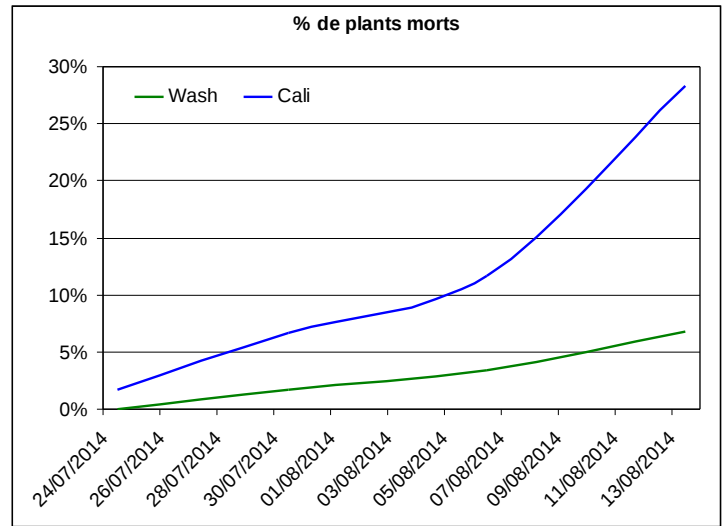
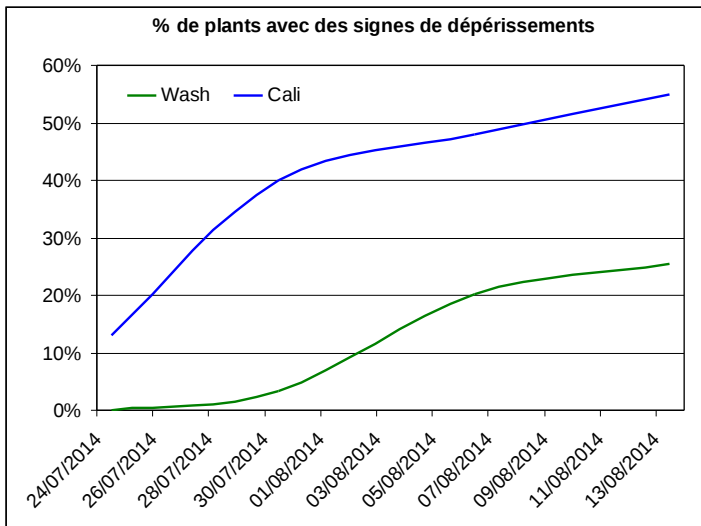
Le stress hydrique sévère et prolongé s'est traduit par une forte réduction de l'accroissement en diamètre au cours de la saison de végétation, mais sans qu'on puisse réellement différencier les deux variétés.



Dépérissement

Le stress hydrique drastique de la modalité 6 a abouti à de nombreux dépérissements, surtout dans la population Californie, et à un taux de mortalité croissant durant la période de végétation. Ce comportement surprenant de la variété réputée moins sensible à la sécheresse est semblable à celui observé l'an dernier quand la variété Californie était comparée à La Luzette.

NB : à la fin de la saison de végétation, tous les plants des deux variétés étaient morts.



Toutefois, notre jugement doit être tempéré par le fait que les observations faites à la sortie de l'hiver 2014 dans la modalité 5 (2^{ème} modalité la plus stressée), montrent que quelques plants de la variété Washington 2 ont dépéri et sont morts au cours de l'hiver (résultats à présenter dans un rapport ultérieur).



*** Proxi-détection**

Dispositif. Les travaux réalisés en 2013 en cabinet de proxi-détection ont porté sur chacune des 24 caisses de plants de l'essai 2013, qui comparait deux variétés soumises à six niveaux de stress hydrique. Ces travaux ont été réalisés selon deux approches complémentaires :

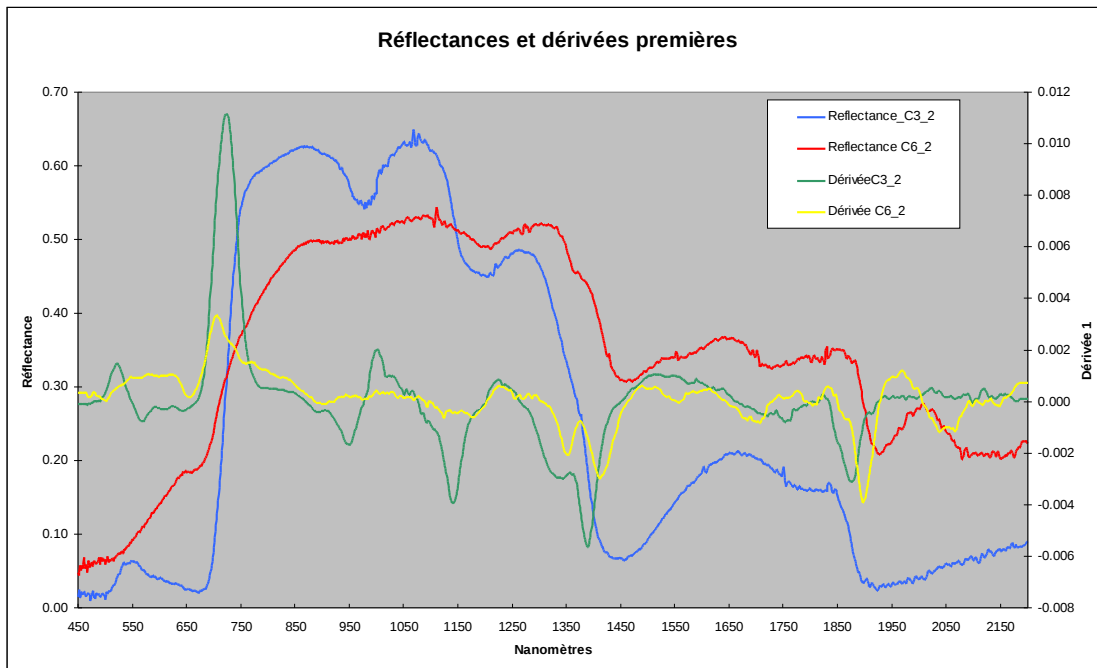
- a) les prises de vues par boîtiers photographiques (216 clichés) réalisées selon trois séries temporelles avec deux technologies de prises de vues : '2 images' (Rouge-Vert-Bleu + spectre infra-rouge) et 'image unique' (avec extraction par algorithme des spectres rouge et proche infrarouge). Le travail d'extraction des valeurs d'index de végétation et d'analyse statistique sera essentiellement réalisé en 2014.
- b) les spectrogrammes : chacune des caisses de l'essai 2013 a été qualifiée à l'aide d'un spectrophotomètre le 21 août 2013. Le traitement des spectrogrammes sera réalisé en 2014 selon deux méthodes : i) calcul de différents index de végétation sur segments du spectre ; ii) analyse du spectre complet par les méthodes classiques de spectrophotométrie.

Pour l'ensemble de ces travaux de télédétection très rapprochée (moins de 2 mètres de distance) Irstea a conçu et réalisé un caisson mobile de prise de vues sous éclairage artificiel constant de type halogène afin de ne pas subir les multiples interférences d'éclairage pouvant être rencontrées sous serre (charpente de serre, heure de prise de vue, nuages..). Le spectre lumineux a été qualifié à l'aide d'un spectrophotomètre et de clichés de référence sur une cible étalon afin de cartographier et corriger numériquement les hétérogénéités d'exposition. Les essais de télédétection à très courte distance réalisés en 2012 avaient démontré un très important effet de parallaxe lié au décalage des axes des deux boîtiers de prise de vues simultanées dans les spectres RVB et proche infrarouge. En conséquence le nouveau cabinet de prise de vues a été équipé d'un support de boîtiers photographique permettant par permutation d'adopter le même point focal de prises de vues pour les deux spectres qui sont successivement captés dans des conditions d'éclairage stables.



Cabine proxy détection et Spectromètre ASD

Cabine de proxy détection en place sur caisse de Douglas et vue spectromètre.



Spectrogrammes bande 450 à 2150 nm et dérivées premières.

3- Mesures dans des dispositifs âgés

3.1. Tests homologues ONF – Irstea (plantation printemps 1998)

L'ONF et Irstea décalent à 2014 l'analyse multi-site des données collectées récemment dans les essais homologues des deux organismes (Le Goulet, Val de Senones, Homol, Montsauche, Ingwiller, Grandcheneau).

Irstea s'est mis en relation avec l'ONF qui est le gestionnaire des sites d'Ingwiller et Grandcheneau pour les inciter à procéder à une éclaircie. Les gestionnaires n'y sont pas opposés mais les délais de planification interdisent une intervention avant 2014/15. A l'issue de ces éclaircies, Irstea établira un inventaire des effectifs conservés dans chaque variété et clôturera ces essais.

Le site de Montsauche ne pourra quant à lui être éclairci que lorsque les dernières mesures auront été prises dans les quatre dispositifs qu'il héberge, notamment le test planté dans le cadre du projet européen Eudirec qui compare des vergers et peuplements de divers pays.

Le dispositif de Somail ne justifie pas d'éclaircie dans l'immédiat car les arbres sont peu vigoureux.

3.2. Tests de descendance du verger Washington 2 (INRA)

Conformément à la programmation, deux séries de tests des descendance maternelles d'une partie des clones constitutifs des vergers France 2 et Washington 2 ont été mesurés :

- Série 3.713, qui inclut 34 descendance open du verger Washington 2, 67 descendance plein-frères de clones du même verger et 34 descendance open du verger de Couze (sélection de clones hollandais). Les trois tests constitutifs de cette série ont été plantés au printemps 1998 à Croix Scaille (Ardennes, 3.713.1), Crabes Mortes (Tarn, 3.713.2) et St Quentin la Chabanne (Creuse, 3.713.3).

- Série 3.715 qui inclut 97 descendance open du verger France 2. Deux tests ont été plantés au printemps 2000 à Brassy (Nièvre, 3.715.2) et Masnau Massuguiés (Tarn, 3.715.3).

Les mesures qui seront réalisées entre 14 et 16 ans après plantation, constituent la 2e évaluation de ces tests. Seule la circonférence a pu être mesurée en 2013. Une mesure de branchaison (angle, nombre) de fourchaison sera entreprise en 2014.

4- Tests de descendance du verger Californie

NB- Les résultats de survie et hauteur ont déjà été présentés dans le rapport précédent.

4.1. Dispositifs

Anticipant une entrée en production commerciale du verger et l'admission de ce dernier en catégorie "qualifiée", l'INRA a profité de deux années de bonne fructification (2005 et 2007) pour récolter des graines sur chaque clone fructifère, à raison de 1 à 3 ramets par clone. A l'issue des deux récoltes, des graines identifiées par clone étaient disponibles pour 85 génotypes, soit $\frac{3}{4}$ des géniteurs du verger. Pour 15 de ces génotypes, les graines des récoltes 2005 et 2007 ont été maintenues séparées. La récolte des cônes et l'extraction des graines ont été réalisées par les gestionnaires du verger, le nettoyage et le conditionnement des graines ont été pris en charge par l'INRA.

Au printemps 2009, 104 lots de graines ont été envoyés à la pépinière des Milles pour être semés en conteneurs de 0,5 litres, en vue d'évaluer en forêt les composants du verger californien ayant fructifié en 2005 et / ou 2007. Ces lots se décomposent comme suit :

- 100 descendance maternelles des clones du VG Californien- 70 lots correspondant aux graines récoltées sur 70 clones en 2005 ou 2007, 30 lots correspondant aux graines récoltées sur 15 autres clones en 2005 et 2007
- 4 lots témoins : 3 issus des vergers à graines de l'Etat (Washington 2, Luzette, France 1) et un lot issu d'une récolte en vrac dans un parc à clones de l'INRA d'Orléans (PC24), constitué de 200 clones sélectionnés sur index dans 5 tests de descendance des populations Darrington et Arlington (série de tests INRA 2-703).

En mars 2011, deux tests de descendance ont été installés en forêt avec des semis 2-0 :

- 3.718.1 – Saint Junien la Bregère (Haute Vienne), station classique à Douglas vert choisie en vue d'évaluer la tolérance au froid du matériel Californien (Long : 1° 45' 14"E, Lat : 45° 53' 28" N, alt : 580m). Matériel végétal installé : 48 descendance du VG Californien et 2 témoins (Luzette.VG et PC24 Orléans). Type de dispositif: blocs incomplets à composition aléatoire (46 blocs à 29 ou 30 plants; 1466 plants en tout). Densité 1100 plants /ha.

- 3.718.2 - forêt communale de Fourtou (Aude) : station classique à Douglas mais qui sera exposée précocement aux effets du changement climatique (Long : 2° 25'06" E, Lat : 42° 54' 19" N, alt, 730 m). Matériel végétal installé : 96 descendance du VG Californien et 4 témoins (France 1-VG, Washington 2-VG, Luzette-VG et PC24 Orléans. Type de dispositif: blocs incomplets à composition aléatoire (89 blocs à 29 ou 30 plants; 2705 plants en tout). Densité 1100 plants /ha.

A l'automne 2012, des mesures de survie et de hauteur totale ont été réalisées sur les deux tests.

4.2. Les principaux résultats

ST JUNIEN LA BREGÈRE (INRA, 3.718.1)

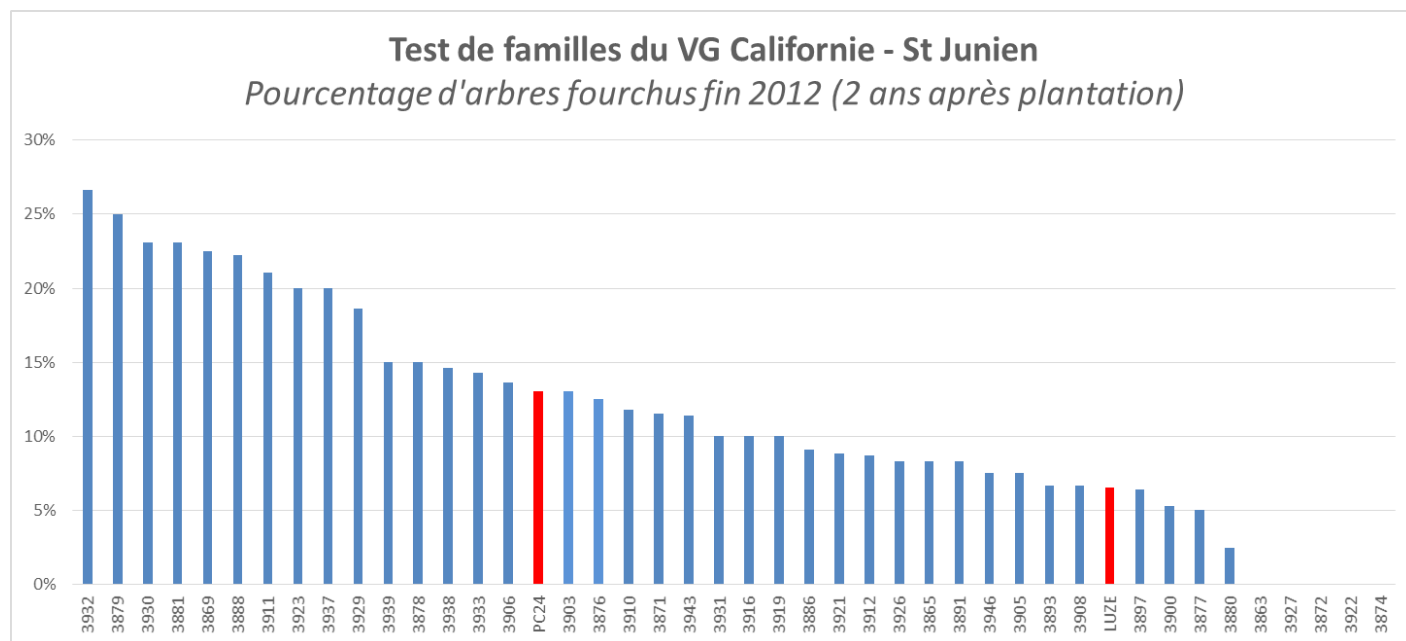
Survie 2012 : globalement excellente (92% sur l'ensemble du test), elle varie sensiblement selon les familles (81 à 100%), les deux témoins faisant état d'un taux de survie supérieur à 90%, Cf. figure ci-dessous.

Taux de survie des familles du VG Californie et des deux provenances témoins

Hauteur totale 2012 : après deux ans de plantation, la hauteur totale moyenne des plants est de 106 cm. La figure ci-dessous montre clairement qu'à St Junien, aucune famille n'a une vigueur comparable aux deux témoins : hauteur moyenne des témoins 106 cm; hauteur moyenne des familles du VG Californie 68 cm (extrêmes 48 – 90 cm).

Hauteur totale moyenne des familles du VG Californie et des deux provenances témoins

Fourchaison : A 2 ans, le nombre moyen d'arbres présentant une ou plusieurs fourches est de 11% (extrêmes 0% - 27%). Les familles du VG Californien sont en moyenne beaucoup plus fourchues que le VG Luzette. Le taux de fourchaison du PC24 Orléans est globalement équivalent à celui du VG Californien; Cf. figure 5.



Pourcentage d'arbres fourchus des familles du VG Californie et des deux provenances témoins

FOURTOU (INRA, 3.718.2)

Survie 2012 : globalement excellente (91% sur l'ensemble du test), elle varie sensiblement selon les familles (75 à 100%). Le taux de survie des 4 populations témoins varie de 95% pour Luzette.VG à 88% pour Washington-2.VG; Cf. figure ci-dessous.

Taux de survie des familles du VG Californie et dans cinq provenances témoins

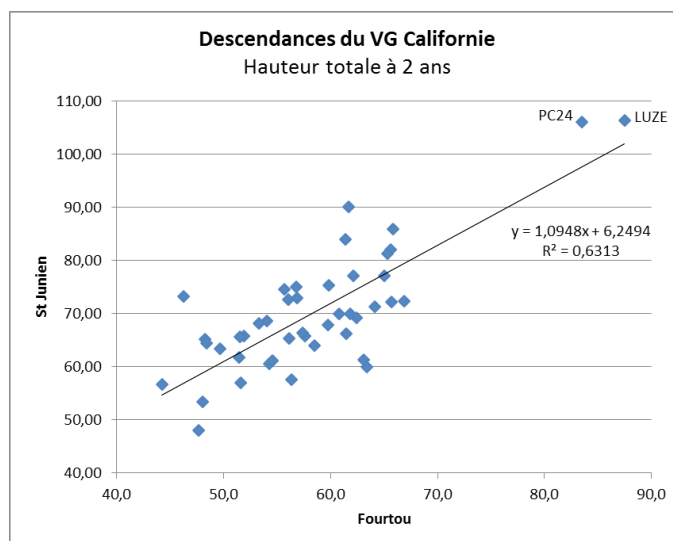
Hauteur totale 2012 : après deux ans de plantation, la hauteur totale moyenne des plants à Fourtou est de 60 cm. La Figure ci-dessous montre, comme à Saint Junien, qu'à Fourtou, peu de familles ont une vigueur comparable aux témoins : hauteur moyenne des témoins 80 cm; hauteur moyenne des familles du VG Californie 57 cm (extrêmes 40 – 84 cm).

Hauteur totale moyenne des familles du VG Californie et des quatre provenances témoins

Ces résultats très juvéniles nécessiteront une confirmation à courte terme, mais ils confirment, au niveau famille, la tendance déjà observée dans les tests comparatifs des lots moyens de vergers, que les MFR issus du verger Californie.VG ont un niveau de vigueur faible qui les distingue nettement des autres vergers de Douglas français.

Stabilité inter-sites pour la hauteur totale 2012

La figure ci-dessous présente la hauteur totale 2012 moyenne des 44 génotypes (42 familles et 2 provenances témoins) communs aux deux sites de test.



Hauteur totale 2012 des génotypes communs aux sites de Fourtou et St Junien la Bregère

Le coefficient de corrélation intersites entre moyennes de génotypes est de 0,80. Si l'on enlève les deux provenances témoins qui "tirent" vers le haut cette corrélation, le coefficient de corrélation intersites entre moyennes de familles des clones du VG Californien reste élevé (0,61), indiquant une assez bonne stabilité du classement entre deux sites situés dans des zones bioclimatiques assez contrastées.

MELEZES

1- Performances de variétés hybrides

1.1. Hybrides F1 (Irstea)

Site (dépt)	type dispo (nb individus à la plantation)	altitude	année de plantation	année de 1 ^{ère} éclaircie	provenances évaluées
La Courtine (23)	4 blocs x 64 plants/variété (à la plantation)	800 m	P1995	P2005	FH201, Halle, FP237, Vaals, Esbeek, Maglehem, ME Sudètes Ruda, VG Theil, MJ Hokkaïdo
Arleuf (58)		750 m	P1996	P2007	FH201, FP237, Maglehem, NT20, VG ME Theil, MJ Hokkaïdo
Guiscriff (56)	3 blocs x 100 plants/variété (à la plantation)	170 m	P2001	2009-10	FH201 Barres, FH201 Lavercantière, Rêve vert, Fichtelberg, Vaals, Esbeek, NT23, Ciergnon, VG ME Theil

Les mesures du dispositif d'Arleuf ont été réalisées mi-décembre 2013 (survie, circonférence, flexuosité du tronc, courbure basale) et les arbres devant être éliminés ont été désignés, en concertation avec le gestionnaire ONF qui était présent. Cette 2^{ème} éclaircie est sélective, avec un taux de prélèvement de 38% (abattage de 11-12 individus par parcelle unitaire). Irstea a insisté sur le fait que l'exploitant devait respecter strictement le marquage d'éclaircie.

A La Courtine, les mesures destinées à avoir un état des lieux juste avant éclaircie n'ont pas pu être réalisées car l'ONF a procédé de son propre chef à l'éclaircie sans consulter Irstea. Cette 2^{ème} éclaircie a été réalisée en août 2013, pour partie systématique (élimination d'une ligne sur quatre) et pour partie sélective. Un relevé des arbres en place, assorti de mesures, a été effectué en mai 2014.

Irstea s'est entendu avec le propriétaire du dispositif de Guiscriff pour une intervention à l'intersaison 2014/15. Il s'agira de là aussi de la seconde éclaircie.

1.2. Hybrides F2 : verger à graines d'hybridation F1/F2 de Carnoët (INRA)

L'objectif est d'évaluer la valeur moyenne de ce nouveau verger de mélèze hybride de Carnoët et ses composantes clonales pour les principaux caractères d'intérêt (croissance, architecture, propriétés du bois et caractères adaptatifs).

Le verger de Carnoët est un petit verger brouillon, installé par l'INRA et l'ONF et situé en Forêt Domaniale de Carnoët, composé de 54 clones de mélèze hybride de 1ère génération, non apparentés, sélectionnés pour leur vigueur. Il est le parallèle d'un autre verger du même type, situé à Nogent-sur-Vernisson, mais constitués de clones hybrides de 1ère génération, demi-frères. Ce dernier est déjà en cours d'évaluation depuis 2005.

Ces vergers de 2ème génération (production de variétés hybrides de 2ème génération) visent à résoudre les problèmes liés à la production d'hybrides de 1ère génération (taux variable et souvent faible d'hybrides en croisement libre, coût de production par supplémentation pollinique). Ils intéressent à ce titre fortement la filière graines et plants, et permettront si les résultats sont concluants de réduire significativement le prix des plants de mélèze hybride.

Des résultats préliminaires issus d'un plan de croisements F1/F2 montrent des résultats encourageants si le niveau d'apparement entre parents F1 reste faible.

Matériel en test

35 lots (descendances open) récoltés en 2009 dans le verger à graines de Carnoët. En plus de ces lots, différents témoins de mélèze d'Europe, du Japon, hybrides de 1ère et 2ème générations ont été utilisés. Le matériel a été semé en 2011P à la Pépinière de l'INRA à Orléans et repiqué à la Pépinière administrative de Peyrat-Le-Château.

Au matériel élevé à la pépinière de Peyrat ont été ajoutés à la plantation:

- plants bulk de la variété hybride sélectionnée par l'INRA : REVE-VERT (bouturage 2011), production Pépinière de Peyrat
- plants 1+1 (30-50): (Theil (1100), Lavercantière (150), Vitkov (150) + Japon (origine à préciser) (150)) , production Pépinière du Haut-Forez

Dispositifs en forêt

Deux sites ont été retenus pour l'implantation des dispositifs : Normandie (Carrouges) et Ardennes (Fumay). La plantation a eu lieu fin de l'hiver 2012-2013 en même temps qu'un autre dispositif de mélèze hybride (polycross).

Caractéristiques des dispositifs : blocs aléatoires incomplets pour tous les dispositifs avec :

Coord.géographiques Altitude Plantation	Normandie (Carrouges-61)		Ardennes (Fumay-08)	
	N48°33'59"/O0°10'53" 275m Mars 2013		N49°57' / E04°37' 362m Avril 2013	
	Polycross	Carnoët	Polycross	Carnoët
	3.3010.18.01	3.3011.17.01	3.3010.18.02	3.3011.17.02
Nbre géotypes	51	43	36	38
Nbre de blocs	48	52	35	44
Type pu	1 (monoarbre)	1	1	1
Nbre pu/bloc	29-30	34-35	24-25	24-25
Nbre total plants dispositif	1430	1800	868	1099
Cloisonnement (Theil)	250	350	-	-
Bordures	392	-	-	
Ecartement	3 x 3 m		3 x 3 m	
Autre : démonstration (REVE-VERT)	100		Reste (+/-200 plants ?)	

2- Identification spécifique par spectrométrie infra-rouge (INRA)

Les premiers essais d'identification spécifique par spectrométrie infrarouge sur aiguilles s'étant révélés potentiellement intéressants bien que réalisés tardivement sur aiguilles sénescents, un nouvel essai a été réalisé en 2012 sur un plus grand nombre d'individus d'origines variées de mélèze d'Europe, du Japon et hybrides et à un stade plus précoce (juillet). Les aiguilles ont été récoltées et conditionnées (lyophilisation et broyage). Les spectres ont été acquis mais les résultats sont toujours en cours d'analyse. Ils seront présentés dans un prochain rapport.

PIN LARICIO

1- Analyses des dispositifs de comparaison Irtea

MESURES ET ANALYSES DE LAMOTTE BEUVRON (IRSTEA)

Bien que ce dispositif ait été installé en 1994 et jamais éclairci nous avons pu procéder à une dernière série de mesures en raison de la faible croissance de ce dispositif planté sur une station très pauvre représentative des sols de Sologne. Les mesures de circonférence sur l'ensemble du dispositif et de hauteur sur une partie des arbres ont été réalisées dans l'intersaison 2013/2014.

Provenances testées et mesures

1	Centre 04
2	Vergers Sologne Vayrières
3	La Rebutinière
4	Vergers 201
5	Vergers 203
6	Vergers élite

Circonférence à 1,30 m de tous les individus vivants et non regarnis. Etat sanitaire : principalement mort ou vivant. Hauteur sur un échantillon d'arbres par PU (4 arbres représentatifs de 4 classes de circonférences). Observations : quelques arbres blessés

Résultats préliminaires

Les données recueillies seront analysées statistiquement et en détail en 2014. Toutefois un premier examen des circonférences et des hauteurs moyennes après 20 saisons de végétation indiquent les moyennes présentées dans les tableaux ci-dessous avec également les taux cumulés de mortalité depuis l'installation.

Mortalité

PROV	Vivants	Morts	Taux mortalité
Centre 04	64	16	20%
Vergers Sologne Vayrières	70	10	12.5%
La Rebutinière	58	22	27.5%
Vergers 201	73	7	9.6%
Vergers 203	66	14	17.5%
Vergers élite	65	15	18.75%
Total	396	84	17.5%

La mortalité globale augmente un peu (+1,5 points ou 7 individus en plus) et passe ainsi de 16 à 17.5 %. Cette nouvelle mortalité concerne essentiellement des arbres dominés. La provenance « 3 » Rébutinière se distingue par un taux élevé de mortalité de 27.5% en dépit de l'origine locale Sologne de ce peuplement classé.

Circonférences moyennes par provenance et bloc

Moyenne de Circ. 2013	BLOC					
PROV	1	2	3	4	5	Moyenne essai
Centre 04	50.2	49.2	48.2	56.7	54.0	51.9
Verger Sologne Vayrières	53.1	52.6	57.0	56.8	55.9	55.0
La Rebutinière	51.8	51.7	53.1	53.1	49.7	51.9
Verger 201	58.4	50.6	58.9	48.6	54.2	54.2
Verger 203	57.5	56.9	45.1	51.7	56.8	53.4
Verger élite	59.0	53.6	50.5	59.2	59.2	56.5
Total	55.0	52.5	52.3	54.3	55.2	53.9

La variété élite reste la provenance la plus vigoureuse en circonférence dans tous les blocs à l'exception du bloc 3. Ce bloc est aussi le plus hétérogène et semble avoir été installé sur une partie du terrain moins favorable. Les variétés issues des vergers demeurent globalement les provenances les plus performantes. Ce classement doit toutefois être mis en perspective de la croissance globale modeste de cet essai avec un diamètre moyen à 1.3 m de moins de 18 cm après 20 saisons de croissance.

Hauteurs moyennes 2013 en cm par provenance et bloc (échantillon de 4 arbres par PU)

	BLOC					
Provenance	1	2	3	4	5	Essai
Centre 04	1062	1168	1182	1200	1230	1168
Verger Sologne Vayrières	1259	1296	1337	1275	1364	1303
La Rebutinière	1227	1288	1212	1332	1142	1240
Verger 201	1279	1207	1280	1221	1279	1253
Verger 203	1284	1274	1200	1278	1382	1284
Verger élite	1313	1288	1091	1288	1405	1277
Total	1237	1253	1217	1265	1297	1254

Le constat est le même pour les hauteurs que pour les circonférences, les variétés issues de vergers sont les plus croissantes.

Conclusion

Cet essai sera prochainement clôturé, cette parcelle pourra en conséquence retourner en gestion courante et d'après la hauteur dominante de 13.5 m mesurée en 2013/2014, il pourrait faire l'objet d'une éclaircie dans 2 à 3 ans. Les guides de sylviculture du pin laricio conseillent en effet une intervention autour de 15 m de hauteur dominante.

MESURES ET ANALYSES DE SAINTE MONTAINE (IRSTEA)

Le dispositif

Ce dispositif installé en 2003 est de type mono-arbre, chaque placette ou bloc de 6 plants est constitué d'une séquence aléatoire d'un plant de chacune des 6 modalités. Cette disposition a pour finalité de réduire les effets stationnels qui étaient d'ailleurs très présents sur cet essai. Cette configuration limite toutefois dans le temps les possibilités de suivi expérimental d'un tel essai avec l'entrée en concurrence des arbres et la quasi impossibilité de réaliser une éclaircie qui respecterait une distribution homogène des origines sur la parcelle.

Modalités	Nb de plants/bloc	Origine des provenances
211	167	Corse origine « Corse ». Verger Haute Serre 211 (récolte 2001/2002)
202	170	Corse origine « Centre ». Verger de Lavercantière 202
204	167	Corse origine « Centre ». Verger de Lavercantière 204
SIVE	168	Calabre. Verger 250 Les Barres Sivens
BOUT	168	Calabre. Verger Inra Les Barres Bout
TRENT	168	Calabre. Italie peuplement massif forestier de Trentacoste

		(témoin)
Total	1008	

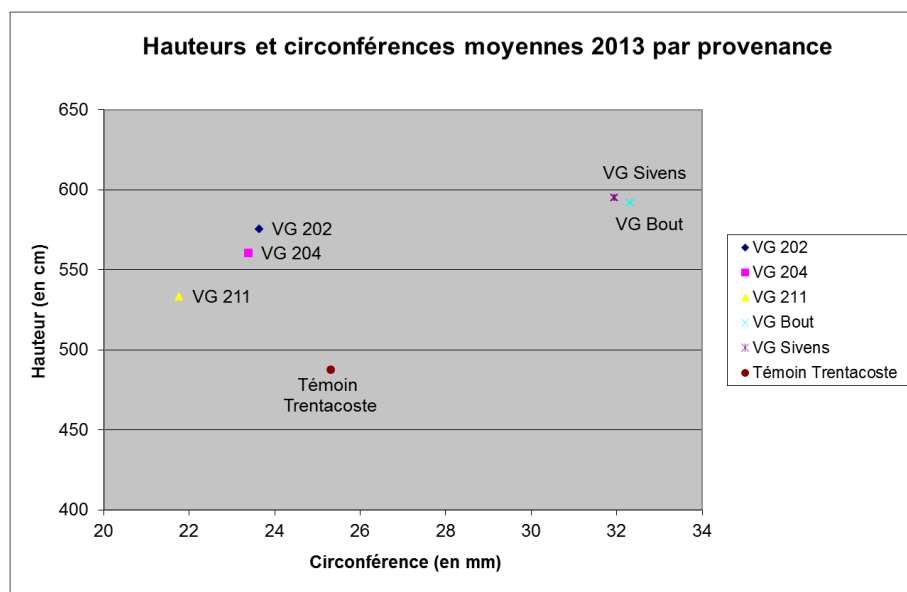
Une mesure de hauteur totale ainsi que de la circonférence ont été réalisées dans l'intersaison 2013/2014 ainsi qu'un relevé de mortalité et d'arbres blessés. A noter le taux très important d'arbres blessés essentiellement par le gibier très présent dans cet essai qui a depuis son installation subi régulièrement des frotis.

Résultats

Les analyses statistiques détaillées seront réalisées en 2014, toutefois afin de donner un aperçu des performances des différentes origines des moyennes ont été calculées et présentées ci-dessous.

Circonférences et hauteurs 2013

Provenance	Circonférence	Hauteur	Acc. 2009/2013
VG 202	23,6	575,4	254,4
VG 204	23,4	560,3	249,0
VG 211	21,8	533,3	234,3
VG Bout	32,3	591,6	274,1
VG Sivens	32,0	594,8	277,4
Témoin Trentacoste	25,3	487,5	224,3



Globalement ce sont les origines de vergers de Calabre qui se comportent le mieux dans cet essai avec en particulier des circonférences très supérieures aux origines corses de verger ainsi qu'au témoin Calabre « Trentacoste ». Le matériel amélioré de laricio de Calabre semble donc tirer profit de cette station pauvre très caractéristique des sols de Sologne.

Mortalité et blessures

Provenance	% blessés	% morts
202 VG	10,2%	45,5%
204 VG	10,6%	35,9%
211 Vg	9,0%	35,9%
Bout VG	1,8%	26,2%
Sivens VG	1,8%	20,8%
Trentacost	1,8%	21,4%

e		
Global essai	5,9%	31,0%

Les taux d'arbres blessés et morts sont sensiblement plus élevés pour les origines Corses, le cumul des deux catégories élimine pour le verger 202 55% des arbres installés. A contrario les origines Calabraises ont un taux de mortalité sensiblement inférieurs et sont également moins sujettes aux attaques de gibier, l'origine Sivens verger se distingue avec le taux cumulé le plus bas de cet essai, soit un peu moins de 23% d'arbres morts ou blessés.

Conclusion

Les origines Calabre VG de Bout et de Sivens présentent la meilleure croissance en hauteur ainsi qu'en circonférence, leur mortalité après 11 années de végétation est sensiblement inférieure aux autres origines (en particulier Corses), enfin ces origines présentent avec le témoin Calabre Trentacoste le taux le plus faible d'arbres blessés. Compte tenu de la très forte mortalité de certaines origines, la poursuite d'attaques de gibier ainsi qu'une présence très importante de semis naturels de pins très vigoureux Irstea étudiera, à l'issue des analyses statistiques, si la poursuite de mesures dans ce dispositif demeure pertinente ou si ce dernier doit être à très court terme abandonné et remis en gestion simple.

MESURES ET ANALYSES DE « ENCLOS DES PINS » AU DOMAINE DES BARRES (IRSTEA, PL 03.1)

Les travaux prévus de nettoyage de ce dispositif mixte de démonstration et d'évaluation ont été réalisés au printemps 2013, ils comportaient le broyage de la végétation présente sur les allées de circulation, le broyage des lignes de la partie démonstration ainsi que l'élimination manuelle des semis naturels. Les données recueillies de mesures de hauteur (2012 et 2013) et de circonférence 2013 ont été analysées. Il ressort en termes de hauteur une supériorité nette des origines vergers de laricio de Corse comparativement aux origines Calabre. S'agissant de la circonférence la tendance inverse est observée avec un net avantage aux deux provenances vergers de laricios de Calabre. L'origine Trentacoste de l'aire naturelle Calabraise est en retrait marqué sur l'ensemble de caractères observés. Les rapports H/D des six origines montrent une ségrégation très significative des origines Calabre versus Corse, avec des valeurs respectives de 16 et 19. Pour terminer, une tentative d'évaluation du volume de biomasse du tronc a été réalisée et démontre un très bon classement des deux vergers « Calabre » suivis du verger 202 de laricio de Corse « Centre ».

Dispositif

Six provenances comparées, pins laricios de Corse avec les vergers 202, 204 (Centre) et 211 (Ile de beauté) ainsi que les vergers de laricios de Calabre « les Barres » et « Sivens » et la provenance Trentacoste de l'aire naturelle pin laricio de Calabre. Provenances respectivement codées 202, 204, 211, b, s et t. Le dispositif installé en mars 2010 est composé de deux parties, la première de démonstration compte deux répétitions de parcelles unitaires de 32 plants et la seconde d'évaluation agronomique compte 131 répétitions de séquences mono-arbre des six provenances.

Un entretien a été réalisé en 2013 dans cet essai, intervention mécanique avec le broyage des andains de la partie évaluation et de toutes les lignes dans la partie démonstration. Les semis naturels de pins laricios présents en particulier en partie est du dispositif ont été éliminés manuellement afin de ne pas induire de confusion et de concurrence avec les matériels évalués.

Nous avons fin 2013 mesuré les hauteurs 2012 et 2013 ainsi que la circonférence 2013.

Résultats, partie « Test de démonstration »

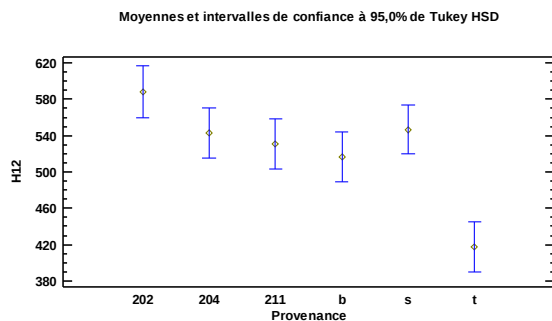
Les hauteurs

Tests des étendues multiples pour Hauteur 2012 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	56	417,263	13,6969	X

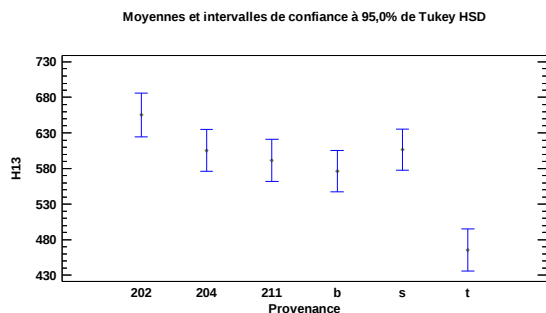
b	62	516,643	13,4174	X
211	57	530,543	13,6472	X
204	58	543,279	13,594	X
s	63	546,545	13,3756	X
202	55	588,251	14,1652	X



Tests des étendues multiples pour Hauteur 2013 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	56	465,381	14,6351	X
b	62	576,356	14,3364	X
211	57	591,375	14,582	X
204	58	605,4	14,5251	X
s	63	606,869	14,2918	X
202	55	655,248	15,1355	X



Les hauteurs 2012 et 2013 sont très cohérentes et le classement des provenances demeure stable. A noter que à ce stade juvénile et sur un sol de fertilité correcte pour du pin laricio les deux vergers de laricio de Calabre ne sont pas significativement différents des vergers 204 et 211 de laricio de Corse.

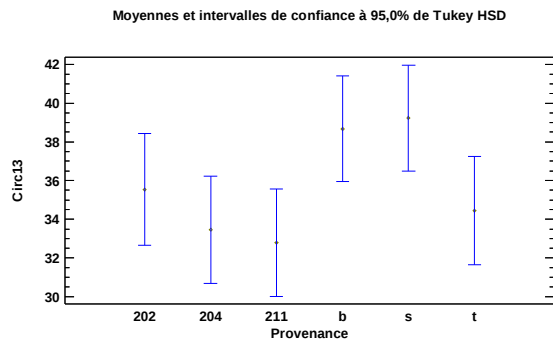
Les circonférences

Tests des étendues multiples pour Circonférence 2013 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
211	57	32,7873	1,3728	X
204	58	33,4614	1,36744	X
t	56	34,4467	1,3778	X
202	55	35,5394	1,42491	XX

b	62	38,673	1,34968	X
s	63	39,2288	1,34548	X



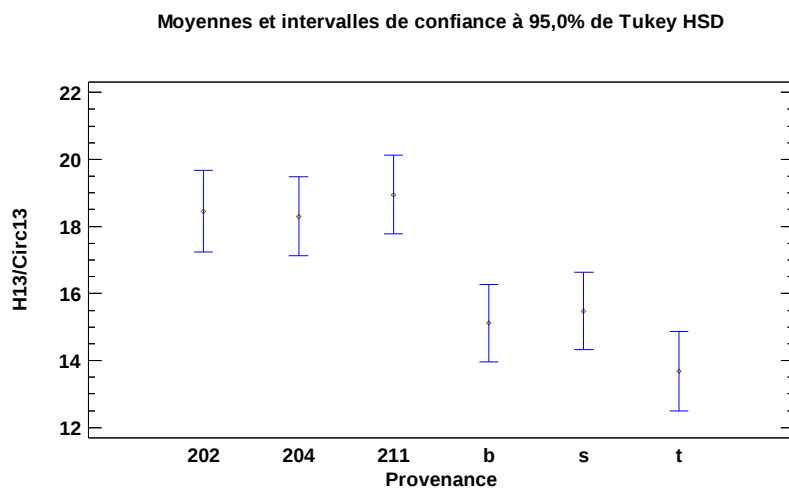
Les deux vergers Barres et Sivens se distinguent favorablement sur ce caractère circonférence, à confirmer dans les années à venir.

Rapport H/D

Tests des étendues multiples pour H13/Circ13 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	56	13,6768	0,581755	X
b	62	15,1118	0,569884	XX
s	63	15,4724	0,568109	X
204	58	18,3013	0,577384	X
202	55	18,4477	0,601647	X
211	57	18,947	0,579647	X



S'agissant du rapport H/D, la ségrégation entre les compartiments Corse et Calabre est très significative ; elle souligne très logiquement le caractère trapu des origines Calabraises.

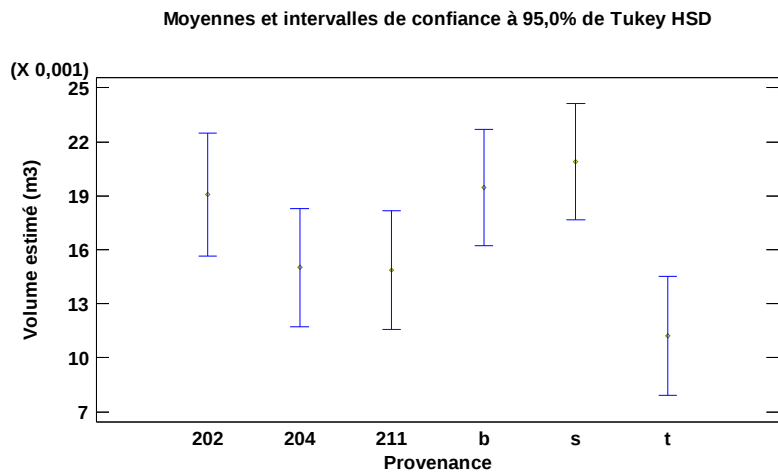
Simulation de calcul de volume de biomasse du tronc.

Nb : Arbre assimilé à un cylindre en dessous de la mesure à 1.3m et à un cône entier depuis ce même point de mesure de circonférence au sommet de la hauteur totale.

Tests des étendues multiples pour estimation volume 2013 (m3) par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	56	0,0112194	0,0016295	X
211	57	0,0148688	0,0016236	XX
204	58	0,0150145	0,00161726	XX
202	55	0,0190821	0,00168522	XX
b	62	0,0194506	0,00159625	X
s	63	0,0209023	0,00159128	X



Les deux origines Calabre issues des vergers des Barres et de Sivens font dans cette simulation jeu égal avec les origines Corses, la provenance Sivens se distingue avec un volume estimé de près de deux fois celui de la provenance Trentacoste qui demeure également en retrait de toutes les autres provenances sélectionnées.

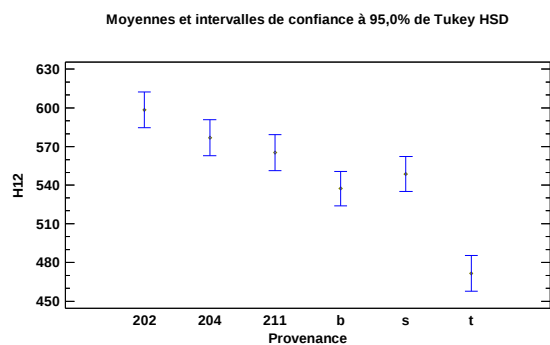
Résultats, partie « Evaluation mono-arbre »

Les hauteurs

Tests des étendues multiples pour Hauteur 2012 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

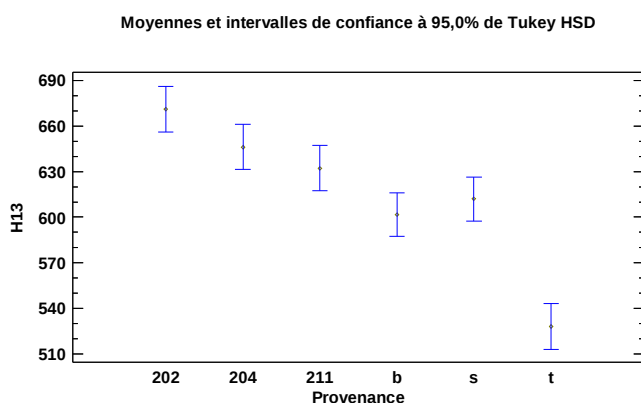
Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	102	471,711	6,89031	X
b	110	537,466	6,57825	X
s	108	548,649	6,65493	XX
211	103	565,363	6,84599	XX
204	102	576,81	6,8904	XX
202	103	598,479	6,84456	X



Tests des étendues multiples pour H13 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	102	528,191	7,40606	X
b	110	601,603	7,07065	X
s	108	611,974	7,15307	XX
211	103	632,34	7,35843	XX
204	102	646,203	7,40616	XX
202	103	671,083	7,35689	X



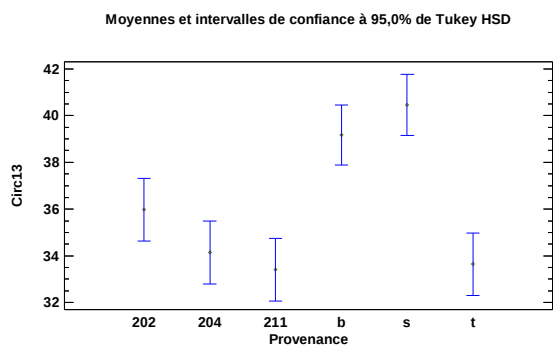
Mesures de hauteur 2012 et 2013 cohérentes, la provenance verger 202 semble confirmer sa supériorité observée également dans le dispositif démonstration. La provenance Verger Sivens semble par contre un peu en retrait des provenances Corses.

Les circonférences

Tests des étendues multiples pour Circ13 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
211	103	33,4052	0,661104	X
t	102	33,6408	0,665384	X
204	102	34,1464	0,665393	X
202	103	35,9781	0,660966	X
b	110	39,1741	0,635249	X
s	108	40,4537	0,642654	X



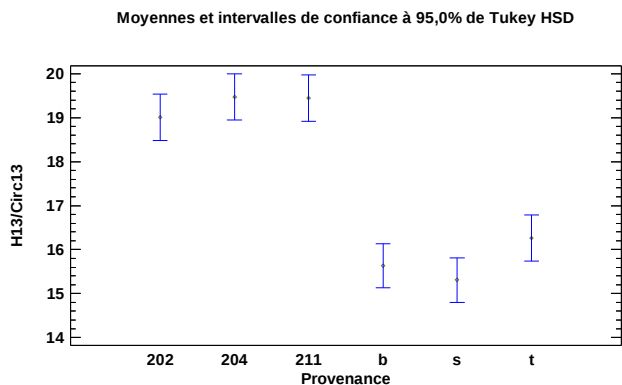
Les deux vergers Barres et Sivens se distinguent très significativement sur ce caractère circonférence, tendance identique observée dans la partie démonstration.

Rapport H/D

Tests des étendues multiples pour H13/Circ13 par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
s	108	15,3053	0,251634	X
b	110	15,6332	0,248735	XX
t	102	16,257	0,260534	XX
202	103	19,0074	0,258804	XX
211	103	19,4479	0,258858	XX
204	102	19,4718	0,260538	X



La différence entre les deux compartiments Corse et Calabre est très significative et confirme le caractère trapu des provenances Calabraises.

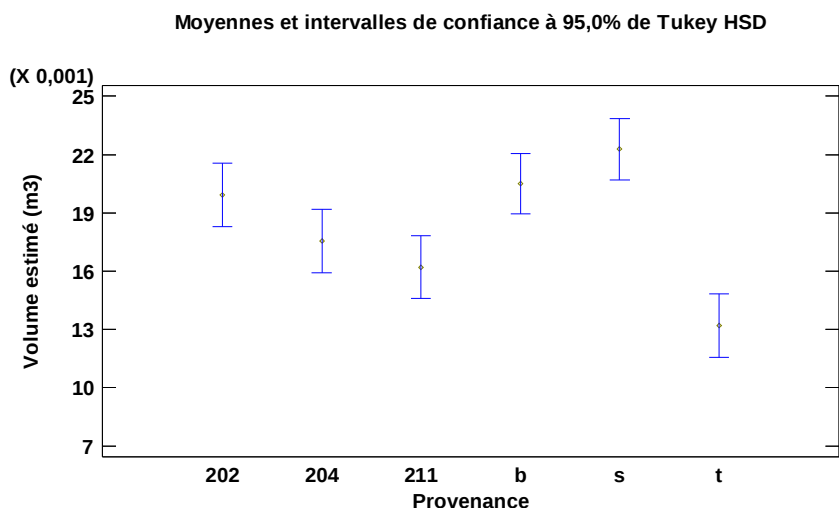
Simulation de calcul de volume de biomasse du tronc.

Nb : Arbre assimilé à un cylindre en dessous de la mesure à 1.3m et à un cône entier depuis ce même point de mesure de circonférence au sommet de la hauteur totale.

Tests des étendues multiples pour estimation volume 2013 (m3) par Provenance

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Provenance	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
t	102	0,0131904	0,000804615	X
211	103	0,0162048	0,00079944	XX
204	102	0,0175554	0,000804626	XX
202	103	0,0199253	0,000799273	XX
b	110	0,0205125	0,000768174	XX
s	108	0,0222868	0,000777129	X



Même classement et tendance que ceux observés dans la partie démonstration de cet essai avec une belle performance des deux vergers de laricio de Calabre « les Barres » et « Sivens ».

Conclusion

Les produits des vergers de Laricio de Corse dominent nettement les provenances calabraises en termes de hauteur, la tendance est par contre totalement inverse pour la circonférence des deux vergers Calabre « les Barres » et « Sivens ». Le témoin non amélioré de l'aire naturelle Calabre « Trentacoste » demeure en retrait sur les critères hauteur et circonférence et donc également très logiquement sur le volume estimé.

MESURES ET ANALYSES DU TEST 15 ORIGINES « LES BARRES » (IRSTEA, PL 04)

Les mesures de hauteur et de circonférence 2012 ont été réalisées début 2013 et ont été analysées. Nous avons également qualifié l'état sanitaire des différentes provenances en comptabilisant, sur le troisième verticille depuis le sommet de l'arbre, le nombre de pousses annuelles encore dotées d'aiguilles vivantes.

Dispositif

Essai de comparaison de provenances de pins noirs installé en 2004 sur le domaine des Barres et comportant les 15 origines citées dans le tableau ci-dessous. Essai installé sur un sol profond de type limono-argilo-

sableux profond et correctement alimenté en eau ce qui en fait une station riche pour du pin laricio. Dispositif total comportant deux blocs avec des PU de 54 plants soit 118 plants au total. Dispositif éclairci à raison d'une ligne sur deux en 2010.

Code provenance	Origine	Pinus nigra...	Nbr de plants/bloc
Orlé	Orléans		54
Mend	Mende	Austriaca	54
Kust	Bulgarie Kustendil	Austriaca	54
Barr	Les Barres VG (verger radié)	L. Calabrica	54
Treo	Trentacoste	L. Calabrica	54
Trev	Trentacoste N°123	L. Calabrica	54
Sive	Les Barres Sivens VG	L. Calabrica	54
Vezz	Vezzani	L. Corsicana	54
Marm	Marmano 3	L. Corsicana	54
Mont	Forêt de Montargis	L. Corsicana	54
Htsv	01 Corse Haute Serre (VG 211)	L. Corsicana	54
Vayr	02 Corse Centre Vayrières (VG 202 & 204)	L. Corsicana	54
Vill	Villetta Barrea	Nigricans italica	54
Bess	Bességes Gard	Salzmannii	54
Guil	St Guilhem le désert	Salzmannii	54
Total :			810

Composition du test 15 provenances de pins noirs.

Mesures de hauteur (mars 2013)

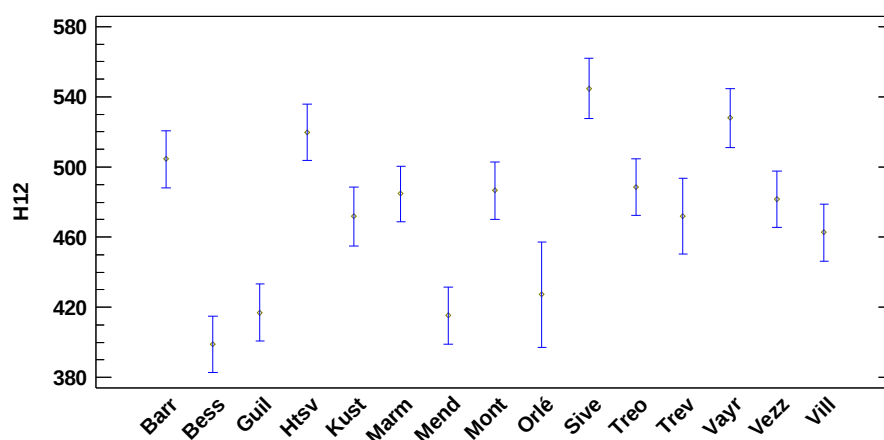
Tests des étendues multiples pour Hauteurs 2012 (cm) par Modalité

Méthode: 95,0 % Tukey HSD

Modalité	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
Bess	53	398,946	6,66239	X
Mend	51	415,292	6,79186	X
Guil	51	416,814	6,79186	X
Orlé	20	427,167	12,5212	XX
Vill	52	462,538	6,72495	XX
Kust	49	471,744	6,94077	XXX
Trev	37	471,767	8,97593	XXX
Vezz	52	481,682	6,72992	XX
Marm	53	484,62	6,66239	XX
Mont	51	486,597	6,80234	XX
Treo	52	488,596	6,72495	XXX
Barr	52	504,442	6,72495	XXX
Htsv	52	519,904	6,72495	XXX

Vayr	49	527,907	6,9292	XX
Sive	47	544,821	7,11399	X

Moyennes et intervalles de confiance à 95,0% de Tukey HSD



Les quatre vergers de pins laricio : Corse « Centre » Vayrières, Corse « Corse » de Haute Serre, Calabrais du verger de Sivens et du verger des Barres se classent parmi les meilleures provenances pour la hauteur après 8 saisons de végétation. Les résultats de la provenance « Orléans » ne peuvent être directement comparés car ses plants ont été fournis en racines nues ce qui a induit des difficultés de reprise et de croissance à l'opposé de toutes les autres provenances installées en mottes de type WM de 600 cm³.

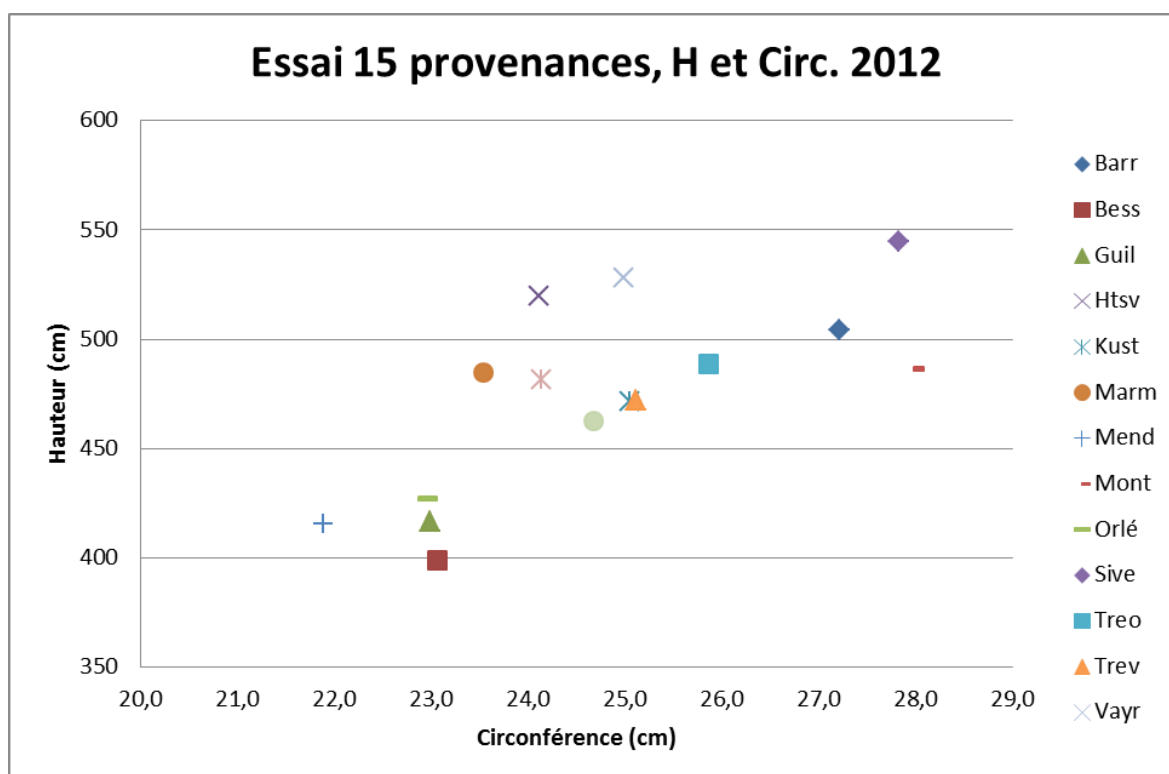
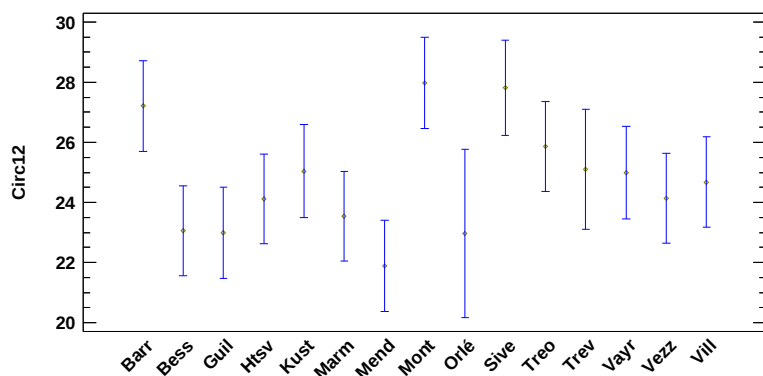
Mesures de circonférence (mars 2013)

Tests des étendues multiples pour Circonférence 2012 par modalité. Méthode: 95,0 % Tukey HSD.

Modalité	Effectif	Moyenne MC	Ecart-type MC	Groupe homogène
Mend	51	21,8823	0,630024	X
Orlé	20	22,9667	1,16148	XXX
Guil	51	22,99	0,630024	XX
Bess	53	23,0556	0,618014	XX
Marm	53	23,542	0,618014	XX
Htsv	52	24,1154	0,623817	XX
Vezz	52	24,1363	0,624279	XX
Vill	52	24,6731	0,623817	XXX
Vayr	49	24,9867	0,642764	XXX
Kust	49	25,0452	0,643837	XXX
Trev	37	25,1093	0,832622	XXXX
Treo	52	25,8654	0,623817	XXX
Barr	52	27,2115	0,623817	XX
Sive	47	27,8223	0,659905	X
Mont	51	27,9861	0,630996	X

Les circonférences mesurées après 9 saisons de croissance doivent être considérées avec précaution à cet âge, on note toutefois des différences significatives entre le groupe des provenances Mende, Salzman et Corses pour les plus faibles et le groupe des provenances Calabraises pour les circonférences les plus fortes.

Moyennes et intervalles de confiance à 95,0% de Tukey HSD



Graphique des hauteurs et circonférences 2012 (9 années de croissance)

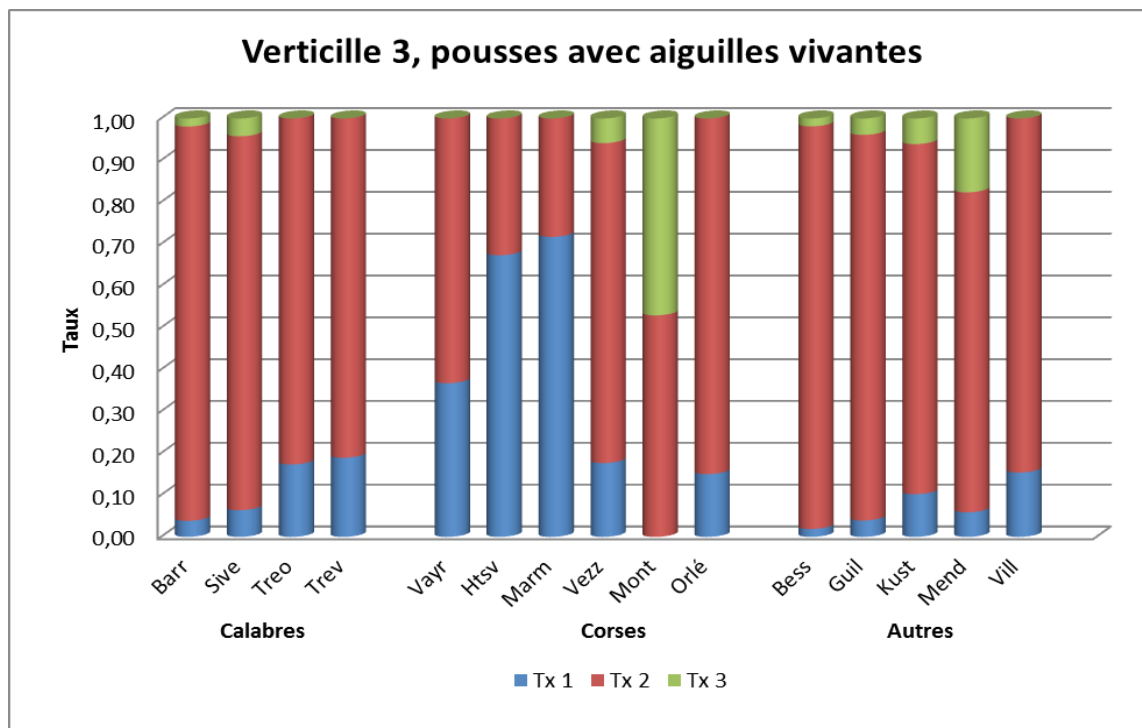
L'origine verger « Sivens », laricio de Calabre se classe en tête pour ses valeurs combinées en hauteur et en circonférence.

Etat sanitaire

Pour qualifier, objectivement, l'état de santé des différentes origines nous avons comptabilisé le nombre de pousses annuelles dotées d'aiguilles encore vivantes sur le troisième verticille en partant de la cime des arbres. Ce sont de une à trois années d'aiguilles vivantes qui ont été observées.

Résultats. Les provenances « Corse » Verger de Vayrières, verger de Haute serre et le peuplement de l'aire naturelle Marmano se distinguent par le taux élevé de verticilles ne comportant que la pousse de l'année dotée d'aiguilles vivantes. Les deux vergers « Calabre » sont au contraire essentiellement dotés de deux années d'aiguilles vivantes ainsi qu'une petite fraction d'aiguilles de trois ans. On remarquera que les profils des vergers de Calabre ne sont pas identiques à la provenance Trentacoste de l'aire naturelle. Enfin, on notera le profil très atypique de la provenance Montargis qui ne ressemble à aucune autre présente dans cet essai, qui est très différente du profil « Corse » et se singularise également par l'absence systématique de verticille ne comportant qu'une seule année d'aiguilles vivantes. Le houppier de cette origine est donc très

dense, ceci avait d'ailleurs été observé sur les arbres porte-graines du peuplement en forêt domaniale de Montargis.



Taux de verticilles dotés de 1 à 3 années (Tx1 à Tx3) de pousses avec aiguilles vivantes

Modalité	Effectif	Moyenn	Taux 1	Taux 2	Taux 3
Barr	52	1,98	0,04	0,94	0,02
Bess	53	2,00	0,02	0,96	0,02
Guil	51	2,00	0,04	0,92	0,04
Htsv	52	1,33	0,67	0,33	0,00
Kust	49	1,96	0,10	0,84	0,06
Marm	53	1,28	0,72	0,28	0,00
Mend	51	2,12	0,06	0,76	0,18
Mont	51	2,47	0,00	0,53	0,47
Orlé	20	1,86	0,15	0,85	0,00
Sive	47	1,98	0,06	0,89	0,04
Treo	52	1,83	0,17	0,83	0,00
Trev	37	1,82	0,19	0,81	0,00
Vayr	49	1,63	0,37	0,63	0,00
Vezz	51	1,88	0,18	0,76	0,06
Vill	52	1,85	0,15	0,85	0,00

Nombres moyens et taux de verticilles dotés de 1 à 3 années de pousses avec aiguilles vivantes par provenances

Conclusion

Pour le caractère hauteur ce sont les quatre vergers de pins laricios, Corse « Centre » Vayrières, Corse « Corse » de Haute Serre, Calabrais du verger de Sivens et du verger des Barres qui dominent significativement dans ce test. Pour le critère circonférence les différences sont bien moins significatives avec toutefois une tendance favorable au groupe des laricios de Calabre. Enfin, s'agissant du nombre de pousses dotées d'aiguilles vivantes on notera le comportement homogène des quatre origines Calabraises avec un taux très important de verticilles avec au moins deux années d'aiguilles vivantes ; le même comportement est observé pour les origines Salzmannii, Austriaca et Nigricans Italica. A l'opposé les deux origines Corses insulaires, verger de Haute Serre et peuplement naturel de Marmano, présentent un taux de plus de 60% de verticilles dotés d'une seule année d'aiguilles vivantes. Enfin nous noterons le

comportement unique de la provenance « Montargis », ancien peuplement classé primitivement identifié comme « Corse » et qui présente dans cet essai que des verticilles dotés de 2 ou 3 années d'aiguilles vivantes à des taux respectifs de 53% et 47%.

5- Télédétection

TEST DE PROVENANCES ET DE DEMONSTRATION « ENCLOS DES PINS » ET TEST DE COMPARAISON DE 15 PROVENANCES DE PINS NOIRS SITUES SUR LE DOMAINE DES BARRES.

Comme prévu des prises de vues ont été réalisées à l'aide d'un drone par les équipes de TETIS (Irstea Montpellier) en mode multi spectral avec le domaine visible RVB et le proche infrarouge afin de pouvoir calculer et cartographier différents index de végétation comme le classique NDVI. L'utilisation de la caméra thermique portée par le drone s'est par contre révélée d'un emploi plus contraignant avec en particulier la nécessité d'installer au sol des éléments de référence de température et autres paramètres climatiques. Aussi, cette dernière mesure a été réservée à une évaluation méthodologique que nous avons appliquée au seul cas du peuplier dans notre test de mesure de sensibilité au pathogène marssonina.

Les prises de vues multi spectrales ont été réalisées en très haute résolution (1 pixel < 3cm) afin de compléter et comparer l'information captée quatre ans plus tôt à partir d'un avion en mode haute résolution. Deux séries de prises de vues ont été réalisées à des stades phénologiques différents, le 25 juin et fin août. La prise de vues à très haute résolution induit un nombre élevé de clichés partiels pour un dispositif qui seront assemblés et analysés en 2014. L'objectif est de rechercher une relation entre les mesures et observations réalisées au sol et les indices de végétation issus de la télédétection. Un objectif secondaire est également de contribuer à l'identification d'origines à identification incertaine comme « Montargis » et « Orléans », ces origines présentent en effet un phénotype atypique et ont été associées en 2009 au groupe des Laricio de Calabre par leur indice de végétation capté par télédétection ainsi que par le nombre moyen de feuilles cotylédonaires pour Montargis.



Vue partielle du dispositif de comparaison de provenances « Enclos des Pins »

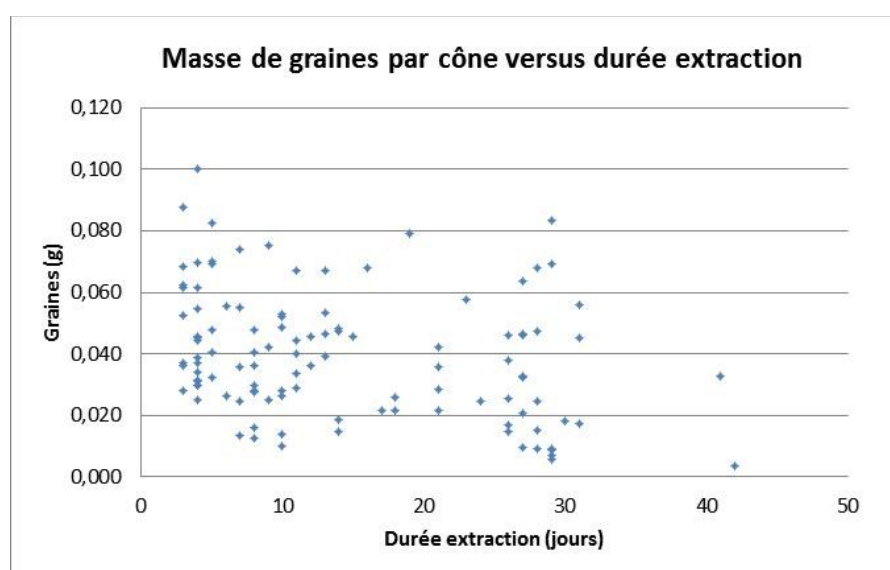
PIN SYLVESTRE

EXTRACTION ET DESCRIPTION DE LA RECOLTE COMMERCIALE 2012/2013 DU VERGER TABORZ (Irstea)

Irstea a réalisé fin 2013 l'extraction et la description de la récolte expérimentale du verger de Taborz réalisée sur l'intersaison 2012/2013. Cette récolte expérimentale représente un échantillon représentatif de la fructification 2012/2013, elle est issue de 509 ramets représentant 112 clones. Cette récolte expérimentale a

été composée, par simplification de gestion sur place, d'un échantillon des 487 ramets ayant fait l'objet d'une récolte commerciale et d'une récolte expérimentale complémentaire d'un ramet fructifère de chacun des 22 clones absents de la récolte commerciale. La récolte commerciale n'avait en effet été pratiquée que sur une moitié du verger pour satisfaire les objectifs de récolte du GIE. La récolte commerciale a mobilisé de 1 à 16 ramets pour un clone donné, pour un nombre moyen de 4.3 ramets par clone.

Les graines extraites seront en particulier utilisées pour recomposer un lot représentatif de semences de ce verger à des fins d'évaluation. Les cônes ont été entreposés en conditions de ressuyage et de séchage naturel dans les locaux de Irstea et extraits durant l'hiver 2013/2014 par ouverture en étuve réglée à une température de 45°C. Lors des travaux d'extraction les graines extraites des deux clones 316 & 616 ont été pour partie mélangées, ces deux clones ne sont donc plus individualisés et n'ont pas été intégrés aux calculs. On notera en particulier les durées très élevées d'extraction avec une durée moyenne de 14 jours et un maximum de 42 jours passés à l'étuve ; aucune relation n'apparaît entre la durée d'extraction et le rendement en graines par cône (cf. graphe rendement versus durée extraction). Il semblerait, à l'observation des cônes fermés, que des différences importantes de maturité soient la cause de telles durées d'extraction. Ces possibles différences de maturité pourraient avoir, si elles sont avérées un impact important sur la représentation clonale contenue dans les lots commerciaux. Très peu de cônes s'étaient d'ailleurs ouverts naturellement avant étuvage. Les masses de graines extraites par clone varient de 0.289g à près de 35g en raison de rendements par cône très variables (facteur de 4 à 100) et également du nombre de ramets par clone allant de 1 à 16. Le rendement moyen de graines par cône est qualifiable de faible avec un peu moins de 8 graines. Le taux de graines pleines et la faculté germinative n'ont pas été testés à ce jour, la faible quantité de graines pour certains clones (de l'ordre de 1g) ne permettra pas de toutes façons de conduire de tels tests destructifs. Les quantités de graines extraites par clone donnent un nombre efficace de 62.5 clones sur un nombre total de 110 clones pris en compte. Les graines extraites ont été conditionnées par clone afin de pouvoir être mélangées à la demande pour la constitution d'un lot expérimental représentatif aux critères propres de l'expérimentateur, elles sont actuellement conservées à Irstea Nogent.

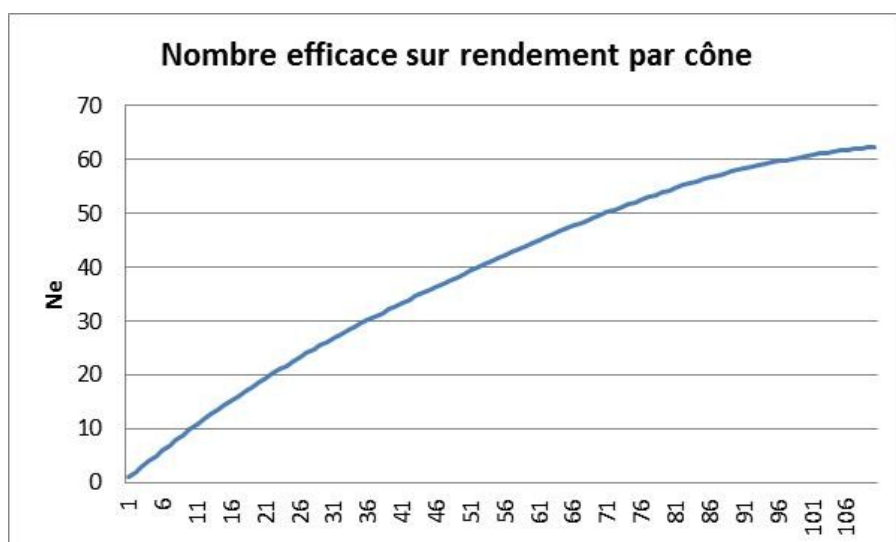


Masse de graines extraites par cône en fonction de la durée d'extraction en étuve.

Synthèse des rendements et temps d'extraction moyens :

	Extraction (jours)	Masse graines	Rdt graines/cône	Nb/graines/cône(a)
Effectif	110	110	110	110
Moyenne	14,3818	8,83225	0,0397909	7,94364
Ecart-type	10,1185	7,85769	0,0203628	4,07837
Coef. de variation	70,3565%	88,9659%	51,1745%	51,3414%
Minimum	3,0	0,289	0,004	0,7
Maximum	42,0	34,962	0,1	20,1
Etendue	39,0	34,673	0,096	19,4

(a) : Nombre de graines estimé sur la base de 200 graines par gramme.



Nombre efficace de clones sur la donnée rendement par cône.

Tableau complet des données par clone (Extraction des graines de pin sylvestre, récolte expérimentale 2012/2013 verger Taborz, (TABORZ-HTE-SERRE-VG) :

Clone	Nb. Ramets	Masse graines extraites (g)	durée extraction (jours)	Masse graines par cône (g)	Nb total graines est.	Nb graines estimé par cône
272	4	8,908	11	0,045	1782	8,9
273	5	9,503	26	0,038	1901	7,6
274	2	4,201	9	0,042	840	8,4
275	9	11,643	18	0,026	2329	5,2
276	3	7,003	13	0,047	1401	9,3
277	2	6,781	16	0,068	1356	13,6
278	4	9,503	14	0,048	1901	9,5
279	6	15,964	13	0,053	3193	10,6
280	6	8,702	11	0,029	1740	5,8
283	2	0,905	28	0,009	181	1,8
284	2	2,168	21	0,022	434	4,3
285	6	14,452	14	0,048	2890	9,6
286	6	13,788	26	0,046	2758	9,2
287	8	1,484	42	0,004	297	0,7
288	7	16,964	10	0,048	3393	9,7
290	2	2,168	17	0,022	434	4,3
291	11	29,128	10	0,053	5826	10,6
292	5	2,46	10	0,010	492	2,0
293	2	6,721	13	0,067	1344	13,4
294	2	2,961	4	0,030	592	5,9
295	16	13,644	26	0,017	2729	3,4
296	3	5,868	13	0,039	1174	7,8
297	2	2,867	21	0,029	573	5,7
301	2	6,691	11	0,067	1338	13,4
302	4	7,149	7	0,036	1430	7,1
303	4	7,724	4	0,039	1545	7,7
304	4	17,53	3	0,088	3506	17,5
308	6	30,094	4	0,100	6019	20,1
309	2	8,348	29	0,083	1670	16,7

310	7	7,514	18	0,021	1503	4,3
311	1	2,254	4	0,045	451	9,0
313	1	1,624	5	0,032	325	6,5
Clone	Nb. Ramets	Masse graines extraites (g)	durée extraction (jours)	Masse graines par cône (g)	Nb total graines est.	Nb graines estimé par cône
314	4	9,128	4	0,046	1826	9,1
319	3	3,725	7	0,025	745	5,0
321	2	4,583	15	0,046	917	9,2
323	4	7,152	21	0,036	1430	7,2
324	3	6,81	31	0,045	1362	9,1
325	8	33,041	5	0,083	6608	16,5
328	9	31,082	29	0,069	6216	13,8
329	12	28,394	28	0,047	5679	9,5
330	6	10,257	4	0,034	2051	6,8
331	2	7,409	7	0,074	1482	14,8
335	3	3,952	6	0,026	790	5,3
336	5	15,626	3	0,063	3125	12,5
337	5	6,224	4	0,025	1245	5,0
339	2	5,477	4	0,055	1095	11,0
340	4	7,454	3	0,037	1491	7,5
341	10	6,783	7	0,014	1357	2,7
342	3	4,472	4	0,030	894	6,0
343	2	4,456	4	0,045	891	8,9
345	2	6,159	3	0,062	1232	12,3
347	2	1,74	31	0,017	348	3,5
348	3	5,417	12	0,036	1083	7,2
349	2	4,575	12	0,046	915	9,2
350	2	3,16	4	0,032	632	6,3
351	3	6,021	11	0,040	1204	8,0
353	5	17,457	4	0,070	3491	14,0
354	2	4,661	27	0,047	932	9,3
355	2	3,085	4	0,031	617	6,2
358	10	8,05	8	0,016	1610	3,2
574	6	7,917	10	0,026	1583	5,3
575	3	2,182	26	0,015	436	2,9
576	3	5,554	4	0,037	1111	7,4
577	6	22,618	9	0,075	4524	15,1
580	9	21,569	5	0,048	4314	9,6
586	8	27,674	5	0,069	5535	13,8
587	11	30,609	6	0,056	6122	11,1
588	8	16,832	21	0,042	3366	8,4
589	10	34,962	5	0,070	6992	14,0
590	10	12,429	9	0,025	2486	5,0
579	5	10,141	5	0,041	2028	8,1
591	14	25,281	8	0,036	5056	7,2
593	8	7,53	14	0,019	1506	3,8
599	9	6,307	10	0,014	1261	2,8
600	2	5,22	10	0,052	1044	10,4
601	2	2,463	24	0,025	493	4,9
602	2	6,831	3	0,068	1366	13,7

604	1	0,453	29	0,009	91	1,8
605	3	3,129	27	0,021	626	4,2
606	1	1,371	8	0,027	274	5,5
609	3	2,306	28	0,015	461	3,1
611	3	4,881	27	0,033	976	6,5
612	5	4,515	30	0,018	903	3,6
Clone	Nb. Ramets	Masse graines extraites (g)	durée extraction (jours)	Masse graines par cône (g)	Nb total graines est.	Nb graines estimé par cône
613	7	11,447	27	0,033	2289	6,5
617	3	8,242	7	0,055	1648	11,0
620	3	4,927	41	0,033	985	6,6
618	3	11,87	19	0,079	2374	15,8
621	4	12,74	27	0,064	2548	12,7
623	2	5,773	23	0,058	1155	11,5
624	3	9,21	4	0,061	1842	12,3
625	6	10,849	3	0,036	2170	7,2
626	6	8,452	10	0,028	1690	5,6
627	3	1,342	29	0,009	268	1,8
630	11	13,603	28	0,025	2721	4,9
631	1	2,39	8	0,048	478	9,6
632	3	6,102	8	0,041	1220	8,1
633	5	7,062	8	0,028	1412	5,6
637	3	5,021	11	0,033	1004	6,7
639	2	5,574	31	0,056	1115	11,1
640	1	2,619	3	0,052	524	10,5
641	2	6,778	28	0,068	1356	13,6
642	2	2,808	3	0,028	562	5,6
643	2	0,976	27	0,010	195	2,0
644	4	1,409	29	0,007	282	1,4
645	1	0,289	29	0,006	58	1,2
646	6	13,823	27	0,046	2765	9,2
649	3	2,189	14	0,015	438	2,9
650	3	1,911	8	0,013	382	2,5
651	3	3,852	26	0,026	770	5,1
652	3	4,451	8	0,030	890	5,9
616	3	30,984	27	0,207	6197	41,3
316	14	24,92	24	0,036	4984	7,1

NB : Les graines des clones 316 et 616 ont été partiellement mélangées.

MERISIER

Multiplication et élevage des cultivars de merisier français à évaluer : non réalisé. Multiplication des témoins Gardeline et Monteil encore peu importante en bouturage herbacé de printemps, mais bonne en bouturage d'automne (mais cela n'impactera que la production de plants de fin 2014). Nous avons dû limiter drastiquement l'approvisionnement en témoins pour les plantations en sélection participative. De ce fait, ont été plantés à l'hiver 2013-2014 seulement deux plantations en instituts de recherche (INRA Lusignan et Université de Gembloux), et trois plantations en partenariat avec l'association Prom'haies.

Une partie des descendants des composants triploïdes du verger à graine Avessac ont atteint une dimension suffisante pour être plantés (57 ; les autres ont été repiqués à l'INRA d'Orléans) : ils ont été plantés dans la parcelle agroforestière (et son témoin forestier) de l'INRA de Lusignan, en compagnie des descendants diploïdes.

L'évaluation en pépinière de la résistance à la cylindrosporiose de 10 cultivars anglais, comparés à 3 cultivars français (pépinière d'Orléans, pépinière de Guéméné-Penfao) n'a pas été réalisée (dimensions trop faible des arbres).

FRENE

Les mesures et notations par l'INRA dans 4 plantations comparatives incluant des provenances françaises, et parfois étrangères, et pour lesquels l'identité des arbres-mères est disponible (i.e. demi-fratries connues au sein des provenances) : i) Le Tourneur et ii) Grainville-Ymauville, conformément au calendrier présenté dans la convention 2012, iii) Moulins-sur-Yèvres, en remplacement de Castillon, et iv) Devecey qui est d'ores et déjà attaqué par *Chalara* ont été faites : présence de *Chalara* et, selon les sites, des caractères de vigueur, forme et phénologie.