



HAL
open science

Le Pin contorta en France (Pinus conforta Dougl.). Premiers résultats obtenus en plantations comparatives

J.P. Giovanini, Bernard Roman-Amat

► To cite this version:

J.P. Giovanini, Bernard Roman-Amat. Le Pin contorta en France (Pinus conforta Dougl.). Premiers résultats obtenus en plantations comparatives. *Revue forestière française*, 1986, 38 (4), pp.367-375. <10.4267/2042/25663>. <hal-03424777>

HAL Id: hal-03424777

<https://hal.science/hal-03424777v1>

Submitted on 10 Nov 2021

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.



HAL Authorization

biologie et forêt

LE PIN CONTORTA EN FRANCE (*Pinus contorta* Dougl.) PREMIERS RÉSULTATS OBTENUS EN PLANTATIONS COMPARATIVES

J.P. GIOVINI - B. ROMAN-AMAT

Le présent article est largement inspiré des résultats obtenus par J.P. Giovanini au cours du stage de 3ème année E.N.I.T.E.F. qu'il a effectué à la Station d'Amélioration des Arbres forestiers de l'Institut national de la Recherche agronomique à Orléans [4] ⁽¹⁾.

Les informations présentées sont volontairement synthétiques ; et de plus amples détails peuvent être obtenus auprès de la Station d'Amélioration des Arbres forestiers (Ardon 45160 Olivet).

Les sols siliceux chimiquement pauvres ou hydromorphes posent un délicat problème aux reboiseurs. Très schématiquement, ce problème est résolu, en France, par l'utilisation de deux essences résineuses : le Pin maritime dans l'Ouest et le Pin sylvestre ailleurs. Actuellement, on constate sur ces deux espèces de sérieux problèmes phytosanitaires. De plus, le Pin maritime montre une sensibilité certaine au froid et, par le passé, il a été utilisé de nombreuses provenances de Pin sylvestre de croissance lente et de forme défectueuse.

En Europe du Nord-Ouest et du Nord, surtout dans les Iles britanniques et en Scandinavie, des succès ont été obtenus en remplaçant le Pin sylvestre par le Pin contorta. Certaines provenances de ce dernier présentent dans ces pays une croissance juvénile rapide et un fort taux de survie qui leur permettent de dépasser nettement la production en volume du Pin sylvestre autochtone [5].

En France, encore actuellement, le Pin contorta est une espèce mal connue. Les quelques introductions dispersées qui ont été tentées depuis plus d'un demi-siècle n'ont pas donné de

(1) Les numéros entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

résultats satisfaisants. Une étude complète s'imposait donc pour connaître le potentiel que peut représenter la variabilité infraspécifique de cette espèce en France. Cette étude a été lancée par l'Institut national de la Recherche agronomique au début des années 70, et les premiers résultats en sont présentés ci-après.

AIRE NATURELLE ET SOUS-ESPÈCES (figure 1)

L'aire naturelle du Pin contorta, en anglais Lodgepole pine, couvre une vaste zone de l'Ouest de l'Amérique du Nord : 25 millions d'hectares, 3 800 km du nord au sud, 1 500 km de la côte Pacifique au Dakota. Au Canada, le Pin contorta est en contact avec l'aire naturelle de *Pinus banksiana*.

De nombreuses divisions de l'aire naturelle ont été proposées depuis la première description de l'espèce en 1838. En 1957, Critchfield [1] a proposé une partition de l'aire naturelle en 4 sous-espèces. Il utilisait pour cela la répartition géographique, et des caractères morphologiques et anatomiques. Cette classification a été confortée dans ses grandes lignes par les analyses terpéniques de Forrest en 1977 [3]. Aujourd'hui, elle est mondialement acceptée et se présente comme suit :

— **Sous-espèce contorta.** On la rencontre le long de la côte Pacifique, de la Californie à l'Alaska, sur une étroite bande du niveau de la mer à 600 m d'altitude. Elle croît dans les dunes ou les marais côtiers, sous un climat frais et humide, plus chaud au sud. Les aiguilles sont courtes et vert foncé, la cime diffuse et le tronc sinueux. La hauteur des peuplements adultes de cette sous-espèce, très influencée par la station, est généralement comprise entre 10 et 25 m.

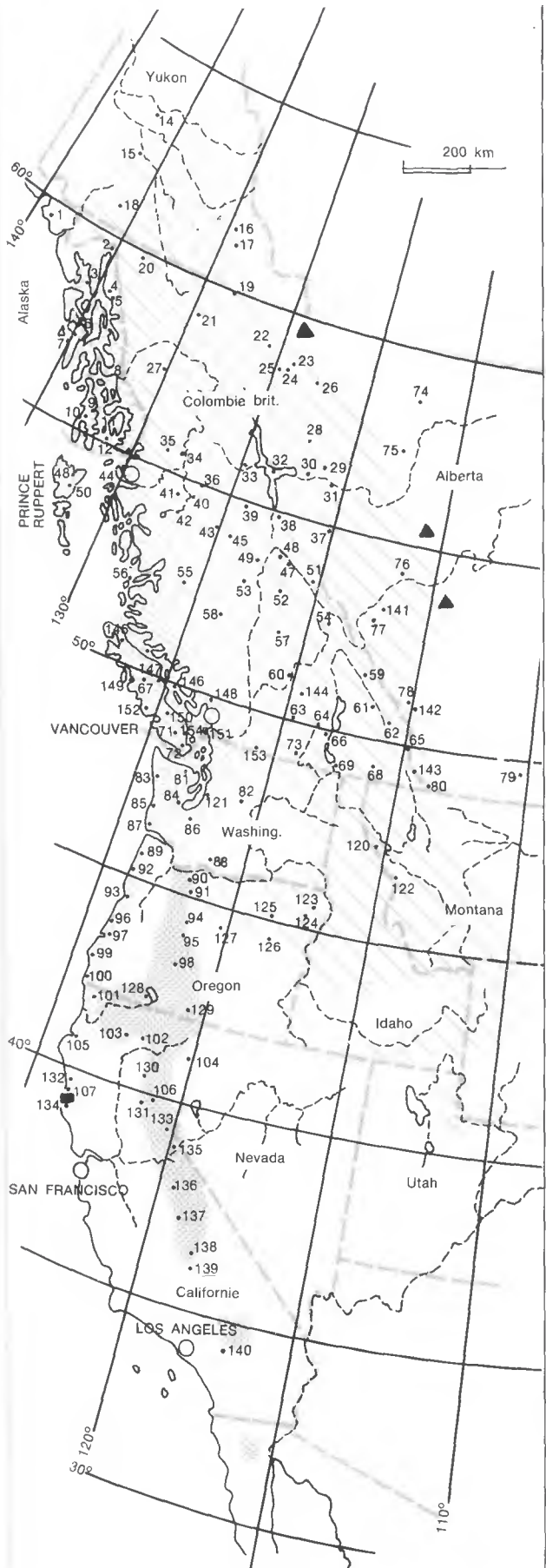
— **Sous-espèce bolanderi.** Elle possède une aire extrêmement réduite (quelques kilomètres carrés) dans la région côtière de Mendocino (Californie), sur un podzol à alios compact. Elle est caractérisée par sa forme naine, les individus adultes ne dépassant pas 1,5 m de hauteur.

— **Sous-espèce latifolia.** Son aire comprend l'ensemble des plateaux et des chaînons des Montagnes rocheuses, du Yukon au Colorado. On peut rencontrer cette sous-espèce jusqu'à plus de 3 000 m d'altitude aux U.S.A. Elle supporte un climat de type continental avec des températures extrêmes en hiver et en été. Cette sous-espèce est remarquable par son caractère d'essence pionnière dans les zones incendiées. Les aiguilles sont vert-jaune, plus longues que chez la sous-espèce contorta. Le cône est sérotineux et persistant, la cime étroite, le fût droit et élancé. Les peuplements adultes de cette sous-espèce atteignent couramment une hauteur moyenne de 40 m.

— **Sous-espèce murrayana.** C'est une sous-espèce montagnarde de la Chaîne des Cascades en Orégon et de la Sierra Nevada en Californie. Elle croît à la limite supérieure de la végétation forestière ou dans les fonds de vallons, de 600 à 2 400 m d'altitude. Les aiguilles sont plus larges que chez les autres sous-espèces. La cime est étroite, les cônes s'ouvrent à maturité. À l'âge adulte, les peuplements de cette sous-espèce ont une hauteur moyenne d'environ 30 m.

Dans les régions de contact entre sous-espèces, Critchfield admet des formes intermédiaires : Plaine de Mendocino, Chaîne des Cascades, basses vallées de la Colombie britannique et d'Alaska. Par ailleurs, une forte variabilité morphologique et écologique existe à l'intérieur des trois sous-espèces principales. L'espèce Pin contorta semble donc recéler une importante variabilité génétique, notamment en ce qui concerne l'adaptation aux conditions de milieu.

Remarque : le terme « Pin de Murray » utilisé en France pour certaines introductions anciennes peut recouvrir différentes sous-espèces et pas uniquement la sous-espèce « murrayana » au sens donné par Critchfield.

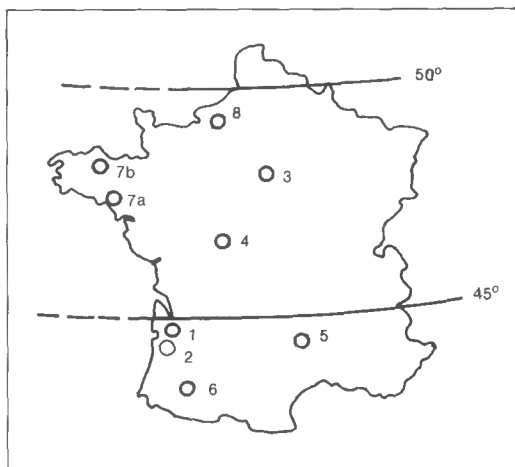


CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPÉRIENCE I.U.F.R.O. (2) DE COMPARAISON DE PROVENANCES EN FRANCE

Provenances étudiées

La récolte I.U.F.R.O. de base réalisée en 1967-69 couvrait l'ensemble de l'aire naturelle. Cependant, aucune provenance de la zone sud-intérieure de la sous-espèce latifolia n'a été utilisée dans les dispositifs français. Ces derniers incluent 143 provenances, dont 140 provenant de la collection I.U.F.R.O., deux provenances commerciales américaines et une provenance artificielle irlandaise. La localisation des 140 origines naturelles est indiquée sur la figure 1.

(2) Union internationale des Instituts de Recherchas forestières.



NOMS DES SITES :

1. La Rousset (Gironde)
2. F.D. de La Teste (Gironde)
3. F.D. d'Orléans (Loiret)
4. F. de Lancosme (Indre)
5. Col des trois Sœurs (Lozère)
6. Saint-Laurent-Bretagne (Pyr.-Atlant.)
- 7a. Bois de Larré (Morbihan)
- 7b. Bulat (Côtes-du-Nord)
8. F.D. de Roumare (Seine-Maritime)

Figure 1
LOCALISATION DES PROVENANCES I.U.F.R.O. TESTÉES (les numéros sont indiqués sans les chiffres 20 ou 2... initiaux) ET LOCALISATION DES SITES EXPÉRIMENTAUX EN FRANCE (les codes sont indiqués sans 1-510-).
 En grisé, aire naturelle du *Pinus contorta* et distribution des sous-espèces : latifolia, contorta, murrayana, bolanderi, hybridation avec *Pinus banksiana* (d'après Critchfield, 1957).

Tableau I

Caractéristiques des plantations comparatives de provenances

Code et nom du dispositif	Altitude Pluviométrie	Relief Type de sol	Date de plantation Age des plants Préparation du terrain	Surface Espacement Nombre de plants
1.510-1 Le Rousset (Gironde)	60 m 900 mm	plat sable noir	Décembre 1977 1 + 1 Rotavator	1 ha 4 × 1,10 m 1 800 plants
1.510-2 F.D. de La Teste (Gironde)	30 m 900 mm	3 à 5 % de pente vieille dune	Janvier 1978 1 + 1	0,5 ha 4 × 1,10 m 1 260 plants
1.510-3 F.D. d'Orléans (Loiret)	130 m 550 mm	plat sol sableux filtrant sable et limons sur argiles avec hydromorphie	Printemps 1978 1 + 1 charrue landaise	4 ha 3 × 1,50 m 8 640 plants
1.510-4 F. de Lancosme (Indre)	115 m 700 mm	plat sol argileux compact avec hydromorphie (sol de la Brenne)	Mars 1978 1 + 1 Labour en ados	0,7 ha 3 × 1,50 m 1 500 plants
1.510-5 Arboretum du Col des 3 Sœurs (Lozère)	1 450 m 1 000 mm	0 à 5 % de pente sol cryptopodzolique	Mai 1978 1 + 1 décapage, soussoilage	0,2 ha 1 × 2 m ou 1 × 1 m (tourbière) 756 plants
1.510-6 Saint-Laurent- Bretagne (Pyrénées-Atlantiques)	325 m 1 000 mm	plat sol argilo-limoneux	Avril 1978 1 + 1 Labour, rotavator	1,2 ha 3,5 × 2 m 1 575 plants
1.510-7 a* Bois de Larré (Morbihan)	140 m 750 mm	sommet de colline sol brun lessivé sur schistes	Mars 1978 1 + 1 Labour, rotavator, fertilisation	2 ha 3,5 × 2 m 3 600 plants
1.510-7 b* Bulat-Pestivien (Côtes-du-Nord)	250 m 1 000 mm	fond de vallon sol acide à pseudogley	Avril 1978 1 + 1 dischage, fertilisation	1 ha 3 × 2 m 1 800 plants
1.510-8 F.D. de Roumare (Seine-Maritime)	100 m 750 mm	plat sol brun calcaire (charge en silex plus ou moins forte)	Mars 1978 1 + 1	0,5 ha 3 × 2 m 810 plants

* Dispositifs suivis par l'A.F.O.C.E.L., résultats publiés par Le Cam [6].

Dispositifs expérimentaux

Ces dispositifs sont également localisés sur la figure 1. Les caractéristiques de ces expériences sont données dans le tableau I. L'implantation des dispositifs a été faite dans l'Ouest de la France à basse altitude, à l'exception du dispositif du Col des Trois Sœurs (Lozère). Tous ces sites correspondent à des stations difficiles à reboiser :

— hydromorphie : Orléans, Bulat, Lancosme, Saint-Laurent-Bretagne.

— déficit hydrique pendant la saison de végétation : La Teste, Le Rousset, Larré, Roumare.

— sol chimiquement pauvre : La Teste, Le Rousset, Orléans.

Seul le dispositif en forêt domaniale d'Orléans regroupe l'ensemble des 143 provenances. Pour les autres sites, une sélection a été faite *a priori*. Les dispositifs bretons ne contiennent pas de provenances méridionales côtières, alors que ceux de Gironde s'intéressent particulièrement à la zone côtière du Sud de l'Oregon et de la Californie. A Roumare, on rencontre surtout des provenances côtières de l'île de Vancouver à l'Oregon. Le dispositif du Col des Trois Sœurs, en altitude, ne contient que des provenances continentales ou nordiques.



Dispositif d'Orléans (1.510-3) : au premier plan, provenance 2 078 (Alberta) ; au second plan, à gauche, provenance 2 100 (côte sud de l'Oregon), à droite, provenance 2 024 (Nord de la Colombie britannique).

Photo B. ROMAN-AMAT

Dispositif
t = nombre de provenances r = nombre de répétitions b = nombre de blocs p.u. = nombre de plants par parcelle unitaires
32 provenances Blocs incomplets à composition aléatoire p.u. = 6 15 p.u. par bloc 20 blocs effectif par provenance variable
32 provenances Blocs incomplets à composition aléatoire p.u. = 6 10 p.u. par bloc 21 blocs effectif par provenance variable
143 provenances Lattice quadruple p.u. = 16 ou 12 t = 144 (1 provenance utilisée deux fois) r = 4 b = 48 ; 12 blocs par répétition 60 plants par provenance
25 provenances Lattice équilibré 5 × 5 à 3 répétitions p.u. = 20 t = 25 r = 3 b = 15 ; 5 blocs par répétition
15 provenances p.u. = 30 3 sites : Crête, col, tourbière Les provenances sont représentées dans un nombre variable de sites
25 provenances Lattice équilibré 5 × 5 à 3 répétitions p.u. = 21 t = 25 r = 3 b = 15 ; 5 blocs par répétition 63 plants par provenance
90 provenances p.u. = 10 b = 4 (blocs complets) t = 90 40 plants par provenance
90 provenances p.u. = 10 b = 2 (blocs complets) t = 90 20 plants par provenance
16 provenances p.u. = 30 plants Les provenances sont représentées sur 1 ou 2 sites

RÉSULTATS

Longueur de la première saison de végétation en pépinière

La date d'arrêt de végétation des provenances, date à laquelle 75 % des semis ont terminé leur croissance, est fortement et négativement corrélée avec la latitude d'origine pour les sous-espèces *contorta* ($r = -0,88^{**}$)⁽³⁾ et *latifolia* ($r = -0,72^{**}$). Par contre, pour la sous-espèce *murrayana*, il n'existe pas de relation significative entre l'arrêt de croissance et les variables géographiques simples (latitude, longitude, altitude). Ces résultats sont présentés sur la figure 2. On remarque que les provenances méridionales côtières ont un arrêt très tardif qui peut les rendre sensibles aux gelées automnales précoces. Toutefois, il semble qu'en forêt l'arrêt de croissance soit en moyenne plus précoce, et l'écart entre provenances plus réduit. À noter tout de même qu'au Danemark et en Écosse, Critchfield [2] cite des dégâts dus à de fortes gelées automnales sur des provenances côtières de la Californie et du Sud de l'Orégon.

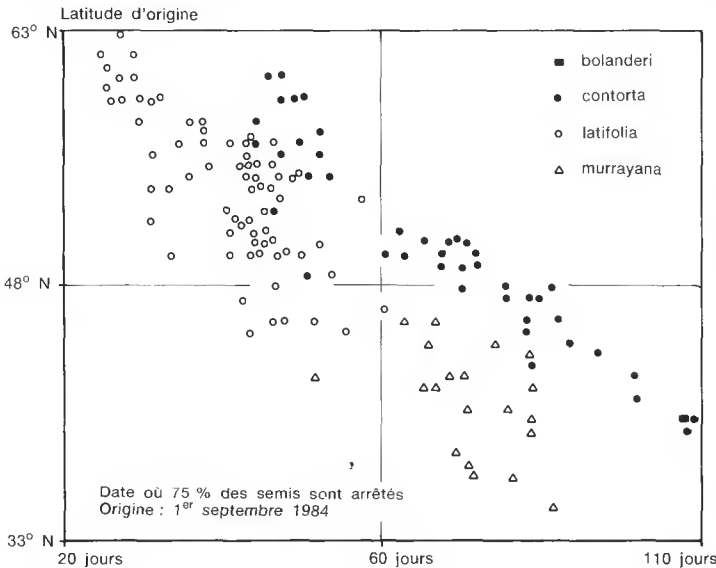


Figure 2
VARIABILITÉ DE LA DATE D'ARRÊT DE CROISSANCE DES SEMIS (pépinière d'Orléans) EN FONCTION DE LA LATITUDE D'ORIGINE DES PROVENANCES.

Survie en forêt

Après 7 ans de plantation, la survie est excellente sur l'ensemble des sites, à l'exception de La Teste. Ainsi, le taux moyen est de 88 % à Orléans. Pour les sous-espèces *latifolia* et *murrayana*, la faible survie relative est liée à une mauvaise vigueur ($r = 0,65^{**}$ entre les deux caractères sur le site d'Orléans). Les provenances ayant les plus faibles taux de survie proviennent des hautes latitudes canadiennes (Yukon) ou de la Sierra Nevada (Californie). Les provenances de la sous-espèce *contorta* ont toujours un taux de survie supérieur à 90 % à Orléans.

Dégâts du froid

Les gelées intenses de janvier 1985 n'ont pas provoqué de dégâts dans les dispositifs étudiés ici. Des essais d'exposition au froid artificiel de rameaux coupés de différentes provenances n'ont montré une variabilité de la résistance aux très basses températures que chez les provenances côtières : il semble exister un risque de dégâts aux environs de -30°C pour les provenances côtières les plus méridionales, mais la précision des essais n'a pas permis de quantifier ce risque. En tout cas, et même pour les provenances les plus sensibles, les grands froids hivernaux semblent moins à redouter que les fortes gelées automnales.

(3) Résultat significatif au seuil de 1 % indiqué par ** et de 5 % par *.

Dégâts de gibier

Le Pin contorta est une espèce particulièrement sensible aux dégâts de cerf et de chevreuil. Le dispositif situé en forêt de Lancosme, non enclos et où la densité de cervidés est élevée, a dû être abandonné, la quasi-totalité des plants étant frottés ou écorcés (remarque : le dispositif en forêt d'Orléans est clôturé).

Vigueur en forêt

Il existe des écarts très importants entre sous-espèces et entre provenances. La hauteur après 7 ans de plantation en forêt d'Orléans est indiquée sur la figure 3. Ces résultats peuvent être généralisés aux autres dispositifs. En plaine, seule la sous-espèce contorta présente une croissance juvénile satisfaisante. Pour cette sous-espèce, il existe une corrélation forte et négative entre vigueur et latitude d'origine des provenances ($r = -0,82^{**}$). La figure 4 présente cette corrélation.

Les provenances les plus performantes sont originaires de la région côtière allant de l'île de Vancouver à la Californie. On peut ajouter à ce groupe la provenance artificielle irlandaise et la provenance unique de la sous-espèce bolanderi qui semble plus vigoureuse à Orléans que dans son aire naturelle.

Remarque : A Roumare, le dispositif est inclus dans un arboretum de comparaison d'espèces. Les meilleures provenances de Pin contorta ont une croissance en hauteur plus rapide que celles de bonnes origines de Douglas, de Pin sylvestre, ou d'Abies grandis. Seules les placettes de Mélèze hybride et de Cupressocyparis leylandii ont, dans ce site, une croissance supérieure à ces provenances de Pin contorta.

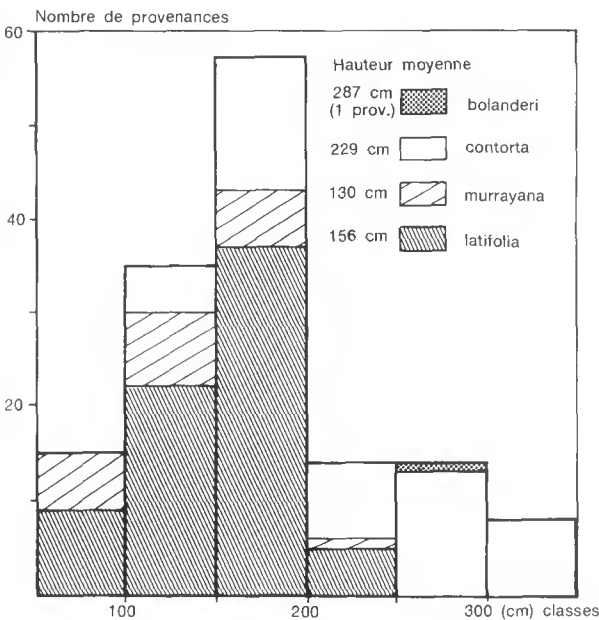


Figure 3

RÉPARTITION EN CLASSES DE LA HAUTEUR MOYENNE À 9 ANS PAR PROVENANCE À ORLÉANS.

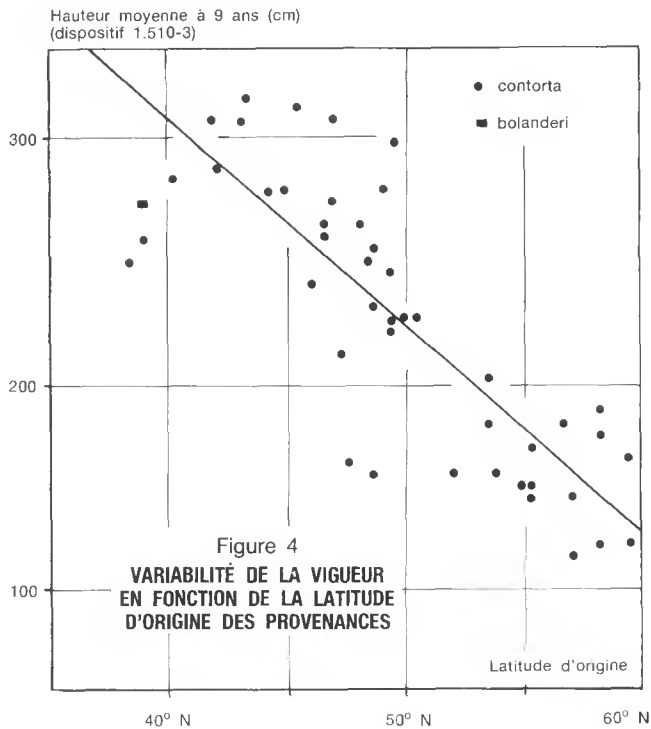


Figure 4

VARIABILITÉ DE LA VIGUEUR EN FONCTION DE LA LATITUDE D'ORIGINE DES PROVENANCES

Forme du fût

A Orléans, à 6 ans (depuis la graine), 21 % des individus de la sous-espèce contorta présentent une courbure basale du fût, contre 3 % pour les murrayana, et 2 % pour les latifolia. Ce pourcentage dépasse même 40 % pour les provenances sud-côtières (de l'Etat de Washington à la Californie). Il semble que la forte vigueur des plants soit associée à un mauvais ancrage racinaire qui les rend sensibles au vent. Ainsi, à Bulat, dans un site exposé aux vents et où le sol est souvent engorgé et donc peu portant, Le Cam [6] signale que 70 % des individus sud-côtières sont inclinés ou même couchés.

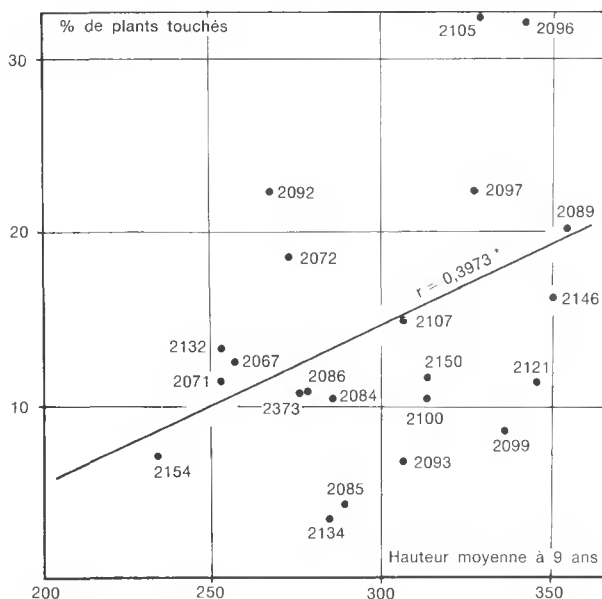
Dégâts de *Rhyacionia buoliana*

Le Pin contorta est très attractif pour les insectes ravageurs des Pins et plus particulièrement pour la Tordeuse des pousses *Rhyacionia buoliana* Schiff. Les larves de ce lépidoptère creusent les bourgeons créant des déformations en forme de crosses à la base des pousses ou même des fourches. Les observations des dégâts en 1984 à Orléans sur les 22 provenances ayant une hauteur moyenne à 9 ans de plus de 250 cm sont résumées ci-dessous :

Position des dégâts	Moyenne des provenances extrêmes	Moyenne générale
Pousse terminale	0 % à 18,5 %	6 %
Pousses latérales	0 % à 25 %	8,7 %

Le pourcentage d'individus touchés peut paraître faible, mais ces attaques se reproduisent tous les ans et sont en augmentation d'une année sur l'autre à Orléans. On remarquera par exemple que si un arbre a une probabilité de 6 % d'être attaqué une année donnée sur sa pousse terminale, il a une probabilité de 46 % de subir au moins une attaque en 10 ans.

Il existe des écarts importants entre provenances pour la fréquence des dégâts. Mais ces écarts ne peuvent être considérés comme statistiquement significatifs, étant donné le faible nombre d'arbres par provenance, qui n'est que de 32 en moyenne pour ces observations. En outre, le



dispositif expérimental de terrain n'est pas adapté à l'étude des dégâts d'insectes. Il n'existe aucune corrélation, ni au niveau provenance ni au niveau individu, entre les attaques sur pousses latérales et sur pousse terminale, ce qui est un indice de non sensibilité génétique. Par contre, il existe une légère corrélation (figure 5) entre la hauteur moyenne et le taux d'attaque par *Rhyacionia buoliana*.

Figure 5
CORRÉLATION HAUTEUR MOYENNE À 9 ANS ET POURCENTAGE D'INDIVIDUS ATTAQUÉS PAR *RHYACIONIA BUOLIANA* SUR LA POUSSE DE 9^e ANNÉE
 22 meilleures provenances. Dispositif 1. 510-3. Répétitions 2 et 4.

Rhyacionia buoliana est présente dans tous les dispositifs : en 1984, le pourcentage des pousses terminales touchées était de 35 % à Roumare, de 3 % au Col des Trois Sœurs ; en 1982, il était de 14 % à Saint-Laurent-Bretagne.

CONCLUSIONS

Malgré la jeunesse des dispositifs analysés, on peut déjà conclure que seule la sous-espèce contorta, dans sa partie sud (de l'île de Vancouver à la Californie) présente un intérêt pour le reboisement des sites défavorables de basse altitude en France de l'Ouest. Un fort taux de survie lié à une vigueur juvénile remarquable sont les atouts de cette sous-espèce pour le reboisement des terrains difficiles.

Mais à côté de ces avantages, il existe des handicaps majeurs. La vitesse de croissance est associée à une mauvaise forme du fût : courbure basale, tronc sinueux. La Tordeuse, *Rhyacionia buoliana*, présente partout en France, est responsable de fourches multiples venant aggraver une branchaison déjà mauvaise ; l'existence de verticilles comprenant de nombreuses grosses branches rend très difficile tout élagage, naturel (par exemple grâce à une densité élevée de plantation) ou artificiel.

On ne peut donc pas recommander actuellement le Pin contorta pour des reboisements productifs de bois d'œuvre en plaine. Par contre, sa très bonne survie présente un intérêt en travaux de reverdissement ou de protection.

En montagne, les premiers résultats obtenus à partir d'un nombre réduit de provenances (Col des Trois Sœurs, Lozère) sont encourageants, les essences de reboisement utilisables en altitude étant rares.

L'expérimentation de l'Institut national de la Recherche agronomique au niveau provenance se poursuit donc actuellement pour tenter de confirmer l'intérêt du Pin contorta dans deux types de stations difficiles : en haute altitude dans le Massif Central et sur pélosol-pseudogley en Lorraine.

J.P. GIOVANINI - B. ROMAN-AMAT
Station d'Amélioration des Arbres forestiers
CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES
(I.N.R.A.)
ARDON 45160 OLIVET

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CRITCHFIELD (W.B.) . - Geographic variation in *Pinus contorta*. - Cambridge (U.S.A.) : Harvard University, 1957.
- [2] CRITCHFIELD (W.B.). - Genetics of Lodgepole pine. - *U.S.D.A. Research Paper, WO-37*, 1980.
- [3] FORREST (G.I.). - Geographical variation in the monoterpenes of the resin of *Pinus contorta*, in : E.E.C. Symposium on forest tree biochemistry. - Brussels : Commission of European Communities, 1977. - pp. 55-71.
- [4] GIOVANINI (J.P.). - Variabilité infraspécifique de *Pinus contorta* Dougl. : première synthèse sur les dispositifs français d'étude. - Ardon : Institut national de la Recherche agronomique, 1985 (Mémoire E.N.I.T.E.F.) (Document interne).
- [5] HÄLLJUNG (B.). - Growth and yield in planted Lodgepole pine stands in Finland and Sweden : in *Pinus contorta* as an exotic species. - Garpenberg : Swedish University Agricultural of Sciences, 1980. - pp. 167-180.
- [6] LE GAM (J.). - *Pinus contorta* : variabilité raciale de plusieurs caractères. - *Annales de Recherches sylvicoles AFOCEL*, 1983 (paru en 1984), pp. 228-281.