

Évaluation de la croissance, de la forme et de la tenue au vent de plantations de douglas issus de semis et de boutures

Jean-Yves Gautry^a, Vincent Bourlon^b, Jérôme Permingeat^a

L'amélioration des espèces forestières passe par une phase de mise en place de dispositifs expérimentaux sur le terrain afin de comparer les résultats des variétés améliorées et, si besoin est, des méthodes selon lesquelles elles ont été produites. Certaines de ces parcelles expérimentales, touchées par les tempêtes de décembre 1999, ont d'autre part, pu servir d'observatoire du comportement des plantations en place. Après une présentation des dispositifs expérimentaux concernés, les auteurs commentent ici quelques résultats de mesures de croissance, de forme et de comportement au vent de plants de Douglas.

D'une façon générale, les variétés forestières améliorées doivent répondre aux exigences des sylviculteurs et reboiseurs en matière d'adaptation, de performance, de résistance et de qualité. Pour cela, les chercheurs en charge des programmes d'amélioration et de création variétale, installent obligatoirement des tests en forêt, avant de proposer un matériel végétal éprouvé. C'est le cas notamment du douglas qui est une essence majeure du reboisement en France tant pour des raisons de productivité que de qualité du bois. Par ailleurs, des méthodes de multiplication végétative sont expérimentées depuis quelques années sur plusieurs espèces dont le douglas, dans le but de diffuser plus rapidement et plus efficacement les variétés sélectionnées. Ces techniques peuvent apporter des modifications plus ou moins durables à l'architecture des arbres produits, dont il est nécessaire d'évaluer les conséquences à long terme. On sait en effet que le bouturage induit la formation d'un système racinaire adventif, susceptible de modifier l'ancrage des arbres, mais que ce mode de propagation peut aussi engendrer des modifications de la forme des arbres (Menzies, 1986).

Dans cette optique, et au vu des observations parfois contradictoires faites après les tempêtes de fin décembre 1999, il nous est apparu intéressant et opportun d'évaluer plusieurs plantations de douglas (*Pseudotsuga menziesii*, Mirb. Franco)

réalisées avec des plants issus de boutures, et précisons-le, n'ayant pas fait l'objet d'une sélection préalable sur la tenue au vent. La présente étude s'inscrit dans le prolongement d'actions menées par l'AFOCEL depuis 1980 sur la sylviculture clonale, et par l'Inra, le Cemagref et l'Afocel regroupés au sein d'un GIS pour la mise au point d'une technique de bouturage en vrac au stade juvénile.

Après une présentation des dispositifs de l'Afocel et du Cemagref, du matériel végétal et des principales caractéristiques de l'ouragan de décembre 1999 (encadré 1, p. 58), nous donnons dans cet article quelques résultats de mesures de croissance, de forme et de comportement vis-à-vis de la tempête de différentes variétés, sans chercher nécessairement à faire le lien entre ces différents paramètres.

Ce travail donne des informations sur les potentialités qu'offre l'utilisation de matériel amélioré propagé par voie végétative.

L'enjeu pour cette espèce forestière majeure, est en effet de savoir si le mode de propagation a une incidence sur le comportement ultérieur des arbres, à savoir sur leur croissance, leur forme et leur stabilité, et donc le cas échéant, de pouvoir utiliser à terme le bouturage, comme moyen pour amplifier les gains génétiques obtenus par des hybridations contrôlées.

Contact

a. AFOCEL Centre-Ouest, Les Vaseix, 87430 Verneuil-sur-Vienne.

b. Cemagref, UR Ressources génétiques et plants forestiers, Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson.

Le cadre de l'étude

Les dispositifs expérimentaux

1. Clone : ensemble des individus génétiquement identiques, obtenus par copie végétative d'un individu unique.

2. Bulk : terme anglo-saxon signifiant le bouturage en masse (sans identification des individus) de matériel contrôlé au stade juvénile.

Les trois dispositifs expérimentaux utilisés dans cette étude sont situés en Limousin, dans le département de la Haute-Vienne, dans des zones massivement plantées en douglas, sur des sols granitiques plus ou moins dégradés (tableau 1, p. 60).

L'objectif des essais 1 et 3 est de comparer le comportement des différentes variétés à une origine témoin, au plan de la croissance et de la forme.

L'objectif de l'essai 2 est d'évaluer les performances de plants de même origine dont les systèmes aérien et racinaire étaient à la sortie de la pépinière de qualité différente (tableau 2, p. 60).

Ces essais ont été plantés manuellement à la densité de 1 100 plants à l'hectare, après un travail total du sol (Lartimache) ou uniquement sur les lignes de plantation (Bachelier II).

Le matériel végétal

Les caractéristiques du matériel végétal sont reportées dans le tableau 3 (p. 60).

L'élevage des plants issus de boutures s'est fait dans les pépinières de l'Afocel, du Cemagref et de la pépinière administrative de Peyrat-le-Château.

En ce qui concerne les clones¹ des sites 1 et 3, ceux-ci proviennent d'une sélection massale sur la vigueur opérée en pépinière à l'âge de 3 ans. Les plants sont produits à partir de boutures récoltées sur pieds-mères élevés à l'extérieur et maintenus jeunes par des tailles basses répétées 2 fois par an. L'enracinement est assuré sous atmosphère saturée en humidité à une température proche de 20 °C pendant 45 jours. Les plants sont ensuite repiqués en mottes pour produire des plants d'1 an, ou en pleine terre pour produire des plants de 2 ans.

Quant aux familles *bulk*² (présentes sur les sites 1 et 2) sélectionnées sur la vigueur, elles sont

Encadré 1

Les données météorologiques sur les tempêtes de fin décembre 1999

La situation générale

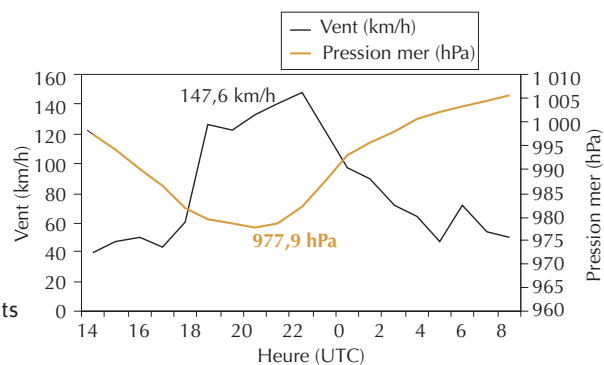
Deux ouragans ont traversé la France d'ouest en est à la fin décembre 1999 : l'un dans la nuit du 25 au 26 décembre suivant une trajectoire allant de Brest à Strasbourg, avec des vents dépassant les 120 km/h sur une largeur de 150 km, et l'autre dans la nuit du 27 au 28 décembre suivant une ligne Nantes-Romorantin-Dijon-Strasbourg, avec des vents d'égale violence.

La situation en Limousin

Le Limousin a surtout été touché par la tempête du 27 au 28 décembre, comme le montre la carte des vitesses maximales instantanées (carte 1).



◀ Carte 1 – Carte des vitesses maximales instantanées relevées lors de la tempête du 27 au 28 décembre 1999 (source Météo France, stations dont l'altitude est inférieure ou égale à 500 mètres)



▶ Figure 1 – Pression barométrique et vitesse des vents dans la nuit du 27 au 28/12/99 (source Météo France, Limoges).

élevées en conditions de croissance optimales (forçage ou semi-forçage) pour produire des pieds-mères (Ritchie, 1992). Les plants issus de boutures sont ensuite obtenus selon la méthode décrite précédemment. L'élevage se fait uniquement en pleine terre.

On peut remarquer que les sites 1 et 2 présentent une même origine (VG 24) produite à la fois en semis et en boutures. On peut considérer que ce couple semis/bouture constitue la « charnière » de cette étude.

Les résultats

Sur la croissance et la forme

Des mesures régulières de croissance depuis la plantation ont été faites sur chacun de ces tests. Elles portent sur la hauteur totale et/ou la circonférence à 1 m 30.

Des observations complémentaires sur la forme et la branchaison ont été faites sur l'essai de Bachellerie II, à l'âge de 5, ans sur un échantillon représentatif de 15 arbres de chaque variété, et à Lartimache, à l'âge de 8 ans, sur un effectif de 5 à 10 individus/clone. Elles portent sur le nombre et le diamètre des branches, la flexuosité³ et le polycyclisme⁴.

ESSAI DE BACHELLERIE II

On observe dans la figure 2 (p. 61) qu'à partir de la 4^e saison de végétation, le clone a un accroissement supérieur aux autres variétés sans que la différence soit significative avec le lot du verger à graines VG Bout. À sept ans, la différence par rapport au témoin commercial est de 1,40 m soit 28 % sur la hauteur. Sur le diamètre à 1 m 30, le classement est le même avec une différence de 31 % entre le clone et le témoin commercial (semis).

3. Flexuosité (rectitude) : caractère désignant la forme plus ou moins droite du tronc.

4. Polycyclisme : désigne la succession de plusieurs cycles de croissance en longueur à l'intérieur de la saison de végétation (en particulier présence de « pousses d'août »).

Le phénomène s'est traduit en fin de journée du 27 décembre, par une forte baisse de la pression barométrique jusqu'à une valeur très faible (978 hPa), et par des vents violents (fig. 1) dépassant les 100 km/h de 21 heures à 3 heures du matin (heures légales), soit pendant près de 6 heures (maximum observé : 148 km/h).

Les précipitations ont été importantes pendant ce phénomène (25 mm), mais surtout dans les 2 mois qui ont précédé cet épisode, puisqu'il est tombé 259 mm, soit près du 1/3 des hauteurs de précipitations annuelles. Le sol était donc gorgé d'eau au moment de la tempête.

L'ensemble des données a été fourni par MÉTÉO France et plus spécifiquement par la station de Limoges Bellegarde pour les données concernant le Limousin.

Estimation des dégâts de la tempête de décembre 1999

Les tempêtes des 25-26 et 27-28 décembre 1999 ont détruit de façon partielle ou totale de l'ordre de 3 à 4 % de la superficie forestière française, et mis à terre environ 138 millions de mètres cubes de bois, toutes essences et régions confondues.

À titre d'exemple, dans le Limousin, région particulièrement touchée, 15 % du volume de bois sur pied a été abattu par la tempête. Les observations faites sur la nature des dégâts, font ressortir d'autre part des différences entre les situations géographiques, les essences et les classes d'âges.

Espèces	Volume sur pied avant la tempête (en m ³ totaux)	Volume de dégâts estimé (en m ³)	% abattu par la tempête estimé
RÉSINEUX			
Épicéas et autres bois blancs	15 500 000	4 800 000	30,9
Pins et autres bois rouges	11 000 000	2 500 000	22,7
Douglas	10 100 000	3 200 000	22
TOTAL RÉSINEUX	36 500 000	10 500 000	28,7
FEUILLUS			
Chênes	28 700 000	2 000 000	7,0
Châtaigniers	10 800 000	1 600 000	14,8
Hêtre et autres feuillus	22 300 000	900 000	4,0
TOTAL FEUILLUS	61 800 000	4 500 000	7,2
TOTAL LIMOUSIN	98 300 000 m³	15 000 000 m³	15,2 %

► Tableau 1 – Description des dispositifs de terrain Afocel et Cemagref.

N° site	Organisme	Nom de l'essai	Région forestière	Altitude	Sol	Dispositif	Nombre de plants par traitement	Densité Plantation	Âge fin 1999
1	Afocel	Bachelierie II	Plateau limousin	480 m	Sol brun profond, limono-sableux très filtrant	3 répétitions	300 (100/p.u.)	3 x 3 m	7 ans
2	Cemagref	Eymoutiers	Plateau limousin	620 m	Sol brun sur arène granitique	4 répétitions	160 (40/p.u.)	3 x 3 m	4 ans
3	Afocel	Lartimache	Châtaigneraie limousine	415 m	Sol brun limono-sablo-argileux	Monoarbre 10 répétitions	10	3 x 3 m	15 ans

► Tableau 2 – Description des modalités dans le dispositif du Cemagref.

Numéro de modalité	Type de plant	Description des modalités
1	Semis	Témoin
2	Bouture 1-1	Bonne conformation de la tige et du système racinaire.
3	Bouture 1-2	Bonne conformation de la tige, système racinaire présentant un défaut non rédhibitoire.
4	Bouture 2-1	Tige présentant un défaut non rédhibitoire, bonne conformation du système racinaire.
5	Bouture 2-2	Tige et système racinaire présentant des défauts non rédhibitoires.

► Tableau 3 – Description du matériel végétal dans les dispositifs Afocel.

N° site	Traitements expérimentés	Matériel végétal	Âge à la plantation	Mode élevage	Origine des boutures
1	5 variétés	- boutures clone 80189 - boutures bulk 770250 - boutures bulk VG 24 - semis VG 24 - semis commercial	- boutures : 2 ans - semis : 3 ans (2 + 1)	Racines nues	- clone : pieds-mères taillés de 4 ans. - bulk : plants d'1 an forcés (VG24) et 2 ans classiques.
2	5 modalités	- semis VG 24 - boutures bulk VG 24	- boutures : 2 ans - semis : 2 ans	Racines nues	- plants d'1 an forcés (VG24)
3	83 variétés	82 clones + 1 semis	- boutures : 1 an - semis 2 ans : (2-0C)	Mottes MELFERT	- pieds-mères taillés de 2 ans

Les performances sur la hauteur obtenues avec les 2 types de plants (semis et boutures) issus du même lot de graines de VG Bout, sont rigoureusement identiques. Par contre, sur le diamètre, les boutures sont sensiblement plus fines que les plants issus de semis, sans que cette différence soit significative. Le tableau 4 met bien en évidence les différences sur la branchaison entre les 2 types de plants de la variété VG24 Bout, 5 ans après la plantation.

Les boutures sont moins polycycliques (7,1 % contre 21,6 %) et ont donc moins de branches, leur grosseur moyenne et la section cumulée à l'insertion sur la pousse annuelle sont plus faibles, (respectivement - 9,6 et - 35 %). Le clone 80189, très vigoureux, se comporte par contre comme un semis alors que les plants de la famille 770250, également issus de boutures, ont également un niveau de branchaison très faible.

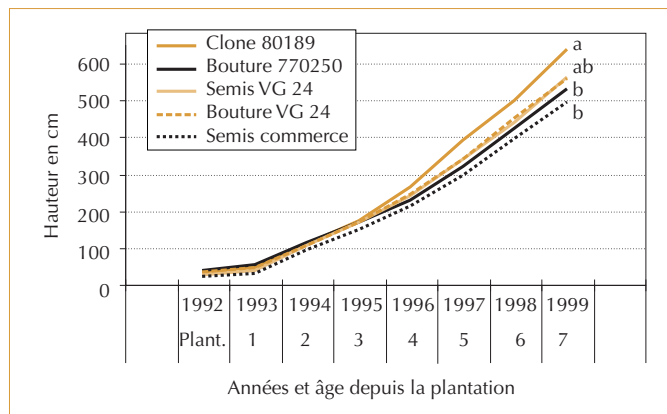
ESSAI D'EYMOUTIERS

La figure 3 (p. 62) montre l'incidence du tri à la sortie de pépinière sur la croissance ultérieure sur le terrain. Pour l'essai d'Eymoutiers, les boutures dont la tige et le système racinaire sont bien développés, ont une hauteur supérieure aux plants de qualité inférieure, 4 années après la plantation.

On observe également que les plants issus de semis ont une hauteur moyenne inférieure aux plants issus de boutures, qualités confondues. Cette différence est significative au seuil de 5 %.

ESSAI DE LARTIMACHE

La figure 4 (p. 62) illustre les différences de croissance en diamètre entre les différents clones (représentés par au moins 10 individus) et le témoin



semis. Le diamètre à 15 ans du clone 80189 est 18 % plus élevé que celui du semis (cf. 82653).

Les observations faites à 8 ans sur la forme et la branchaison montrent des différences importantes entre clones et entre clones-semis, sur le rapport hauteur/diamètre (de + 3 à + 58 %) et sur le niveau de branchaison (de - 81 à + 52 %) (tableau 5, p. 62).

Globalement les clones ont un fût plus fin et une branchaison moins développée que les semis, mais il existe des exceptions (cas du clone 80189) dont le comportement se rapproche plus d'un arbre issu de semis que d'un arbre issu de bouture.

Sur le comportement à la tempête

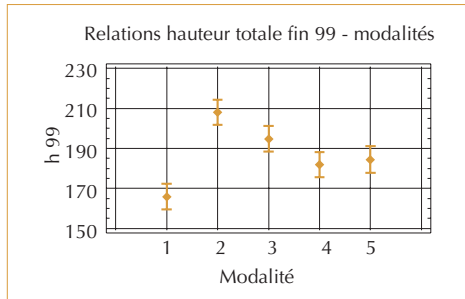
L'estimation de la « résistance à la tempête » n'était pas au préalable l'objectif de ces essais, pour lesquels ni les dispositifs, ni le matériel végétal n'avaient fait, répétons-le, l'objet d'une sélection

▲ Figure 2 – Croissance en hauteur du matériel végétal dans l'essai de Bachellerie II (source Afocel). Les lettres différentes désignent des différences significatives au seuil de 5 %.

	Clone 80189	Bulk 770250	Semis VG 24	Bulk VG 24	Semis Commerc.
Diamètres 1999 à 1,30 m (cm)	11,1a	9,5ab	10,3ab	9,7ab	8,5b
Hauteurs totales 1999 (cm)	643	537	566	564	500
Rapport Hauteur/Diamètre 1999	54,9	56,5	55,0	58,1	58,8
% avec pousses d'août 97 nettes	53,0	11,4	21,6	7,1	6,5
Nbre de branches sur la pousse 94-95	22,4	15,9	24,5	19,2	17,4
Diamètre moyen des branches de la pousse 94-95 mesuré en 97 (mm)	10,8	10,6	11,5	10,4	10,1
Section cumulée des branches de la pousse 94-95 mesurée en 97 (mm ²)	2 040	1 399	2 527	1 632	1 386

◀ Tableau 4 – Caractéristiques de croissance et de forme du matériel végétal de l'essai de Bachellerie II (source Afocel). Les lettres différentes désignent des différences significatives au seuil de 5 %.

► Figure 3 – Influence de la qualité des plants issus de boutures en sortie de pépinière sur leur hauteur à 4 ans (source CEMAGREF). Les barres horizontales désignent l'intervalle de confiance de la moyenne.



particulière. Il semblait toutefois nécessaire d'évaluer le comportement de plantations de boutures face à un phénomène météorologique d'une telle ampleur.

Les deux notations, réalisées séparément par les deux organismes et *a priori* sources de difficulté

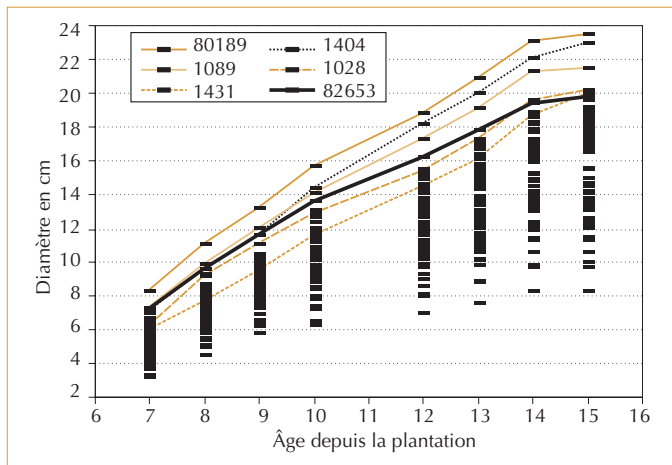
pour une synthèse, reflètent cependant bien la gradation du type de dégât (essentiellement des chablis) rencontré dans les trois plantations d'âge et de taille différents.

La notation utilisée par l'Afofel est illustrée dans la figure 5.

Les observations faites sur l'essai du Cemagref ont été notées de la façon suivante :

- Note 0 : indemne.
- Note 1 : penché.
- Note 2 : couché sans avenir.

Il n'y a pour cet essai que trois catégories, du fait que les plants étant plus jeunes et moins développés, donc plus souples, ils ont été soit penchés (redressés par la suite), soit couchés parce qu'ayant perdu leur ancrage (angle > 45°), mais non déracinés.



▲ Figure 4 – Croissance en diamètre des clones dans l'essai de Lartimache (source AFOCEL).

► Tableau 5 – Caractéristiques de croissance et de forme de quelques clones de l'essai de Lartimache (source Afofel).

		Diamètre 99 (cm)	Hauteur 92 (cm)	Rapport H/D 1992	Nb branches	Diamètre branche (mm)	Section branches (mm²)
Les 5 clones les plus vigoureux (classement sur D99)	80189	23,5 + 18 %	697 + 19 %	64,6 + 03 %	21,4 + 35 %	22,9 + 06 %	8 814 + 52 %
	1089	21,5 + 08 %	649 + 11 %	66,9 + 08 %	16,9 + 07 %	22,9 + 06 %	6 961 + 20 %
	1407	19,8 – 01 %	588 + 01 %	86,7 + 39 %	12,8 – 19 %	19,0 + 12 %	3 629 – 37 %
	1341	19,1 – 04 %	618 + 05 %	79,6 + 28 %	14,0 – 11 %	21,4 – 01 %	5 036 – 13 %
	1399	19,0 – 05 %	557 – 05 %	86,8 + 39 %	11,8 – 25 %	16,2 + 25 %	2 432 – 58 %
Témoin semis (82653)		19,9	584	62,2	15,8	21,6	5 790
Les 5 clones les moins vigoureux (classement sur D99)	81055	11,4 – 43 %	461 – 21 %	87,4 + 41 %	8,3 – 47 %	13,8 – 36 %	1 241 – 79 %
	1361	11,4 – 43 %	528 – 10 %	85,7 + 38 %	10,4 – 34 %	16,6 – 23 %	2 251 – 61 %
	80301	10,6 – 47 %	437 – 25 %	80,7 + 30 %	10,9 – 31 %	17,0 – 21 %	2 474 – 57 %
	172	9,7 – 51 %	471 – 19 %	79,6 + 28 %	10,0 – 37 %	17,3 – 20 %	2 351 – 59 %
	80090	8,3 – 58 %	441 – 24 %	98,5 + 58 %	7,0 – 56 %	14,1 – 35 %	1 093 – 81 %

Essai de Bachelierie II

On observe d'après le tableau 6 que le pourcentage moyen d'arbres indemnes après la tempête de 1999 est de 84,5 % (15,5 % de dégâts), sans que les différences observées entre variétés soient significatives. Il faut noter que le clone 80189 avec seulement 6 % de dégâts a le mieux résisté à cette tempête.

La différence entre les boutures et le semis de la variété VG 24 bout est mineure en % total de dégâts. Elle est sensiblement plus importante dans la classe des « penchés sans avenir » pour les boutures.

Il n'a pas été observé de différence significative sur le % de plants indemnes entre les trois répétitions.

	Clone 80189	Bulk 770250	Semis VG 24	Bulk VG 24	Semis Commerc.	Moyenne
% arbres déracinés	0	1,6	0,6	0,6	0,5	0,6
% d'arbres penchés sans avenir	3,8	9,4	9,9	15,0	7,3	9,1
% d'arbres penchés légèrement	2,2	5,0	7,1	6,3	8,4	5,8
% de dégâts	6,0	15,8	17,6	21,9	16,2	15,5
% arbres intacts	94,0 a	84,2 a	82,4 a	78,1 a	83,8 a	84,5

◀ Tableau 6 – Dégâts de la tempête de décembre 1999 dans l'essai de Bachelierie II (source Afocel). Les lettres différentes désignent des différences significatives au seuil de 5 %.

Dans cet essai, il n'y a pas d'effet variété, et pour ce qui nous intéresse, d'effet bouture sur la stabilité des arbres, malgré des caractères de forme sensiblement différents.

ESSAI D'EYMOUTIERS

La cartographie des dégâts de tempête (carte 2, p. 64) ne met pas en évidence un effet de la qualité des plants à la sortie de pépinière sur la stabilité en plantation. Certaines zones, plus touchées que d'autres, laissent penser que ces dégâts sont associés à des effets « couloirs » ou « tourbillons » liés au relief (terrain bombé et globalement incliné face au vent) ainsi qu'au type de végétation environnant l'essai. La photo 1 montre une parcelle d'arbres redressés après la tempête.

Par contre, la figure 6 (p. 64) montre que les arbres penchés et couchés, toutes catégories confondues, avaient une hauteur supérieure aux arbres indemnes.



▲ Photo 1 – Eymoutiers, arbres redressés après la tempête. Un gyrobroyage en plein avait été fait avant la tempête (photo Cemagref).

ESSAI DE LARTIMACHE

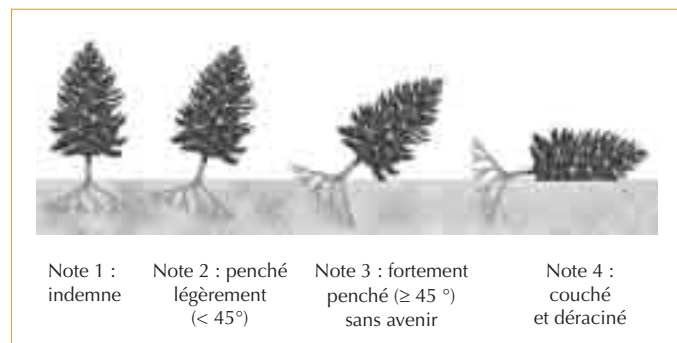
La figure 7 (p. 65) représente les pourcentages d'arbres indemnes par classe pour les 49 clones (et semis) dont l'effectif est supérieur à 10 individus (maxi 27).

Le pourcentage d'arbres indemnes après la tempête dans ce test âgé de 15 ans est de 76 %, clones et semis confondus, soit un peu moins que dans l'essai de Bachelierie II. Les dégâts se situent surtout au niveau 2 (15 % d'arbres penchés légèrement), le % d'arbres couchés et déracinés est infime (0,18 %). On observe des différences clonales. 90 % des arbres issus de semis sont indemnes.

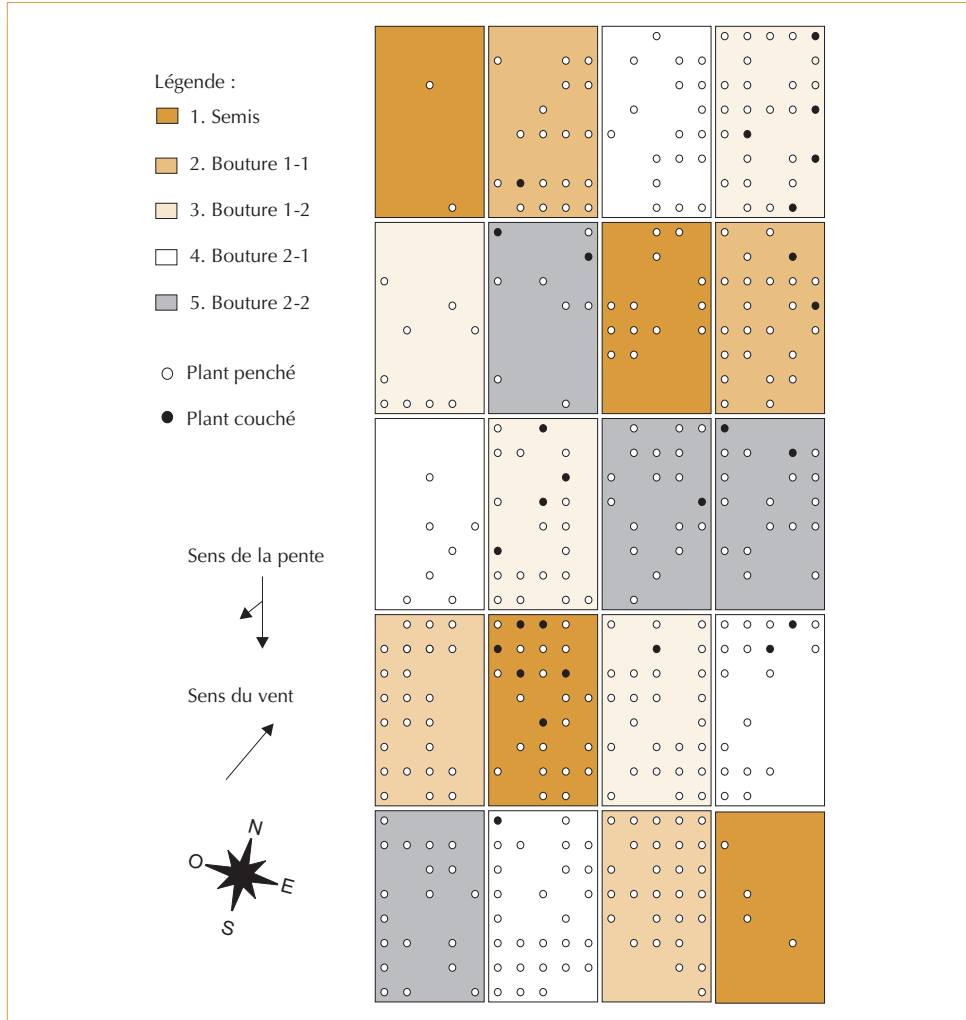
Discussion-conclusion

Les tempêtes de fin décembre 1999, par leur intensité et leur étendue, ont un caractère tout à fait exceptionnel sur le plan des dégâts aux forêts, même si au cours des vingt dernières années, des coups de vent ont pu provoquer çà et là des préjudices tout aussi importants (de Champs *et al.*, 1982).

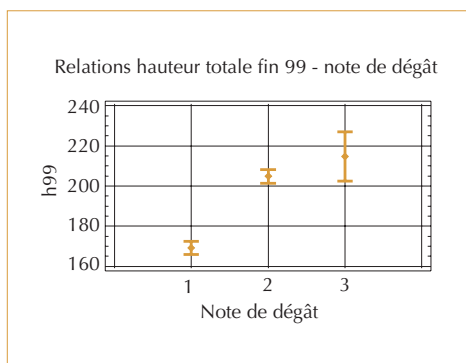
▼ Figure 5 – Échelle de notation utilisée lors de la tempête de 1999 dans les essais de l'Afocel.



► Carte 2 – Localisation des dégâts de tempête sur l'essai d'Eymoutiers (source Cemagref).



► Figure 6 – Relation entre les dégâts de tempête et la hauteur à 4 ans dans l'essai d'Eymoutiers (source Cemagref).



Toute information apportée par ces tempêtes peut donc être utile pour orienter les forestiers vers des espèces et des opérations sylvicoles moins exposées.

Dans le cas du douglas et plus spécifiquement de l'utilisation de variétés « végétatives », qu'elles soient issues de clones ou de multiplication en vrac, les résultats présentés dans cette étude montrent et confirment que les plants issus de boutures, ont une croissance au moins égale sinon supérieure aux semis, après deux ou trois années d'installation (Alazard, 1991). Cette croissance reste liée au génotype et semble être influencée, *a posteriori*,

du moins dans les premières années, par le type de système racinaire développé lors du bouturage. Sur la forme, d'une manière générale, les arbres issus de boutures ont un fût plus fin (H/D plus élevé) et une branchaison moins fournie que les plants issus de semis, mais il existe des exceptions.

Le constat fait après la tempête, établi que les dégâts observés sur ces dispositifs sont relativement faibles et qu'un effet bouture n'a pu être mis en évidence sur la stabilité des arbres. Dans un des tests, constitué d'une seule unité génétique, il est clairement montré que l'instabilité augmente avec la taille des arbres, ce qui semble logique alors que dans les deux autres comprenant plusieurs clones ou variétés, la relation entre vigueur et instabilité n'a pas été établie, suggérant ainsi un effet génétique.

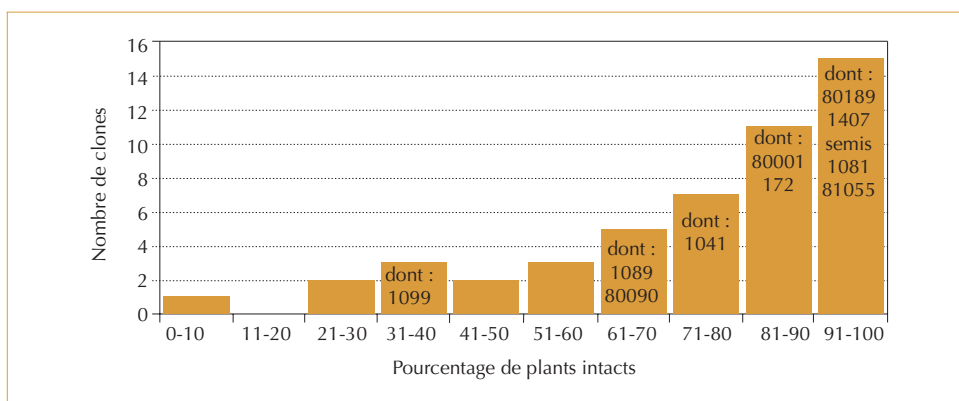
Il est aussi vraisemblable que les dégâts aux arbres, dont le système racinaire avait été noté faible en sortie de pépinière, ne soient pas plus prononcés parce que l'espèce douglas présente la particularité de régénérer son système racinaire après plantation (Permingeat, 1999), contrairement à d'autres espèces forestières comme les pins.

Ces observations doivent être objectivement nuancées car les arbres étaient relativement jeunes et offraient donc une moins grande prise au vent. À l'échelle du peuplement, le vent a pu d'autre part agir selon un ensemble de paramètres tels que topographie, direction, sol, donnant ainsi au phénomène un caractère aléatoire.

On peut d'autre part regretter que cette étude ne comporte pas d'observations de systèmes racinaires pour étayer ces hypothèses, mais des moyens supplémentaires importants en hommes et en matériels auraient été nécessaires. L'examen de l'architecture racinaire nécessite par ailleurs un échantillonnage conséquent et judicieux, pour connaître réellement l'implication des différents facteurs en cause (génétique, état du sol, qualité de la plantation...) dans le phénomène d'instabilité.

Ces observations préliminaires demanderaient donc à être confirmées par des évaluations de même nature sur un plus grand nombre de dispositifs, et approfondies notamment par l'étude de corrélations entre les diverses composantes de l'architecture aérienne (hauteur, branchaison...) et du système racinaire pour la définition d'un éventuel critère de stabilité, dont la composante peut être génétique.

Les plantations de douglas issus de clones ou de multiplication végétative en vrac sont à une échelle expérimentale. L'évaluation de leur croissance, l'étude de leur comportement naturel, mais aussi face à des phénomènes exceptionnels comme les tempêtes, et plus tard la qualité du bois, sont autant d'étapes nécessaires pour qualifier ces nouvelles sorties variétales. Même si actuellement l'intérêt économique de ces plantations n'est pas formellement démontré, des technologies nouvelles de multiplication peuvent en effet se développer, et dans ce cas, il conviendrait de tenir compte de chacun de ces critères dans les différentes étapes de sélection. □



◀ Figure 7 – Comportement à la tempête des clones de Lartimache (source Afocel).

Résumé

Trois dispositifs de comparaison de boutures et de semis de douglas, se situant dans le Limousin, ont fait l'objet d'observations à la suite de la tempête de décembre 1999. Les boutures, dont la croissance est au moins équivalente à celle des semis pour la même origine, n'ont pas été plus touchées que les semis. Les dégâts augmentent avec la hauteur des arbres pour une même origine, mais semblent varier selon le clone, indépendamment de la hauteur des plants. Les boutures ont en général un rapport H/D plus élevé que les semis et une branchaison moins développée, mais il existe des différences entre origines. Les résultats sont discutés dans la perspective d'une meilleure prise en compte de la tenue au vent des futures variétés de douglas.

Abstract

Three trials including Douglas fir cuttings and seedlings, located in Limousin, were observed just after the storm in December 1999. Damaged are not more important on cuttings than seedlings from the same origin, as mean growth is equivalent for the two materials. Damage on trees increase with height growth in the same origin, but depends on clone, independently of the height growth. Generally height growth/dbh ratio on cuttings is higher than seedlings, as branching is poorer, but differences exist between origins. Results are discussed in the future of a storm tolerance better integrated in the future Douglas-fir varieties.

Bibliographie

- ALAZARD, P., 1991, Comparaison semis / boutures chez le Pin Maritime, *Afocel Fiche Informations-Forêt*, Fasc. 408, p.89-95.
- BIDAUD, N., CAZET, M., GAUTRY, J.-Y., VERGER, M., 1992, Résultats préliminaires sur la multiplication végétative « bulk » du Douglas, *Actes du colloque AFOCEL/IUFRO*, T2, p.1-131.
- CRPF LIMOUSIN, 2000, *Estimation des volumes abattus par la tempête et premières conséquences*, document interne.
- DE CHAMPS, J., FERRON, J.-L., MICHAUD, D., SAVATIER, N., 1983, Leçons à tirer de la tempête des 6-8 novembre 1982, *Annales Afocel*, p.5-100.
- FORÊT-ENTREPRISE, 1994, L'amélioration génétique des essences forestières, *Forêt-entreprise*, n° 96, p. 2-3.
- HANNERZ, M., LINDSTRÖM, A., 1997, Root development in cuttings and seedlings of Norway spruce, *Root development and stability. Skogforsk Redogörelse*, n°7-98.
- MENZIES, M.-I., KLOMP, B.-K., 1992, *Effects of parent age on growth and form of cuttings, and comparison with seedlings*.
- OKORO, O.-O., 1989, Field trials comparing seedlings and rooted cuttings of *Pinus Caribaea* Mor. Var. hondurensis in Nigeria, *The Journal of the institute of Chartered Foresters*, volume 62.
- OTTO, H.-J., 2000, Expériences sylvicoles après des ouragans catastrophiques, regards dans le passé en Basse Saxe, *Revue Forestière LII*, p.223-237.
- PERMINGEAT, J., 1999, Conséquences des déformations racinaires provoquées lors de la plantation du Douglas en racines nues, *Afocel Fiche Informations-Forêt*, n°589.
- RITCHIE, G.-A., TANAKA, Y., DUKE, S.-D., 1992, Physiology and morphology of Douglas-fir rooted cuttings compared to seedlings and transplants, *Tree physiology*, 10, p.179-194.