



HAL
open science

Quelques aspects de la variabilité infraspécifique du Douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb) introduit en zone méditerranéenne subhumide

Y. Birot, P. Ferrandes

► To cite this version:

Y. Birot, P. Ferrandes. Quelques aspects de la variabilité infraspécifique du Douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb) introduit en zone méditerranéenne subhumide. *Annales des sciences forestières*, 1972, 29 (3), pp.335-351. <10.1051/forest/19720302>. <hal-00882058>

HAL Id: hal-00882058

<https://hal.science/hal-00882058v1>

Submitted on 11 May 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.



HAL Authorization

QUELQUES ASPECTS DE LA VARIABILITÉ INFRASPÉCIFIQUE DU DOUGLAS (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* MIRB) INTRODUIT EN ZONE MÉDITERRANÉENNE SUBHUMIDE

Y. BIROT et P. FERRANDES

avec la collaboration technique de J. POMMERY

*Station d'Amélioration des Arbres forestiers,
Centre national de Recherches forestières, I.N.R.A.,
Champenoux, 54 - Einville,
Le Ruscas, 83 - Bormes*

RÉSUMÉ

L'expérience, dont les résultats sont décrits ici, fait partie du programme général d'étude de la variabilité infraspécifique du Douglas. La situation de cet essai comparatif de provenances dans les Maures, en zone méditerranéenne subhumide, ainsi que l'étude de sources de graines californiennes, en font son originalité.

Bien que les observations ne concernent qu'un stade juvénile, il est possible de mettre en évidence de nombreuses différences entre provenances pour des caractères phénologiques, de vigueur, morphologiques et surtout de résistance à la sécheresse, une sécheresse très sévère étant intervenue en deuxième année de plantation. Les provenances de Californie intérieure se montrent les mieux adaptées.

INTRODUCTION

Le comportement d'organismes vivants est toujours le résultat de l'expression de leur génotype placé dans un milieu donné. C'est pourquoi l'étude de la variabilité infraspécifique d'une espèce suppose la recherche des interactions éventuelles entre génotype et milieu et s'appuie donc obligatoirement sur une expérimentation multistationnelle. Sur le plan scientifique, ceci peut même conduire à introduire une espèce représentée par plusieurs populations là où, a priori, le reboiseur ne l'aurait pas utilisée.

L'expérimentation décrite dans cette note a pour but d'étudier certains aspects de la variabilité du Douglas vert, *Pseudotsuga menziesii* Mirb var. *menziesii*, dans le Massif des Maures en zone méditerranéenne subhumide, région qui, a priori, peut sembler marginale pour le Douglas. Outre l'introduction du Douglas dans cette zone écologique, l'étude de provenances méridionales (Californie) présente un caractère original. C'est pourquoi il est intéressant d'endéguer les premiers résultats même s'ils ne concernent qu'un stade juvénile.

Il convient donc d'examiner les résultats avec prudence et de ne pas tirer de conclusions hâtives sur les possibilités d'utilisation du Douglas en zone méditerranéenne subhumide qui ne sauraient, de toutes façons, que concerner certaines zones privilégiées.

I. — DESCRIPTION DE L'EXPÉRIMENTATION

1.1. — *L'échantillonnage des provenances*

En raison des conditions particulières de la zone écologique d'introduction, le choix s'est naturellement porté vers des provenances de la Californie dont nous disposions, fournies pour la plupart par l'Institute of Forest Genetics de Placerville (Californie). A titre de référence, deux autres provenances font partie de l'essai : Claveisolles II, une provenance artificielle française, et Granite Falls, une provenance du Washington (Piedmont ouest de la Chaîne des Cascades). Granite Falls est une provenance qui, dans les nombreuses plantations comparatives mises en place par la Station d'Amélioration des Arbres Forestiers, atteint un niveau élevé tant pour la croissance que pour la tardiveté du débourrement végétatif.

Le tableau 1 et la figure 1 donnent les principales caractéristiques des provenances étudiées. Il convient de signaler en préambule, l'incertitude qui pèse sur la localisation précise de certaines d'entre elles. On peut malgré tout distinguer schématiquement quatre groupes, indépendamment de la provenance française.

- 1 — Washington — Piedmont ouest des Cascades : Granite Falls.
- 2 — Californie — Chaîne côtière : Mattola, Mattols River, Angle Creek.
- 3 — Californie — Sud des Cascades, versant est : Burney.
- 4 — Californie — Sierra Nevada, versant ouest : Pilot Creek, Cable Road.

Si l'on se réfère à l'étude phytogéographique de GALOUX (1956), on peut rattacher ces provenances aux zones suivantes :

Domaine pacifico-boreo-américain

- a) Secteur mendocinoklamathien : Mattola, Mattols River, Angle Creek.
- b) Secteur nevadien : Burney, Pilot Creek, Cable Road.
- c) Secteur cascadien : Granite Falls.

En ce qui concerne le Douglas vert, GALOUX regroupe d'ailleurs les secteurs *a* et *b* en faisant un faisceau de lignées unique.

1.2. — *Dispositifs expérimentaux*

1.21. *Pépinière.*

Les plants ont été élevés à la Pépinière du Ravin des Caunes (Bormes, Var). Les semis ont été réalisés au printemps 1966 sans dispositif sur des bâches remplies d'un mélange composé par moitié de terre franche et de sable. Les plants ont été repiqués à 1 an à $12,5 \times 12,5$ cm sur le même milieu avec un dispositif en blocs complets :

nombre de provenances = 8

nombre de blocs = 10

parcelle unitaire : 32 plants sauf 28 pour AN-CR, MATT qui ne figurent que dans 5 blocs.

1.22. *Plantation.*

Étant donné la disponibilité en plants à l'issue de la pépinière, on a pu réaliser 2 dispositifs différents.

Le premier (706-1) est un dispositif en blocs complets à 6 répétitions et 26 plants par parcelle unitaire; 6 provenances sont en comparaison :

GR-FA, CLAV II, CA-RO, BURN, PL-CR, MA-RV.

TABLEAU 1 — TABLE 1

Provenances
Descriptions of provenances

Nom de la Provenance	Code	Origine	Latitude	Longitude	Altitude	Observations
Granite Falls	GR-FA	U.S.A. - Washington	48° 05' N	120° 00'	180	Piedmont ouest de la Chaîne des Cascades
Burney	BURN	U.S.A. - Californie	40° 50'	121° 30'	1 050	Est de l'extrémité sud de la Chaîne des Cascades - Pluviométrie 625 mm avec déficit estival
Mattola	MATT	»	40° 15'	123° ?'	300	Chaîne côtière Humboldt County
Mattols River	MA-RV	»	40° 15'	123° 40'	300	Chaîne côtière Humboldt County
Angle Creek	AN-CR	»	40°	123° ?'	1 200	Chaîne côtière Mendocino County
Pilot Creek	PL-CR	»	38° 54'	120° 33'	1 400	Sierra Nevada
Cable Road	CA-RO	»	38° 46'	120° 41'	840	Sierra Nevada
Claveisolles II	CLAV II	France (Rhône)	46° 06'	4° 31' E	600	Monts du Beaujolais

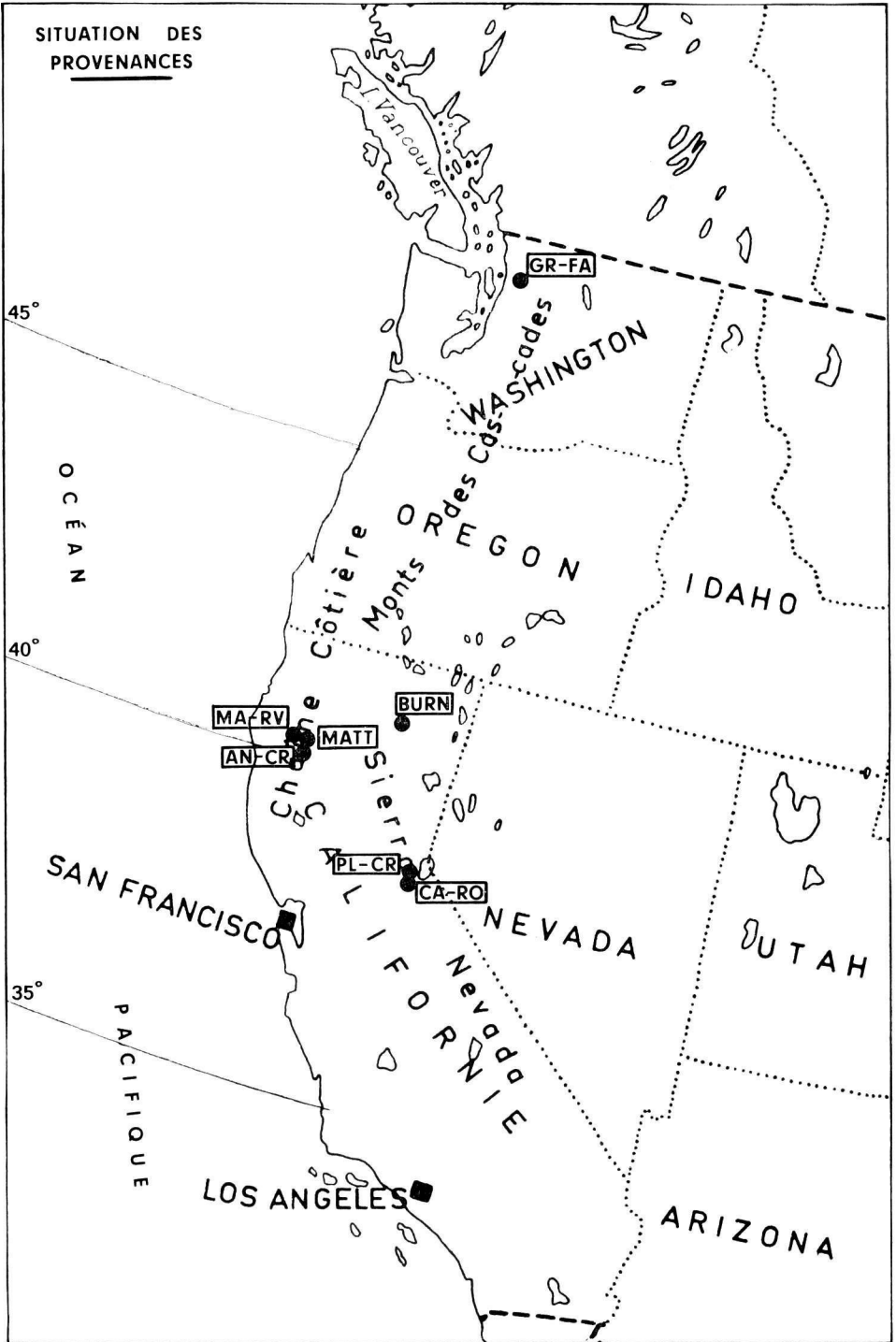


FIG. 1. — Situation des provenances

FIG. 1. — Situation of provenances

TABLEAU 2 — TABLE 2

Mesures et observations
Description of studied characters

	Mesure	Échantillon	Date	Observations
<i>Pépinière</i>	Hauteur Débourrement	totalité totalité	Décembre 1967 Printemps 1968	Mesures à 2 ans - Classe de 1 cm Mesures effectuées les 27/3, 5 et 12/4/68
<i>Dispositif 706-1</i>	Survie Débourrement Hauteur Diamètre au collet	totalité totalité totalité totalité	Printemps 1970 Printemps 1971 Printemps 1971 Printemps 1971	Mesures effectuées les 25/4, 30/4 et 10/5 Mesures de 4 ans (1969) et 5 ans (1970) - Classe de 1 cm Classe de 1 mm
<i>Dispositif 706-2</i>	Survie Hauteur	totalité totalité	Printemps 1970 Juin 1971	Mesures à 4 ans (1969) et 5 ans (1970) - Classe de 1 cm
<i>Morphologie</i>	Forme de l'apex Longueur aiguille 69 Longueur aiguille 70 Nombre de lignes de stomates face inf. Nombre de stomates par mm face inf.	20 plants	Octobre 1971 » » » »	Mesuré sur les aiguilles 1970 Mesuré sur les aiguilles 1970

Le deuxième dispositif (706-2), monoarbre, compare avec 101 répétitions, 6 provenances, qui sont : GR-FA, CLAV II, BURN, MA-RV, AN-CR, MATT, les deux dernières provenances n'existant pas dans le dispositif précédent.

Les plants ont été installés à la fin de décembre 1968, soit en 1-2, et plantés à l'écartement de 2×2 m après un sous-solage en plein réalisé au cours de l'été 1968.

1.3. — Situation de l'essai — Rappel de quelques données écologiques.

L'essai est situé en forêt domaniale de Collobrières (Var) dans le canton du Treps, à 600 m d'altitude (coordonnées 43° 16' N en latitude, 6° 22' E en longitude). Le terrain est sensiblement plat pour 706-1, en pente de 5 %, et exposé à l'est pour le dispositif 706-2.

La végétation préexistante était constituée par une forêt dégradée de pin maritime, arbousier, phillyre, chêne vert, chêne-liège. Le sol, sur micaschiste à biotite, est peu profond, souvent caillouteux. Quelques blocs de gneiss émergent par endroits.

Les conditions de sol sont donc peu favorables; de plus, cette station est située au voisinage d'un col, où soufflent fréquemment des vents violents. On rappellera que le Douglas est réputé sensible au vent.

L'altitude relativement élevée du Treps fait que les précipitations y sont assez importantes et dépassent largement les 1 000 mm (abaque ONM); mais les froids y sont intenses, la station pouvant être considérée comme déjà intérieure. Cependant, la sécheresse estivale peut être très prononcée.

1.4. — *Mesures et observations*

Le détail des observations effectuées tant en pépinière qu'en plantation, est donné dans le tableau 2. Il faut préciser que les plants ont été individualisés dès le repiquage en pépinière.

En ce qui concerne le débourrement, les notations ont été les suivantes :

- a) Pépinière (printemps 1968) : 0. bourgeon terminal non débourré,
 1. bourgeon terminal non débourré mais au moins 1 bourgeon latéral débourré,
 2. bourgeon terminal débourré.
- b) Plantation 706-1 seulement : 0. bourgeon terminal dormant,
 (printemps 1971) 1. bourgeon terminal gonflé recouvert d'écailles,
 2. bourgeon gonflé recouvert de la membrane,
 3. bourgeon débourré en pinceau.

En ce qui concerne les caractères morphologiques et anatomiques, on a procédé à un échantillonnage de 20 plants par provenance. La forme de l'apex de l'aiguille a été notée selon le code suivant :

1. arrondi,
2. pointu,
3. pointu piquant.

II. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. — *Conditions climatiques des années ayant suivi la plantation*

Les conditions climatiques qui ont suivi la plantation méritent d'être détaillées, car elles expliquent le comportement des provenances. Afin de nous rapprocher de la réalité, nous avons utilisé les résultats donnés par le poste météo de Lambert, situé à 542 m d'altitude, dont l'analogie avec le Treps est grande.

Les précipitations et les températures ont été représentées pour les années 1969 et 1970 sous forme de diagrammes ombrothermiques (fig. 2). L'année 1969 apparaît « normale » (si la normale a un sens en climat méditerranéen extrêmement irrégulier). La pluviométrie dépasse 1 100 mm; la sécheresse estivale est bien marquée, mais sa durée n'apparaît pas excessive. Cette année aura donc été favorable à la reprise comme le montrent d'ailleurs les figures 4 et 5.

Par contre, l'année 1970 a été extrêmement sèche. La sécheresse s'est installée pratiquement dès le mois d'avril et, à part quelques pluies en mai, a persisté jusqu'au mois d'octobre. Sur notre Station du Ruscas (Forêt du Dom de Bormes, Var), on n'a relevé que 17 mm de pluie du 18 mai au 8 octobre. En climat méditerranéen très irrégulier, de telles saisons sèches peuvent se produire avec des fréquences non négligeables; le forestier devrait en tenir compte. Cette saison sèche, intervenue un an après la reprise, était bien placée pour jouer un rôle discriminant dans le comportement des provenances.

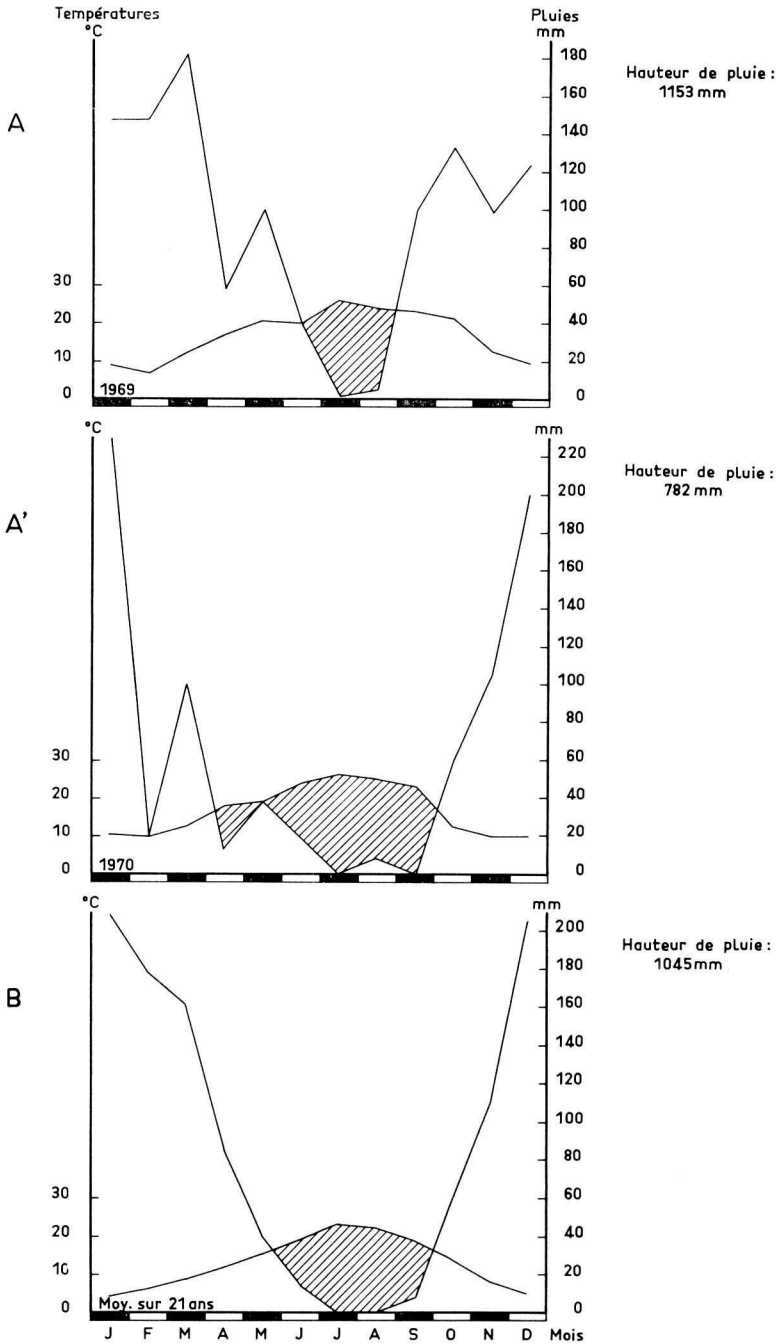


FIG. 2. — A et A' — Poste météorologique de Lambert (Maures) (Var) Cerafer — Aix-en-Provence — Diagramme ombrothermique en 1969 et 1970

FIG. 3. — B — Diagramme ombrothermique de Placerville (California)

FIG. 2. — Ombrothermic diagram in Lambert 1969-70

FIG. 3. — Ombrothermic diagram in Placerville (California)

Durant les années 1969 et 1970, les vents montrent deux dominantes très nettes, la plus importante (en fréquence) à l'est, la deuxième à l'ouest (mistral) alors que l'on aurait pu s'attendre à ce que les vents d'ouest l'emportent. Le site de la plantation, exposé à l'est et en crête est donc très soumis au vent.

2.2. — *Survie — Résistance à la sécheresse*

La reprise étant assurée, le caractère survie mesure certains aspects de l'adaptation d'une provenance à la station : dans la situation du Treps, résistance au vent, mais surtout résistance à la sécheresse. Intervenant après une bonne reprise, les conditions exceptionnelles de l'année 1970, particulièrement sèche, se sont traduites par une mortalité élevée, mais surtout, et c'est là l'important, avec une intensité très différente suivant les provenances.

On trouvera sur les figures 4 et 5 l'évolution dans le temps du taux de survie dans les deux plantations expérimentales. Les conséquences de la sécheresse de 1970 sont nettement mises en évidence.

On peut constater que la mortalité est plus élevée sur l'expérience mono-arbre 706-2 que sur l'expérience 706-1. Ceci s'explique par des conditions édaphiques différentes. Le dispositif 706-2 est implanté sur un sol plus grossier et plus fortement caillouteux que celui du dispositif 706-1.

Dans l'ensemble, les provenances californiennes se montrent beaucoup plus résistantes à la sécheresse, en particulier BURN. En effet, BURN a un taux de survie de 78 % dans le premier dispositif et de 60 % dans le deuxième dispositif contre 50 et 27 % pour CLAV II qui, avec GR-FA, se montre la provenance la plus sensible à la sécheresse.

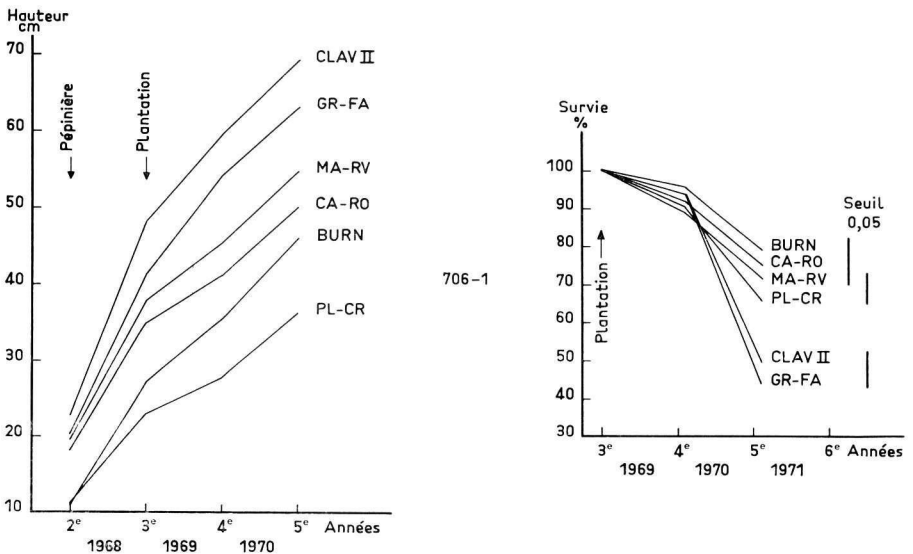


FIG. 4. — Dispositif 706-1 — Évolution de la croissance en hauteur et de la survie
 FIG. 4. — Design 706-1 — Height growth and survival rate evolution

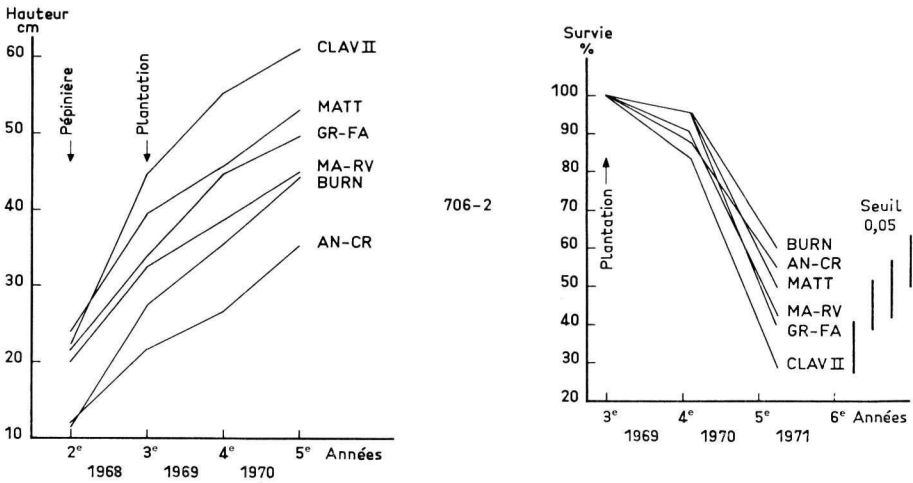


FIG. 5 — Dispositif 706-2 — Évolution de la croissance en hauteur et de la survie
 FIG. 5. — Design 706-2 — Height growth and survival rate evolution

Il est intéressant de comparer, à titre indicatif, les situations climatiques des zones de provenances avec celles de la station d'introduction. La figure 3 donne le diagramme ombrothermique de Placerville (Californie) — $38^{\circ}45'$ — $121^{\circ}08'$ W calculé sur une moyenne de 21 ans. Placerville, situé au pied de la chaîne de la Sierra Nevada, a un climat très contrasté, froid et humide en hiver, chaud et sec en été; le déficit théorique s'étend sur 4 mois de juin à septembre inclus. Le diagramme ombrothermique de Lambert en 1969 montre un déficit estival beaucoup moins marqué, alors qu'en 1970 il est très important et a une amplitude d'environ 6 mois (cf. fig. 2). Dans ces conditions très sévères, on peut penser que seules des provenances constituées d'écotypes xérophiles étaient capables de survie; la provenance BURN est issue d'une région intérieure où la pluviométrie est faible (625 mm annuels) avec une sécheresse estivale très prononcée.

Ceci expliquerait la meilleure survie des provenances californiennes comparativement à GR-FA, issue d'une région où le déficit estival existe mais moins marqué, et où les influences océaniques sont prédominantes. Quant à la provenance CLAV II, son origine n'est pas connue, mais d'après des résultats enregistrés antérieurement dans nos plantations comparatives de provenances, elle pourrait fort bien provenir de cette région ouest de la chaîne des Cascades dans l'État de Washington.

On peut objecter que les provenances GR-FA et CLAV II ont été plus touchées par la sécheresse parce que plus vigoureuses et plus développées à la plantation. Cependant si l'on considère la provenance MATT (figure 5), dont les dimensions sont comparables à GR-FA et CLAV II, son taux de mortalité est plus faible.

Bien que l'échantillonnage de provenances représenté ici soit faible, cette résistance différentielle à la sécheresse particulièrement bien marquée constitue une preuve de l'existence d'écotypes très différents, et surtout ouvre une porte à l'amélioration du matériel végétal pour ce caractère; ceci peut être important pour certaines stations même en dehors de la zone méditerranéenne. Ce fait justifie donc à lui seul l'introduction du Douglas dans une

zone considérée comme marginale a priori, puisqu'une telle observation n'aurait pas été possible dans une station plus arrosée.

2.3. — Débourrement végétatif

La tardivité du débourrement des espèces de reboisement est généralement recherchée : les gelées tardives nuisent à la conformation de l'arbre, ralentissent sa croissance et entraînent une augmentation importante du prix de revient du fait des entretiens supplémentaires rendus nécessaires. Dans les Maures, ces gelées sont peu fréquentes et la tardivité du débourrement ne serait pas un caractère à rechercher en priorité; les observations faites ont surtout eu pour but d'étudier la variabilité phénologique.

Chez le Douglas, comme chez l'Épicéa d'ailleurs, le débourrement végétatif semble soumis à un contrôle génétique strict (MORRIS et al. 1957, GRIFFITH 1968).

Les observations rassemblées sur les figures 6 et 7, montrent tant en pépinière qu'en plantation, des différences considérables entre les provenances, les classements étant par ailleurs stables. Ici encore les provenances californiennes se distinguent des deux autres provenances GR-FA et CLAV II beaucoup plus tardives, de 15 jours à 3 semaines.

On peut remarquer, surtout en pépinière, qu'il est également possible de subdiviser en deux les provenances californiennes. Le groupe le plus précoce est constitué par les provenances de la Sierra Nevada, PL-CR et CA-RO, l'autre plus tardif, par des provenances plus nordiques : MA-RV, MATT, BRUN, AN-CR. Il semblerait donc qu'il y ait pour les provenances américaines un gradient de précocité nord-sud, (cf. figure 8). Il faut examiner ce résultat avec prudence, car l'altitude intervient aussi et l'on a pu constater dans d'autres essais comparatifs que des provenances nordiques d'altitude, telles que Manning Park (Colombie britannique), présentaient un caractère de précocité bien marqué. D'autre part, le nombre de provenances représentées ici est trop faible pour en déduire une loi de variabilité infraspécifique.

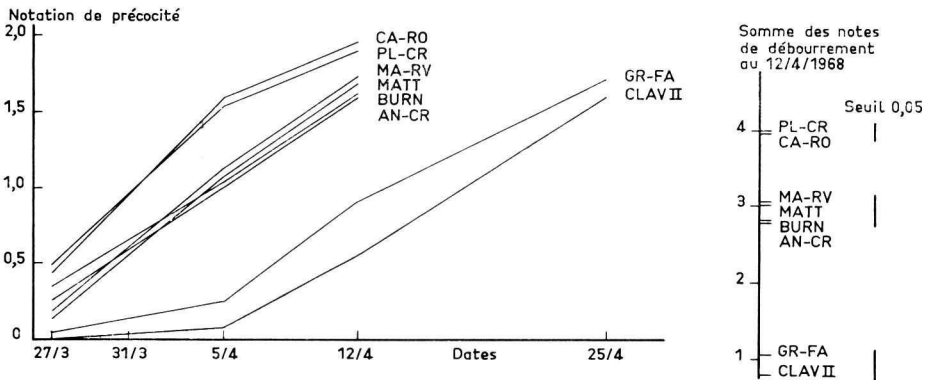


FIG. 6. — Débourrement en pépinière (3^e année — 1968)
Analyse de la variance à 2 facteurs contrôlés (provenances — blocs) Test de Duncan

FIG. 6. — Flushing in nursery (third year 1968)

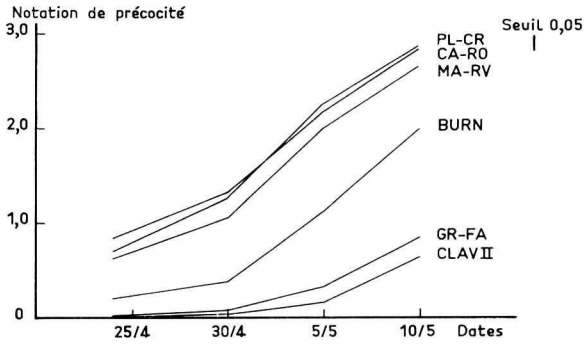


FIG. 7. — *Débourrement en plantation (6^e année — 1971)*
La notation de débourrement est différente de celle de la figure 6

FIG. 7. — *Flushing after planting (sixth year 1971) (the flushing notes differ, from the fig. 6)*

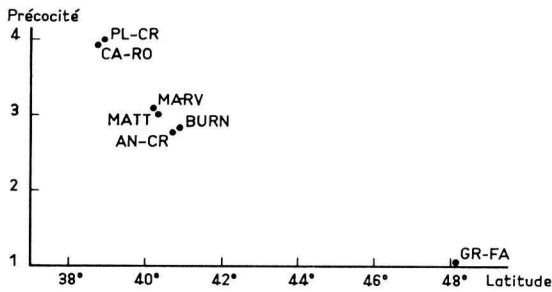


FIG. 8. — *Précocité du débourrement et latitude*
(La précocité mesurée en pépinière est la somme des notes de débourrement au 12/04/1968)

FIG. 8. — *Flushing and latitude*

On peut noter que le débourrement en pépinière a été beaucoup plus précoce qu'en plantation. Ceci s'explique facilement par le fait que les deux milieux sont différents (la pépinière est abritée et à basse altitude) et que les années de mesure ne sont pas climatiquement identiques. En outre, il est évident que l'appréciation des variations du débourrement serait plus rigoureuse si on avait utilisé une méthode tenant compte de l'action chaleur (somme des températures, Q 10), mais il aurait fallu réaliser des observations sur le débourrement beaucoup plus nombreuses.

Ces résultats dans la variabilité du débourrement confirment ceux enregistrés en Dordogne, à Bessède et Barade, où deux provenances de cet essai sont également représentées : GR-FA et BURN (cf. tableau 3).

Enfin, sur le plan de l'adaptation à un climat tel que celui des Maures, on peut remarquer que le débourrement précoce des provenances californiennes peut coïncider ou être consécutif à une période pluvieuse de printemps, ce qui est fréquent en régions méditerranéennes.

néennes; ce facteur est évidemment favorable à la croissance. Dans le cas de provenances tardives, la période d'activité se trouve décalée vers la saison sèche de l'été, avec les risques que cela comporte.

TABLEAU 3 — TABLE 3

Stations de Bessède et Barade (Dordogne)
Plants débouffés en % au 2 mai 1968-69-71
Flushed plants in % on May 2nd (1968-69-71)

	BESSÈDE			BARADE		
	5 ans	6 ans	8 ans	5 ans	6 ans	8 ans
Granite Falls	21,6	18,9	20,7	40,5	13,5	6,3
Burney	55,8	56,9	53,9	85,4	46,8	25,2

Il serait intéressant de compléter les observations de débouffement par des observations sur l'arrêt de croissance et l'aouffement afin de mieux délimiter la période de croissance. Sans l'avoir chiffré, on a pu observer cependant à la fin de juin 1971, un arrêt de végétation presque général (bourgeon terminal apparent) chez les provenances californiennes, contrairement aux deux autres GR-FA et CLAV II.

Comme chez d'autres espèces résineuses, il existe chez le Douglas des « écotypes photo-périodiques ». (IRGENS-MOLLER 1957); on ne peut cependant avancer cet argument pour expliquer l'arrêt précoce de croissance des provenances méridionales. En effet, la latitude des Maures est plus élevée que celle de leur lieu d'origine, ce qui devrait logiquement entraîner une certaine tardiveté de l'arrêt de croissance.

Il faut donc retenir le rôle de la pression de sélection agissant par l'intermédiaire de la sécheresse estivale, pour modeler des écotypes, à arrêt précoce de croissance. Ceci est à rapprocher des résultats décrits par BOUVAREL (1961) chez l'Épicéa où les facteurs sélectifs déterminant l'arrêt de croissance étaient l'apparition des premières gelées, mais aussi la sécheresse estivale.

2.4. — Étude de la croissance

Ces résultats ne sont donnés qu'à titre indicatif. En effet, l'année 1969 est celle de la crise de transplantation; quant à l'année 1970, la sécheresse a été telle, que la croissance en a certainement été affectée, et il serait hasardeux à ce stade, de vouloir établir des comparaisons mathématiques.

2.41. Croissance en hauteur.

D'une façon très générale, les pousses annuelles après plantation sont très faibles, si l'on compare cette plantation du Treps à d'autres plantations situées dans des zones plus favorisées.

Effectivement, les plants n'ont pas un bon aspect végétatif et semblent souffrir des conditions dans lesquelles ils sont installés et notamment du vent.

Un an après le repiquage, on pouvait établir le classement suivant des hauteurs : (analyse à 2 facteurs contrôlés blocs et provenances, Test de Duncan)

MATT	23,26		différences non significatives au seuil de 5 %
CLAV	22,42		
GR-FA	20,13		
MA-RV	19,94		
CA-RO	18,42		
AN-CR	11,51		
PL-CR	11,71		
BURN	11,47		

Les figures 4 et 5 montrent que par la suite, en plantation, le classement reste sensiblement identique, à part peut-être l'origine BURN qui a tendance à marquer un accroissement relatif plus fort.

Les provenances CLAV II et GR-FA sont les plus vigoureuses, ainsi que la provenance californienne MATT, qui se distingue ainsi des autres provenances méridionales. Le groupe intérieur BURN, PL-CR et CA-RO semble moins vigoureux, groupe auquel s'adjoint la provenance AN-CR dont l'origine donnée comme côtière n'est pas connue avec précision.

Dans les plantations comparatives de Dordogne, à Bessède et Barade, la provenance BURN apparaît également nettement moins vigoureuse que GR-FA.

Notons pour terminer, que la croissance en hauteur en 1971 (non rapportée ici) a été faible, malgré un printemps pluvieux. Ceci peut s'expliquer par le fait, que les pousses de l'année n sont conditionnées partiellement par les conditions climatiques de l'année $n - 1$, année où se sont formés les bourgeons contenant les ébauches du méristème qui sera actif l'année suivante (STERLING 1946).

2.42. Croissance en diamètre.

Une seule observation a été faite sur ce caractère à l'âge de 5 ans sur le dispositif 706-1. Les différences entre provenances sont moins marquées que pour la hauteur, le classement des moyennes de provenances est sensiblement le même que celui des hauteurs au même âge.

Si l'on considère le rapport hauteur / diamètre qui caractérise l'élancement de la tige, les provenances se classent ainsi :

Provenances	CLAV II	GR-FA	MA-RV	CA-RO	BURN	PL-CR
H/D	0,601	0,492	0,474	0,443	0,430	0,338

Les provenances méridionales sont donc dans l'ensemble « plus trapues ».

2.5. — Caractères morphologiques

Des différences importantes étant apparues entre les provenances pour un certain nombre de caractères, et en particulier la résistance à la sécheresse, le débourrement et la croissance,

il était intéressant de chercher à ajouter, par l'étude de quelques caractères morphologiques, une preuve supplémentaire à l'existence d'écotypes différenciés. En effet, sur le terrain, certaines provenances se signalaient par une longueur d'aiguilles supérieure à la normale. Des échantillons d'aiguilles ont été prélevés sur les deux dispositifs 706-1 et 706-2, puisque toutes les provenances ne sont pas représentées dans chacun d'entre eux. Ils ne seraient donc pas comparables en toute rigueur.

L'étude de la forme de l'apex ne permet pas de tirer des conclusions nettes, la tendance générale étant à l'arrondi (notée ici pointu émoussé) avec assez peu de variabilité à l'intérieur des provenances.

La longueur des aiguilles de l'année 1969 ne permet pas d'établir de différences significatives entre provenances. Par contre, en 1970, année sèche, des différences significatives apparaissent, avec même des changements notables de classement par rapport à l'année précédente, et des aiguilles également plus longues (fig. 9). On peut schématiquement distinguer 2 groupes. Le premier qui contient les provenances californiennes PL-CR (elle-même d'ailleurs très détachée) AN-CR, CA-RO, BURN, le deuxième groupe qui comprend GR-FA, CLAV II, MA-RV et MATT. Bien que les pousses de l'année 1970 soient statistiquement semblables pour toutes les provenances, il est remarquable de noter ici que ce sont les provenances les moins vigoureuses (hauteur totale) qui ont les aiguilles les plus longues. Ceci contribue à donner au plant un port assez différent, feuillage plus dense et fourni.

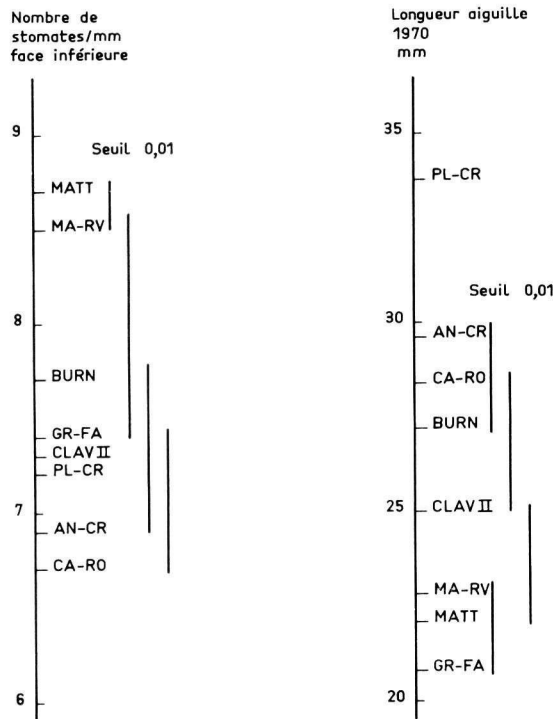


FIG. 9. — Caractères morphologiques
(Analyse de la variance à 1 facteur contrôlé : provenances)

FIG. 9. — Morphological needle traits

L'observation du nombre de lignes de stomates à la face inférieure de la feuille ne permet pas de discriminer les provenances. Par contre, les provenances présentent des différences significatives pour le nombre de stomates par mm de longueur, mesuré dans la partie médiane de l'aiguille. Le groupe MATT, MA-RV, provenances côtières californiennes arrive, nettement en tête; les provenances intérieures CA-RO et PL-CR, auxquelles se joignent AN-CR et les deux provenances GR-FA et CLAV II, étant au bas de l'échelle (fig. 9).

CONCLUSIONS

Malgré l'imprécision sur la localisation exacte de certaines provenances et le caractère juvénile des observations, cette étude de variabilité infraspécifique conduite au niveau moyenne de provenances, permet de dégager un certain nombre d'éléments discriminants dans le comportement des populations pour plusieurs caractères.

Le fait essentiel est la mise en évidence d'une résistance différente à la sécheresse; les provenances méridionales et parmi elles, les provenances de Californie intérieure, se montrent nettement plus résistantes. Des observations antérieures, réalisées en Allemagne notamment, avaient montré par ailleurs que ces provenances méridionales étaient plus sensibles au froid.

Le débourrement végétatif montre également une variabilité considérable, dont l'amplitude n'était pas apparue jusqu'alors dans nos plantations comparatives de Douglas plus anciennes.

La croissance en hauteur est plus faible chez les provenances méridionales que chez la provenance océanique de référence GR-FA; cependant, on peut noter que dans le groupe de tête figurent 2 provenances côtières californiennes MATT et MA-RV. La provenance AN-CR donnée comme côtière (Mendocino County), mais dont la localisation est incertaine, se rangerait au contraire avec les provenances californiennes plutôt intérieures.

Les caractères morphologiques, et en particulier la longueur des aiguilles 1970, année très sèche, permettent également de séparer provenances méridionales intérieures et provenances côtières.

Dans l'ensemble des provenances étudiées, on peut finalement distinguer 3 groupes :

- un groupe océanique septentrional, représenté par la provenance GR-FA, à laquelle on peut joindre très probablement la provenance CLAV II;
- un groupe côtier méridional constitué par MA-RV et MATT;
- un groupe méridional intérieur constitué par AN-CR, PL-CR, CA-RO, BURN.

Exception faite de la provenance AN-CR, on retrouve bien les divisions proposées par GALOUX (1956) en maintenant toutefois la distinction entre secteur névadien et mendocino-klamathien.

Il est prématuré de tirer des conclusions sur l'avenir du Douglas en zone méditerranéenne subhumide, même représenté par des provenances de la Californie intérieure et en particulier de la Sierra Nevada. Notre expérience est trop jeune, l'échantillonnage de provenances trop restreint, et les sites de plantations ne pourraient être de toutes façons que des sites écologiquement privilégiés. L'intensité de la variabilité infraspécifique permet toutefois de ne pas

considérer comme utopique, une utilisation éventuelle, dans l'avenir, du Douglas dans cette zone écologique.

Mais nous avons la preuve qu'il existe des écotypes mieux adaptés à la sécheresse estivale que tous ceux que nous avons étudiés jusqu'à présent. Ce résultat est important pour certaines zones de reboisement même situées hors de la région méditerranéenne. L'utilisation « brute » de ces sources de graines ou la création de variétés synthétiques résistantes à la sécheresse peuvent être alors envisagées.

Il serait sans doute intéressant, lorsque nous disposerons de graines de provenances précises et plus nombreuses, de refaire une expérience de ce type qui incluerait outre *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*, des provenances de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca.*, et *Pseudotsuga macrocarpa*, ces deux Douglas étant, compte tenu de leur localisation, probablement plus xérophiles.

Reçu pour publication en février 1972.

SUMMARY

SOME VIEWS ABOUT THE INTRASPECIFIC VARIABILITY OF DOUGLAS FIR (*pseudotsuga menziesii* MIRB.) IN THE MEDITERRANEAN « SUB HUMID » FRENCH AREA.

This paper reports an experiment belonging to the general research program of the intraspecific variability of Douglas Fir; this program is undertaken by the « Station d'Amélioration des Arbres Forestiers ».

The new points of this experiment are :

- the localization in a mediterranean area,
- the introducing of provenances from California.

This work presents the first results got after making measurements and observations on young plants (from two to five years old). A provisional schedule is established. The most important results are :

- the californian provenances has reached the highest level of drought resistance (two years after planting a drastic drought happened),
- some differences appeared between provenances for these characters : vigor, and some morphological needle traits.

Generally speaking, the provenances from inland-California seem better adapted.

ZUSAMMENFASSUNG

EIN BEITRAG ZUR UNTERSUCHUNG DER INFRASPEZIFISCHEN VARIABILITÄT DER DOUGLASIE (*pseudotsuga menziesii* MIRB.) IN DER SUBHUMIDEN MEDITERRANEN ZONE.

Die vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zum generellen Programm der Untersuchung der infraspezifischen Variabilität der Douglasie in Frankreich. Die geographische Lage dieses Provenienzversuches in den « Maures » (subhumide mediterrane Zone) und die Verwendung kalifornischer Herkünfte stellen eine Besonderheit dar.

Obwohl die Messungen und Beobachtungen nur an zwei bis fünfjährigen Pflanzen vorgenommen wurden, zeigten sich bereits eine Anzahl von Unterschieden zwischen den Provenienzen :

- eine höhere Trockenresistenz der südlichen Herkünfte (im zweiten Jahr nach der Auspflanzung gab es eine ausgeprägte Trockenperiode),
- die südlichen Herkünfte sind ausgesprochene Frühreifer,
- zwischen den nördlichen und südlichen Herkünften bestehen gleichfalls Unterschiede in der Wuchskraft und der Nadelmorphologie.

Im allgemeinen zeigen die Herkünfte aus dem kalifornischen Inland eine bessere Anpassungsfähigkeit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUVAREL P., 1961. Observations sur la date de l'aoûtement de quelques provenances françaises d'Épicéa
Ann. Ec. Nat. Eaux Forêts et de la Station de Rech. et Exp. Tome XVIII Fasc. 1.
- DEBAZAC E.-F., 1964. Manuel des Conifères (Imprimerie Louis Jean, Gap).
- FERREL W. K., WOODARD E. S., 1966. Effects of seed origin and drought resistance of Douglas-Fir.
Ecology, 47, 3, 499-504.
- FLOUS A., 1936. Révision du genre *Pseudotsuga*.
(*Bull. Soc. Hist. Natur. Toulouse*, 71, 36-164).
- GALOUX A., 1956. Le sapin de Douglas et la Phytogéographie.
Station de Recherches de Groenendaal — Travaux série B, n° 20.
- GRIFFITH B. G., 1968. Phenology, growth and flower and cone production of 154 Douglas Fir trees on the University Research Forest as influenced by climate and fertilizer 1957-1967.
(University of British Columbia — Faculty of Forestry. Bulletin n° 6).
- IRGENS-MOLLER, 1957. Ecotypic response to temperature and photoperiod in Douglas Fir. *Forest Sci.*, 3, 79-83.
- LACAZE J.-F., TOMASSONE R., 1967. Contribution à l'étude de la variabilité infra spécifique du Douglas
(*Ann. Sci. forest.* 24 (1) 85-106).
- MORRIS W. G., SILEN R. R., IRGENS-MOLLER H. 1957. Consistency of Burd Bursting in Douglas Fir (*J. Forestry*, Vol. 55, 208-210).
- PHARIS R. P., FERREL W. K., 1966. Differences in drought resistance between coastal and inland sources of Douglas-Fir.
(*Canad. J. Bot.* Volume 44, 1651-1659).
- STERLING C. 1946. Organisation of the shoot of *Pseudotsuga taxifolia* (Lamb) Britt. I-Structure of the shoot apex (*Amer. J. Bot.*, 33, 242-250).
- U.S. Department of Commerce Weather Bureau.
1952. Climatic Summary of the United States California. Supplement for 1931 through 1952.
1959. Climatography of the United States n° 60-4. Climates of the States — California.