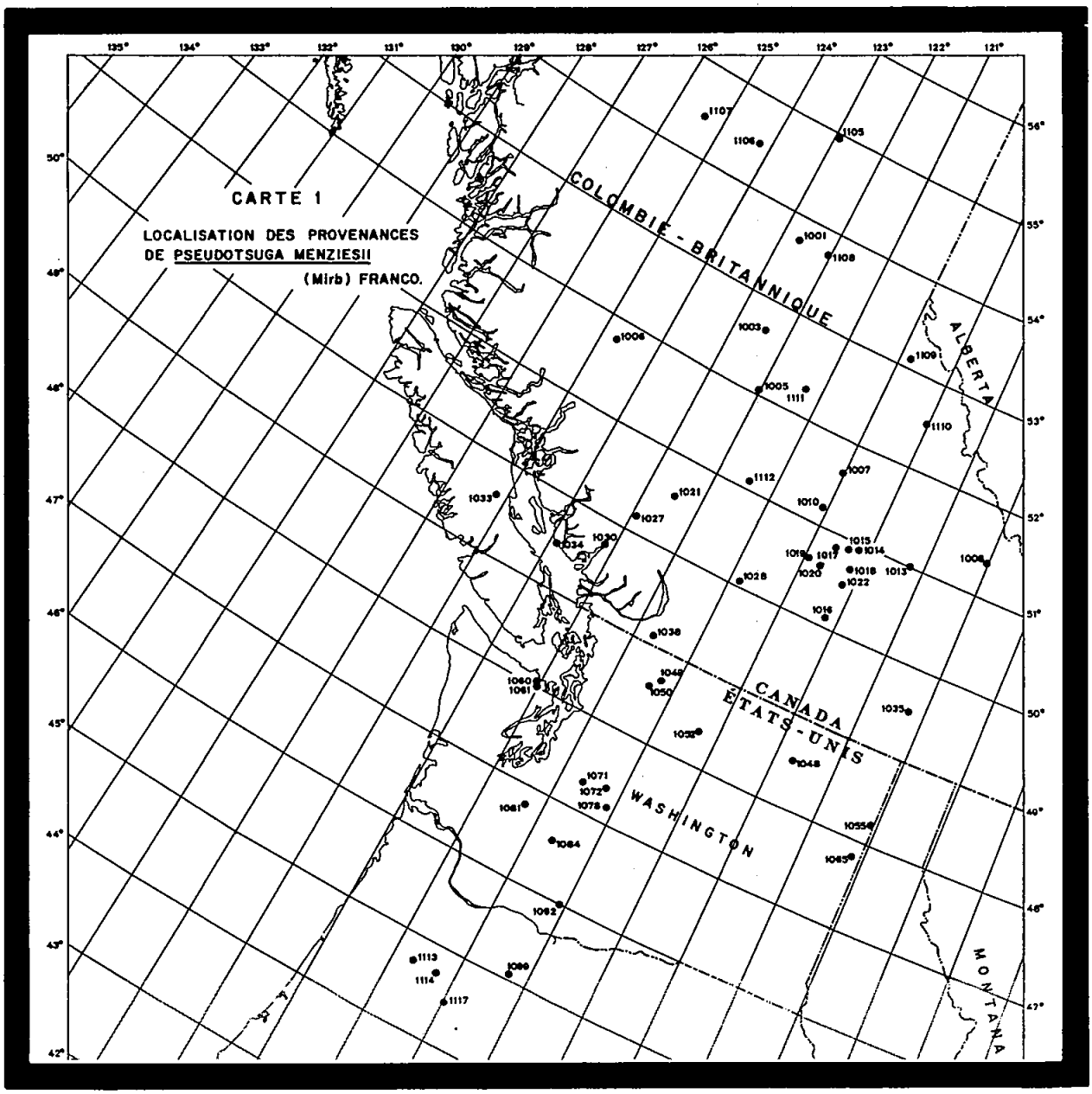
GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS
DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
SERVICE DE LA RECHERCHE

MÉMOIRE N° 21
1975

RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES D'UN TEST DE PROVENANCES SUR LE DOUGLAS TAXIFOLIÉ

par Jacques Robert



JACQUES ROBERT a quitté sa France natale pour venir étudier à l'université Laval, où il a obtenu un baccalauréat en foresterie. Pendant un an et demie en 1974-1975, il a travaillé au Service de la recherche, dans la section de génétique, d'abord à titre de coopérant technique, puis de professionnel occasionnel. Il fait maintenant partie d'un bureau d'ingénieurs-conseils.

RESULTATS PRELIMINAIRES D'UN TEST DE PROVENANCES SUR LE DOUGLAS TAXIFOLIE

par

JACQUES ROBERT

MEMOIRE N° 21

SERVICE DE LA RECHERCHE

DIRECTION GENERALE DES FORETS

MINISTERE DES TERRES ET FORETS

1975

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

RESUME

Ce rapport fait état des premiers résultats obtenus en pépinière sur l'introduction du douglas taxifolié dans la province de Québec. Cet essai a été conduit dans la région de la ville de Québec, à l'aide de 59 provenances de la collection de l'*I.U.F.R.O.* (récolte 1966/67).

Bien que les observations ne concernent qu'un stade juvénile, l'analyse des composantes principales a permis de mettre en évidence des différences de comportement parmi les provenances, notamment en ce qui concerne la résistance au froid et la croissance initiale. Ce sont les provenances originaires des régions intérieures du sud de la Colombie-Britannique (lac Shuswap) qui se sont montrées les mieux adaptées.

SUMMARY

DOUGLAS FIR. (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) PROVENANCES EXPERIMENT. Preliminary Results.

This paper presents the first nursery results on Douglas Fir introduction in the Quebec of Province. This experiment is conducted near Quebec City, with 59 provenances from the *I.U.F.R.O.* collection, collected in 1966/67.

Though the observations were made on young plants (from one to four years old), the principal components analysis has put forward some differences between provenances in regard to frost resistance and initial growth. Generally, the provenances from southern inland British Columbia (near Lake Shuswap) seem better adapted.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années déjà, le douglas taxifolié (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) s'est révélé être une essence fort intéressante pour le reboisement, notamment en Europe. On peut supposer que son rôle ira en s'intensifiant car il fait preuve de qualités remarquables: plasticité, croissance rapide et forte production, bonne qualité du bois (Lacaze et Tomassone, 1967).

La variabilité infraspécifique du douglas, due à l'étendue de son aire de distribution naturelle (tout l'ouest du continent nord-américain), est un problème connu.

Son introduction pose donc le problème de la sélection des provenances les mieux adaptées aux conditions écologiques de la région envisagée pour son utilisation.

Ce rapport contient les premiers résultats obtenus en pépinière sur un groupe de 59 provenances ensemencées à l'automne 1970. Il ne faut donc pas perdre de vue que ces résultats ne concernent qu'un stade juvénile et qu'il convient de les examiner avec prudence pour ne pas tirer des conclusions trop hâtives sur les possibilités d'utilisation du douglas au Québec.

CHAPITRE 1

DESCRIPTION DE L'EXPERIMENTATION

1.1 ECHANTILLONNAGE DES PROVENANCES

Les provenances de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (douglas taxifolié) ont été obtenues par l'intermédiaire du *"Working group on Procurement of Seed for Provenance Research"* de l'*I.U.F.R.O.* (récolte 1966/67) auquel a adhéré le Service de la recherche.

Le test faisant l'objet de ce rapport a été réalisé avec 59 lots reçus en 1968 auxquels une provenance déjà installée au Québec a été comparée (Rivière-du-Loup).

Un deuxième envoi a été commandé à l'*I.U.F.R.O.* en 1970 pour pouvoir, par la suite, élargir le test aux 131 provenances alors disponibles par l'intermédiaire de cet organisme.

Le tableau 1 donne les principales caractéristiques des provenances étudiées et la carte 1, leur localisation.

Il convient de signaler ici que l'origine géographique des provenances laisse présumer que nous disposons pour ce test des deux variétés reconnues de douglas, soit la variété *menziesii* Franco (douglas vert), généralement côtière, et la variété plus continentale *glauca* Franco (douglas bleu), sans oublier les formes de passage originaires des régions de contact entre les aires de ces deux sous-espèces.

1.2 DISPOSITIFS

Les graines ont été semées au printemps et à l'automne 1970, sans répétition, à la pépinière expérimentale de la station forestière de Duchesnay (à 40 kilomètres au nord-ouest de la ville de Québec).

Les semis du printemps 1970 furent repiqués au printemps 1971 en dispositif présentant les caractéristiques suivantes:

- type de dispositif: blocs incomplets, répartition au hasard.
- nombre de plants par parcelle unitaire: 14
- nombre de provenances: 58 (une provenance n'ayant par germé)
- nombre de répétitions: 10
- espacement entre les plants: 0.25 m x 0.15 m

Les semis de l'automne 1970 furent repiqués au printemps 1973 sans répétition. Il ne restait que 56 provenances, les lots 1071, 1108, 1151 et 1152 n'ayant pas germé ou ayant été éliminés lors des deux derniers hivers.

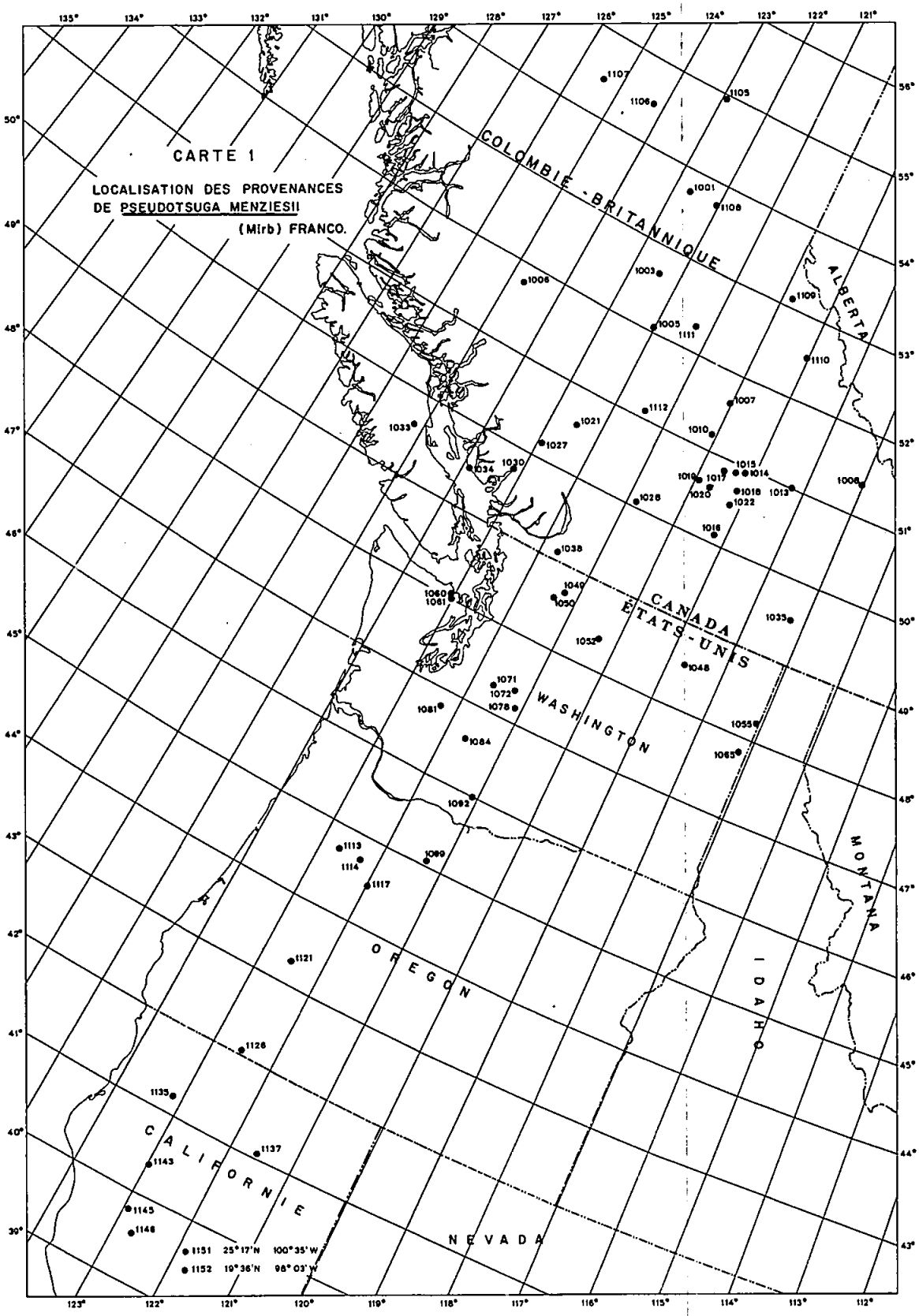
TABLEAU I - DESCRIPTION DES PROVENANCES

No du lot (*I.U.F.R.O*)	Nom de la provenance	Origine	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1001	Stoner	Canada (Colombie-Britannique	53°37'30"	122°40'30"	540 @ 600
1003	Alexandria	- id -	52°41'30"	122°26'00"	580 @ 720
1005	Williams Lake	- id -	52°06'45"	122°00'00"	600
1006	Tatla	- id -	51°44'00"	124°44'24"	870
1007	Cleawater	- id -	51°39'25"	120°00'00"	450
1008	Golden	- id -	51°23'	117°00'	850
1010	Barrière	- id -	51°12'15"	120°09'45"	420
1013	Revelstoke	- id -	51°00'	118°12'	600
1014	Eagle Bay	- id -	50°56'	119°13'	430
1015	Blind Bay	- id -	50°53'	119°24'	360 @ 440
1016	White Lake	- id -	50°07'	119°15'	510
1017	Squilax	- id -	50°50'	119°34'	570
1018	Salmon Arm	- id -	50°44'	119°13'	420 @ 500
1019	Monte Creek	- id -	50°37'	119°54'	600 @ 660
1020	Pillar Lake	- id -	50°35'	119°38'	900
1021	D'Arcy	- id -	50°33'24"	122°30'00"	270
1022	Fly Hill	- id -	50°32'	119°24'	750
1027	Alta	- id -	50°11'30"	122°52'30"	630
1028	Merritt	- id -	50°04'20"	120°51'00"	790 @ 910
1030	Squamish	- id -	49°46'40"	123°09'00"	15
1033	Forbidden	- id -	49°39'45"	125°09'20"	600
1034	Sechet	- id -	49°30'40"	123°52'55"	180
1035	Nelson	- id -	49°30'	117°16'	760 @ 880
1038	Chilliwack	- id -	49°06'	121°42'	900
1048	Republic	Etats-Unis (Washington)	48°36'	118°44'	720
1049	Bacon Point	- id -	48°36'	121°23'	450 @ 530
1050	Marblemount	- id -	48°35'	121°24'	120
1052	Twisp	- id -	48°23'	120°24'	720 @ 840
1055	Newport	- id -	48°12'	117°03'	720
1060	Sequim	- id -	48°02'	123°02'	30 @ 90
1061	Louella Guard St.	- id -	48°00'	123°05'	450
1065	Spokane	- id -	47°47'	117°12'	550 @ 670
1071	Keechelus Lake	- id -	47°23'	121°22'	790
1072	Chester Morse Lake	- id -	47°22'	121°40'	540 @ 660
1078	Cle Elum	- id -	47°13'	121°07'	630
1081	Alder Lake	- id -	46°48'	122°17'	420
1084	Pakwood	- id -	46°34'	121°42'	300

TABLEAU I (suite) DESCRIPTION DES PROVENANCES

No du lot (*I.U.F.R.O.*)	Nom de la provenance	Origine	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1092	Glenwood	Etats-Unis (Washington)	46°00'	121°10'	480
1099	Pine Grove	Etats-Unis (Oregon)	45°06'	121°23'	720
1105	McLeod Lake	Canada (Colombie-Britannique	54°52'	122°53'	760
1106	Fort St. James	- id -	54°29'	124°15'	850
1107	Babine Lake	- id -	54°27'	125°27'	820
1108	Wansa Lake	- id -	53°46'	122°06'	880
1109	Dunster	- id -	53°07'	119°50'	820
1110	Clemina	- id -	52°35'	119°05'	880
1111	Horsefly	- id -	52°18'	121°19'	820
1112	Clinton	- id -	51°09'	121°30'	1030
1113	Marion Mill City	Etats-Unis (Oregon)	44°48'	122°42'	170
1114	Marion Detroit	- id -	44°44'	122°10'	480
1117	Marion Forks	- id -	44°30'	122°00'	1060
1121	Steamboat	- id -	43°22'	122°31'	1600
1126	Ashland	- id -	42°05'	122°39'	1490
1135	Sawyers Bar	Etats-Unis (Californie)	41°16'	123°09'	1430 @ 1470
1137	Burney	- id -	41°05'	121°39'	1020
1143	Wildwood	- id -	40°23'	123°00'	1180
1145	Covelo	- id -	39°48'	122°56'	1550
1146	Alder Springs	- id -	39°39'	122°45'	1370
1151*	Saltillo	Mexique	25°17'	100°35'	2510
1152*	Tlaxco	Mexique	19°36'	98°03'	2500
R.L.	Rivière-du-Loup	Canada (Qué.)	47°28'	69°15'	100

* La provenance Saltillo (1151) appartient à l'espèce *Pseudotsuga flahaulti* Flous et la provenance Tlaxco (1152) à l'espèce *Pseudotsuga macrolepis* Flous


CARTE 1
LOCALISATION DES PROVENANCES
DE PSEUDOTSUGA MENZIESII
(Mirb) FRANCO.
COLOMBIE-BRITANNIQUE
ALBERTA
CANADA
ÉTATS-UNIS
WASHINGTON
OREGON
IDAHO
MONTANA
CALIFORNIE
NEVADA
1151 25°17'N 100°35'W
1152 19°36'N 98°03'W

1.3 SITUATION DE L'ESSAI

L'essai, comme nous l'avons déjà mentionné, a été effectué à la pépinière expérimentale de la station forestière de Duchesnay (à 40 kilomètres au nord-ouest de la ville de Québec), près de la localité de Sainte-Catherine, comté de Portneuf.

Cette station se trouve dans la section forestière Laurentienne (L-4a de Rowe), dans l'érablière à bouleau jaune. Les sols de la pépinière sont des sables limoneux dérivés d'un dépôt fluvio-glaciaire avec un drainage de classe 2. Le plus récent échantillonnage des sols de la pépinière (automne 1974) a permis de déceler, après analyses en laboratoire, des déficiences générales en magnésium et en potassium ainsi que des manques sporadiques en azote et en phosphore. D'autre part, la teneur en matière organique et le rapport C/N sont parfois trop élevés, indiquant une décomposition plutôt lente. Une série d'amendements du sol a aussitôt été entreprise pour corriger les déficits de certains élements du régime nutritif des sols de la pépinière.

Le tableau II résume les principales caractéristiques climatologiques en vigueur à la station de Duchesnay. En complément de ces informations, mentionnons que la saison de croissance * s'est étendue sur une période de 115 jours à 137 jours selon les années, que la date de la première gelée d'automne a variée entre le 14 et le 23 septembre et celle de la dernière gelée du printemps, entre le 15 mai et le 6 juin.

---

* La saison de croissance se définit par le nombre de jour où la température minimum moyenne est supérieure à 5.6°C *(42°F)*.

TABLEAU II - MOYENNES MENSUELLES DE QUELQUES VALEURS CLIMATOLOGIQUES

STATION DE DUCHESNAY (1970-1974)

Période	TEMPERATURE					PRECIPITATION			
	Moyenne °C	Minimum Moyen °C	Minimum Absolu °C	Maximum Moyen °C	Maximum Absolu °C	Totale mm	Pluie mm	Neige mm	Nombre de jours avec précipitation
Janvier	-13.5	-19.2	-40.5	- 7.8	7.2	94.7	25.9	668	22
Février	-12.7	-18.7	-40.5	- 6.7	7.8	102.8	25.6	772	17
Mars	- 4.9	-11.0	-31.1	0.4	11.1	103.6	33.8	698	17
Avril	2.4	- 2.6	-12.7	7.3	21.1	73.9	50.5	234	15
Mai	9.5	4.1	- 7.8	14.1	29.4	136.6	128.7	79	15
Juin	15.9	10.0	- 1.7	21.8	29.4	99.5	99.5	-	12
Juillet	18.6	13.2	2.7	24.1	31.1	154.1	154.1	-	16
Août	17.1	11.7	2.7	22.5	30.6	141.7	141.7	-	15
Septembre	12.0	7.2	- 4.4	17.0	27.2	141.7	141.7	-	15
Octobre	6.0	1.4	-11.7	10.5	25.6	118.6	101.6	170	13
Novembre	- 1.1	- 4.7	-19.4	2.4	15.6	93.7	49.0	447	14
Décembre	- 9.5	-14.2	-32.2	- 4.8	7.2	126.7	42.4	843	17
Annuelle	3.2	- 1.8	-40.5	8.3	31.1	1387.6	994.5	3931	188

Toutes les données concernant la station météorologique de Duchesnay ont été fournies par le Service de météorologie du ministère des Richesses naturelles.

1.4 ACCIDENTS DIVERS

Les semis (1-0) repiqués au printemps 1971 ont très mal supporté le repiquage et seulement 50% de ceux-ci y ont survécu. Par la suite, après le premier hiver, il ne restait plus que 20% de l'effectif initialement installé dans ce dispositif. Les mesures et observations prises sur ce dispositif n'ont donc pu être utilisées dans l'analyse statistique. Celle-ci a été effectuée à partir des mesures et observations faites sur les lots repiqués au printemps 1973.

1.5 MESURES ET OBSERVATIONS

En plus des caractéristiques propres concernant l'origine des provenances (latitude (X_1), longitude (X_2) et altitude (X_3), nous avons recueilli les observations suivantes pour fins d'analyse:

- gel, automne 1971: (X_4) pourcentage de plants affectés par les premières gelées automnales au 23-XI-71 (jeunes aiguilles jaunies, bourgeon terminal gelé).
- mortalité, 1972 (X_5): pourcentage de plants morts au 01-X-72.
- aoûtement et lignification, 1971 (X_6): pourcentage de plants dont la tige de la pousse terminale est jaune-brun et durcie (lignifiée); les aiguilles de cette pousse sont vert foncé, semblables aux aiguilles de l'année précédente et le bourgeon terminal est brun et bien apparent (dégagé des aiguilles). Ce pourcentage inclut aussi les plants dont la pousse terminale est bien aoûtée et lignifiée, mais qui ont développé une pousse latérale pour laquelle le processus d'aoûtement et de lignification n'est pas encore complété (tige verte non lignifiée, aiguilles vert pâle, bourgeon partiellement ou complètement

caché dans un faisceau d'aiguilles). Cette observation a été faite le 15-XI-71.

- aoûtement,1974 (X_7): estimation en pourcentage du nombre de plants dont tous les bourgeons sont parfaitement aoûtés, c'est-à-dire bien formés, de couleur brune et bien dégagés des aiguilles (07-XI-74). A noter que la lignification a fait l'objet d'une observation séparée en 1974, mais n'a pas été retenue pour l'analyse, vu son étroite liaison avec l'aoûtement.

* forme,automne 1974 (X_8): estimation en pourcentage du nombre de plants ne présentant aucune déformation (exemples: fourche, absence de pousse terminale, port arbustif ou tige très déformée au collet): 07-XI-74.

* gel,automne 1974 (X_9): estimation en pourcentage du nombre de plants affectés par les premières gelées automnales au 07-XI-74 (jaunissement ou brunissement des aiguilles parfois accompagné de la chute de celles-ci, flétrissement de la pousse).

* hauteur,1972 (X_{10}): moyenne des hauteurs de 60 plants par provenance en centimètres à 0.5 cm près. Dans le cas où la provenance était représentée par moins de 60 plants, tous les plants ont été mesurés.

* hauteur,1974 (X_{11}): moyenne des hauteurs de 50 plants par provenance en centimètres à 0.5 cm près. La hauteur a été mesurée du sol jusqu'au plus haut point du plant.

Remarque: Toutes les observations des années 1971 et 1972, sauf la hauteur, ont été faites sur 150 plants par provenance répartis en 6 placettes-échantillons de 25 plants chacune.

Le tableau III donne les valeurs moyennes, pour chaque provenance, des onze variables étudiées.

TABLEAU III - VALEURS MOYENNES, POUR CHAQUE PROVENANCE, DES ONZES VARIABLES ETUDIEES

Numéro *IUFRO*	X_1	X_2	X_3 (m)	X_4 (%)	X_5 (%)	X_6 (%)	X_7 (%)	X_8 (%)	X_9 (%)	X_{10} (cm)	X_{11} (cm)
1001	53°37'30"	122°40'30"	540 @ 600	0	24	94	70	60	10	8.0	21.0
1003	52°41'30"	122°26'	580 @ 720	0	16	92	70	60	10	10.0	22.0
1005	52°06'45"	122°00'	600	0	7	96	90	70	10	9.0	24.0
1006	51°44'	124°44'24"	870	1	10	93	90	50	10	8.5	20.5
1007	51°39'25"	120°00'	450	5	16	90	70	40	20	8.0	26.5
1008	51°23'	117°00'	850	0	13	97	90	40	10	8.5	21.5
1010	51°12'15"	120°09'45"	420	2	6	100	90	40	10	14.0	27.0
1013	51°00'	118°12'	600	1	10	91	80	50	10	14.0	27.0
1014	50°56'	119°13'	430	5	69	83	90	70	10	13.0	26.0
1015	50°53'	119°24'	360 @ 440	1	25	92	70	40	20	14.0	23.5
1016	50°07'	119°15'	510	5	15	83	60	40	30	15.0	27.0
1017	50°50'	119°34'	570	2	15	95	70	50	20	12.5	27.0
1018	50°44'	119°13'	420 @ 500	6	13	84	50	60	20	11.0	28.0
1019	50°37'	119°54'	600 @ 660	1	20	95	70	40	0	8.5	20.5
1020	50°35'	119°38'	900	1	9	96	60	30	10	6.0	16.0
1021	50°33'24"	122°30'	270	8	9	47	70	40	70	13.5	22.5
1022	50°32'	119°24'	750	2	6	95	80	40	10	9.0	21.5
1027	50°11'30"	122°52'30"	630	35	45	18	60	10	80	12.0	24.0
1028	50°04'20"	120°51'	790 @ 910	0	28	95	70	60	10	8.5	21.0
1030	49°46'30"	123°09'	15	88	43	2	30	30	70	13.0	30.0
1033	49°39'45"	125°09'20"	600	79	43	3	70	30	60	12.5	34.0
1034	49°30'40"	123°52'55"	180	83	58	4	30	10	70	12.0	25.0
1035	49°30'	117°16'	760 @ 880	1	17	98	60	50	20	10.0	23.5
1038	49°06'	121°42'	900	50	14	21	80	30	30	16.0	27.0
1048	48°36'	118°44'	720	0	9	100	90	40	0	11.0	18.5
1049	48°36'	121°23'	440 @ 540	65	48	21	60	30	60	11.0	26.0
1050	48°35'	121°24'	120	75	52	15	70	20	60	13.0	22.0
1052	48°23'	120°24'	720 @ 840	3	28	81	80	30	10	9.5	21.0
1055	48°12'	117°03'	720	1	14	94	70	60	20	8.0	22.5
1060	48°02'	123°02'	30 @ 90	92	74	2	10	0	100	10.5	23.0
1061	48°00'	123°05'	450	79	86	12	30	30	60	9.0	30.5
1065	47°47'	117°12'	550 @ 670	2	17	90	90	90	10	9.0	19.0

TABLEAU III (suite) VALEURS MOYENNES, POUR CHAQUE PROVENANCE, DES ONZES VARIABLES ETUDIEES

Numéro *IUFRO*	X_1	X_2	X_3 (m)	X_4 (%)	X_5 (%)	X_6 (%)	X_7 (%)	X_8 (%)	X_9 (%)	X_{10} (cm)	X_{11} (cm)
1071	47°23'	121°22'	790	(pas germé)		-	-	-	-	-	-
1072	47°22'	121°40'	540 @ 660	75	45	8	60	60	50	12.0	30.5
1078	47°13'	121°07'	630	15	35	53	30	50	70	9.5	30.0
1081	46°48'	122°17'	420	81	71	15	30	10	80	9.5	24.5
1084	46°34'	121°42'	300	91	73	9	30	10	80	10.0	24.0
1092	46°00'	121°10'	480	62	40	15	30	20	80	12.0	24.5
1099	45°06'	121°23'	720	40	28	30	80	30	30	11.5	25.0
1105	54°52'	122°53'	760	1	66	85	90	50	0	7.0	16.0
1106	54°29'	124°15'	850	2	14	79	70	60	10	9.5	18.5
1107	54°27'	125°27'	820	1	27	90	80	30	0	8.0	16.5
1108	53°46'	122°06'	880	(pas germé)		-	-	-	-	-	-
1109	53°07'	119°50'	820	3	23	92	70	50	0	9.0	23.0
1110	52°35'	119°05'	880	5	35	83	40	50	30	9.5	24.5
1111	52°18'	121°19'	820	2	30	87	70	60	0	7.0	19.5
1112	51°09'	121°30'	1030	1	13	95	70	50	10	7.5	19.5
1113	44°48'	122°42'	170	94	56	3	30	10	80	11.0	24.5
1114	44°44'	122°10'	480	88	70	6	10	0	90	11.5	30.0
1117	44°30'	122°00'	1060	34	20	58	40	40	90	11.5	29.0
1121	43°22'	122°31'	1600	61	63	28	50	20	80	9.5	24.0
1126	42°05'	122°39'	1490	45	53	54	40	10	80	11.5	24.0
1135	41°16'	123°09'	1430 @ 1470	71	62	34	50	10	90	13.0	21.5
1137	41°05'	121°39'	1020	71	71	34	60	30	80	12.0	23.5
1143	40°23'	123°00'	1180	82	55	16	30	0	100	11.5	23.0
1145	39°48'	122°56'	1550	82	45	18	30	0	80	14.0	26.0
1146	39°39'	122°45'	1370	69	81	38	20	0	90	12.0	21.5
1151	25°17'	100°35'	2510	100	100	-	-	-	-	-	-
1152	19°36'	98°03'	2500	100	100	-	-	-	-	-	-
R.L.	47°28'	69°15'	100	0	31	97	80	50	10	6.5	16.0

X_1 latitude Nord
X_2 longitude Ouest
X_3 altitude en mètres
X_4 pourcentage de plants atteints par le gel à l'automne 1971
X_5 pourcentage de plants morts au 01-X-72
X_6 pourcentage de plants aoûtés et lignifiés au 15-XI-71
X_7 pourcentage de plants aoûtés au 07-XI-74
X_8 pourcentage de plants bien formés à l'automne 1974
X_9 pourcentage de plants atteints par le gel à l'automne 1974.
X_{10} hauteur totale en cm à l'automne 1972
X_{11} hauteur totale en cm à l'automne 1974

CHAPITRE 2

RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 CORRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTES VARIABLES

Le tableau IV donne les coefficients de corrélation entre les variables énumérées plus haut.

Dans ce tableau, les coefficients significativement différents de 0 au seuil de 5% sont suivis d'un astérique et, au seuil de 1%, de deux astériques.

Les caractères relatifs à la résistance au froid sont très fortement liés entre eux. Ainsi, les dégâts de gel (X_4 et X_9) et la mortalité (X_5) s'opposent au pourcentage de plants bien aoûtés et lignifiés (X_6,X_7) et au pourcentage de plants bien formés (X_8). De plus, il ressort de l'examen de ce tableau que plus l'origine des provenances (X_1) est septentrionale, plus cette résistance au froid est développée.

Par contre, l'influence de la longitude (X_2) et de l'altitude (X_3) d'origine n'est que peu ou pas mise en évidence à partir de l'échantillonnage de provenances étudiées.

Enfin, la croissance initiale (X_{10}) semble assez fortement liée à la latitude d'origine (négativement), mais cette tendance ne ressort plus après quatre saisons de végétation (X_{11}). On constate cependant que le caractère croissance (X_{10} et X_{11}) est lié positivement au pourcentage de plants gelés (X_4 et X_5) et négativement à l'aoûtement (X_6). En effet, les provenances qui aoûtent le plus tardivement dans la saison ont en général le temps de faire une pousse plus longue que les autres mais sont par contre plus sensibles aux premières gelées d'automne.

2.2 ESSAI DE REGROUPEMENT DES CARACTERES ET DE CLASSEMENT GENERAL DES PROVENANCES

Nous avons, lors de l'analyse statistique, cherché à regrouper les provenances qui semblaient réagir de la même façon ou presque aux conditions écologiques du lieu de l'essai. Pour ce faire, nous avons d'abord étudié les observations faites sur les semis avant le repiquage et, dans un deuxième temps, nous avons fait porter l'analyse sur toutes les observations recueillies sur le comportement des provenances durant l'essai en pépinière.

Pour les raisons expliquées au paragraphe 1.4 , les calculs ont été effectués avec les moyennes par provenance de chaque caractère retenu. Nous avons alors procédé par la méthode de l'analyse des composantes principales .

TABLEAU IV - COEFFICIENTS DE CORRELATIONS

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1	0	-0.42**	-0.67**	-0.55**	+0.58**	+0.58**	+0.63**	-0.77**	-0.34**	-0.23
X_2		1	+0.22	+0.25	+0.14	-0.28*	-0.21	+0.10	+0.22	+0.25	+0.28*
X_3			1	-0.05	+0.02	+0.12	-0.01	-0.06	+0.18	-0.05	-0.18
X_4				1	+0.78**	-0.96**	-0.74**	-0.71**	+0.79**	+0.39**	+0.46**
X_5					1	-0.72**	-0.64**	-0.59**	+0.62**	+0.13	+0.21
X_6						1	+0.70**	+0.66**	-0.80**	-0.44**	-0.50**
X_7							1	+0.63**	-0.72**	-0.18	-0.40**
X_8								1	-0.64**	-0.25	-0.08
X_9									1	+0.44**	+0.46**
X_{10}										1	+0.58**
X_{11}											1

* coefficient significativement différent de 0 au seuil de 2%
** coefficient significativement différent de 0 au seuil de 1%

2.2.1 ANALYSE DES COMPOSANTES PRINCIPALES SUR LES SEMIS NON REPIQUES (1-0 et 2-0)

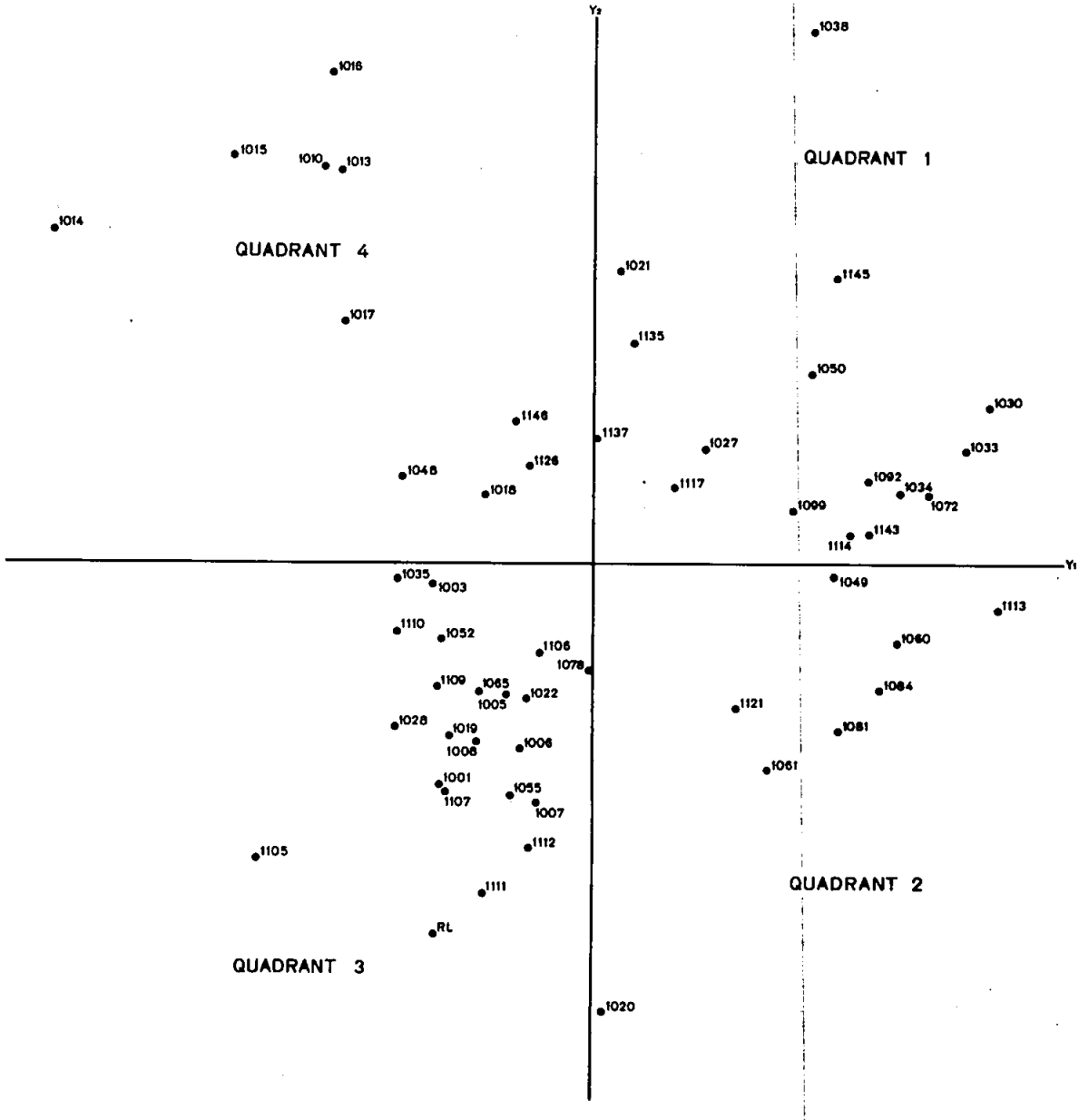
Cette analyse a été faite à partir des observations suivantes: gel à l'automne 1971 (X_4), mortalité à l'automne 1971 (X_5), aoûtement et lignification à l'automne 1971 (X_6) et hauteur à l'automne 1972 (X_{10}).

Le tableau V donne les résultats de cette analyse.

- la première composante (Y_1) qui correspond à 70.4% de la variation totale, est dominée par deux caractères qui concernent le pourcentage de gel et l'aoûtement, la mortalité intervenant à un degré moindre.

- la deuxième composante (Y_2), qui participe pour 22.5% de la variance, comporte un seul caractère important: la hauteur à l'automne 1972.

- dans la troisième (Y_3), (6.3% de la variation), c'est le caractère mortalité qui domine.



Graphique 1 — COMPOSANTES PRINCIPALES, Semis (1-0 et 2-0)

TABLEAU V: ANALYSE DES COMPOSANTES PRINCIPALES, semis (1-0 et 2-0)

Composantes principales / caractères initiaux	Composante	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
	Valeur propre	2.817	0.899	0.246	0.038
	% variation cumulée	70.4	92.9	99.1	100
X_4		0.579	-0.084	-0.341	0.736
X_5		0.495	-0.437	0.745	-0.095
X_6		-0.574	0.005	0.470	0.670
X_{10}		0.299	0.895	0.329	0.019

La projection des différentes provenances sur les deux premières composantes, qui absorbent 92.9% de la variation totale, fait apparaître quelques groupes (graphique 1).

Les provenances situées dans les quadrants 3 et 4 du graphique semblent avoir un bon comportement par rapport aux conditions du lieu de l'essai (les valeurs négatives de Y_1 correspondent en effet à une bonne résistance au froid avec un faible pourcentage de gel et un bon aoûtement). Par contre, les provenances situées dans les quadrants 1 et 2 semblent beaucoup moins bien adaptées.

Sur Y_2 , la dispersion des provenances se fait en fonction de leur croissance en hauteur; en effet, les valeurs positives de Y_2 correspondent à une bonne croissance en hauteur car le coefficient du caractère important de cette composante est positif. Ainsi, les provenances Barrière (1010), Revelstoke (1013), Eagle Bay (1014), Blind Bay (1015), White Lake (1016) et Squilax (1017) ont démontré la meilleure adaptation aux conditions de l'essai tout en ayant la meilleure croisssance à l'état de semis.

En se référant à la localisation originale des provenances (voir carte 1), il apparaît que ce sont les provenances originaires de la zone intérieure de la Colombie-Britannique et de l'Etat de Washington qui ont donné les meilleurs résultats, notamment celles du district de Yale et en particulier de la région du lac Shuswap.

2.2.2 ANALYSE DES COMPOSANTES PRINCIPALES SUR LES SEMIS ET LES PLANTS (1-0 à 2-2)

Cette analyse a été faite sur les observations utilisées précédemment (X_4, X_5, X_6 et X_{10}), en y ajoutant des observations faites sur les plants (2-2) à l'automne 1974: aoûtement (X_7), forme (X_8), gel (X_9) et hauteur (X_{11}).

Le tableau VI donne les résultats de cette analyse.

TABLEAU VI: ANALYSES DES COMPOSANTES PRINCIPALES

SEMIS ET PLANTS (1-0 à 2-2)

Composantes principales / Caractères initiaux	Composante	Y_1	Y_2	Y_3
	Valeur propre	5.183	1.276	0.578
	% variation cumulée	64.8	80.7	88.0
X_4		0.420	-0.058	0.006
X_5		0.344	-0.323	0.158
X_6		-0.414	-0.019	-0.005
X_7		-0.367	0.175	-0.319
X_8		-0.358	0.211	0.517
X_9		0.414	-0.040	-0.023
X_{10}		0.212	0.657	-0.536
X_{11}		0.235	0.619	0.564

- La première composante (Y_1), qui correspond à 64.8% de la variation totale, est dominée par les caractères de résistance au froid et de longueur de saison de végétation: gel (X_4 et X_9 , aoûtement et lignification (X_6 et X_7), forme (X_8) et mortalité (X_5).

- La deuxième composante (Y_2) , avec 15.9% de la variation, est dominée par les caractères hauteur en 1972 (X_{10}) et hauteur en 1974 (X_{11}).

- Dans la troisième (Y_3) (7.3% de la variation), ce sont les caractères de croissance (X_{10} et X_{11}) et de forme (X_8) qui dominent.

La projection des différentes provenances sur les deux premières composantes est présentée dans le graphique 2.

Deux groupes distincts de provenances se retrouvent dans ce graphique, rassemblant à quelques exceptions près les mêmes lots de graines que dans le graphique 1. En effet, les quadrants 3 et 4 renferment les provenances les mieux adaptées à la station de l'essai et les quadrants 1 et 2, celles qui ont le plus souffert des conditions en vigueur au lieu de l'essai.

De plus, on retrouve une certaine dispersion des provenances sur l'axe Y_2 en fonction de la croissance des plants (les valeurs positives de Y_2 correspondent à une bonne croissance en hauteur car les coefficients des caractères importants (X_{10} et X_{11}) de cette composante sont positifs).

Les conclusions qui découlent de cette analyse sont donc très semblables à celles de l'analyse précédente. Ainsi, le comportement des provenances après le repiquage est très proche de celui à l'état de semis et ce sont toujours les régions intérieures de la Colombie britannique et du nord-est de l'Etat de Washington qui semblent être les meilleurs sources de graines pour nos conditions.

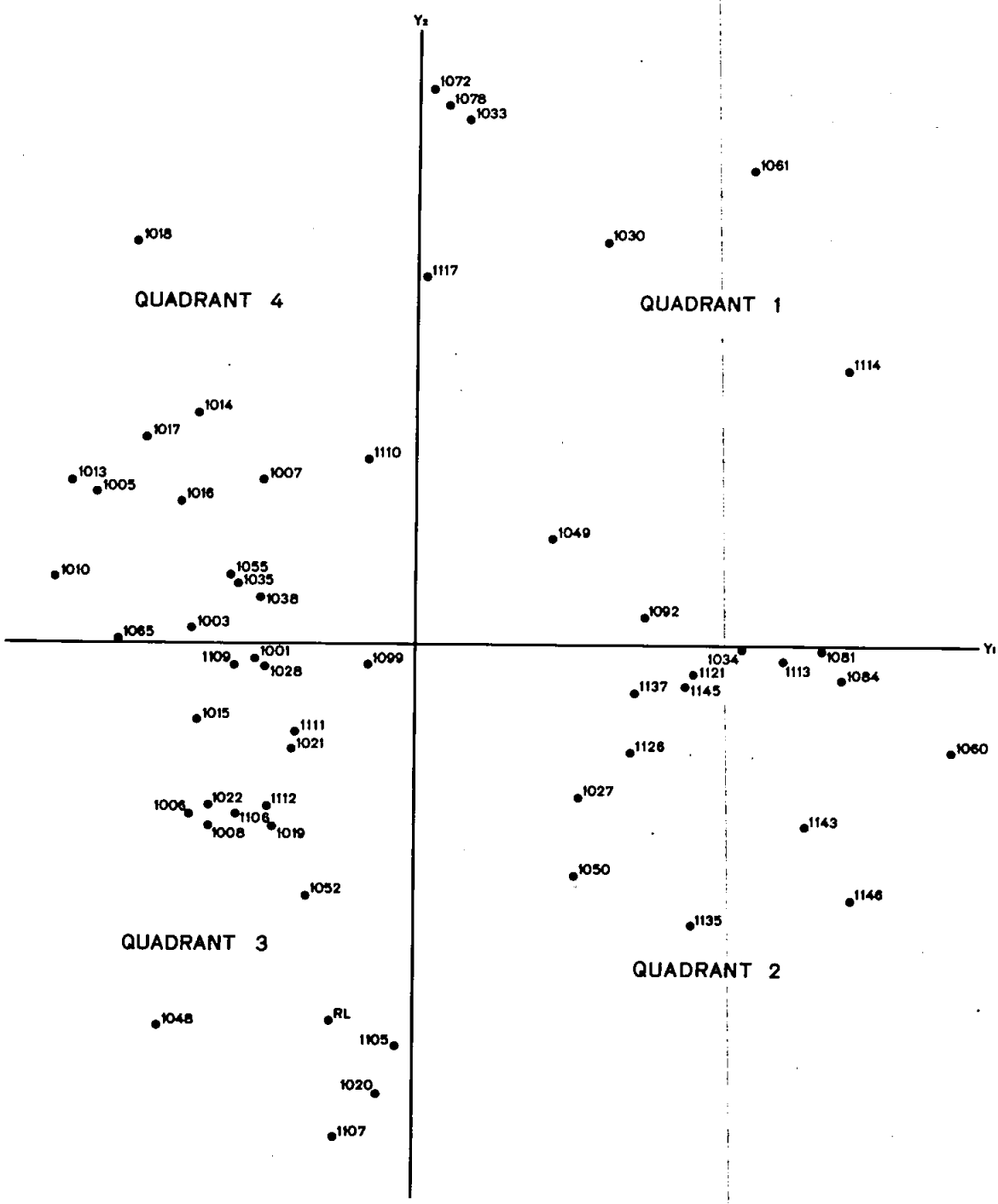
Le groupe de provenances originaires du district de Yale et présentant une croissance supérieure à la moyenne se retrouve également dans le graphique; cependant, la provenance Blind Bay (1015) s'en trouve séparée vers le bas et la provenance Salmon Arm (1018) s'en détache vers le haut, principalement du fait de leur hauteur mesurée à l'automne 1974.

Les groupements obtenus lors de ces deux analyses doivent être rapprochés des aires de distribution des deux variétés de douglas taxifolié (var. *menziesii* Franco et var. *glauca* Franco). En effet, l'ensemble des provenances les mieux adaptées aux conditions du lieu de l'essai correspond géographiquement à l'aire naturelle de distribution de la variété *glauca* Franco. Cette constatation a d'ailleurs été confirmée par les observations relatives à la couleur qui ont été faites sur les semis et les plants en pépinière.

2.3 LIAISON ALTITUDE D'ORIGINE ET CROISSANCE INITIALE POUR UNE LATITUDE DONNEE

Lors d'une étude des corrélations entre les différentes variables, le caractère altitude d'origine n'a semblé avoir aucune liaison avec les autres variables observées. Cependant, l'analyse des composantes principales a permis de délimiter grossièrement une zone intéressante de sources de graines à l'intérieur de la Colombie-Britannique entre le 50e degré de latitude nord et le 52e (district de Yale).

L'observation de la croissance des provenances originaires de cette zone a conduit à refaire un calcul des coefficients de corrélation entre l'altitude d'origine et ce caractère pour les provenances comprises entre ces deux degrés de latitude.



Graphique 2 — COMPOSANTES PRINCIPALES,
Semis et plants (1-0 à 2-2)

Le tableau VII donne les résultats de ce calcul.

TABLEAU VII: CORRELATION ALTITUDE - HAUTEUR
PROVENANCES SITUEES ENTRE LE 50° ET LE 52° N.

PROVENANCES N° *IUFRO*	ALTITUDE D'ORIGINE (m) (A)	HAUTEUR A. 1972 (mm) (B)	HAUTEUR A. 1974 (mm) (C)
1015	400	140	235
1010	420	140	270
1014	430	130	260
1007	450	80	265
1018	460	110	280
1016	510	150	270
1017	570	125	270
1013	600	140	270
1019	630	85	205
1022	750	90	215
1028	850	85	210
1008	850	85	215
1006	870	85	205
1020	900	60	160
1112	1030	75	195
Coefficients de Correlation A-B	r_1 = -0.594 *		
Coefficients de Correlation A-C		r_2 = -0.821 **	
Coefficients de Correlation B-C			r_3 = +0.7803 **

* coefficient significativement différent de 0 au seuil de 2%
** coefficient significativement différent de 0 au seuil de 1%

Les coefficents de corrélation entre l'altitude et les hauteurs mesurées en 1972 et 1974 ont été testées et il y a moins de 1% de chance que leurs valeurs soient attribuables au hasard, c'est pourquoi ils permettent d'avancer l'hypothèse selon laquelle l'altitude du lieu d'origine des graines a une influence certaine sur la croissance initiale des plants, pour une latitude donnée.

La croissance initiale serait donc d'autant plus forte que l'altitude du lieu de récolte serait plus faible.

Cette dernière constatation permet de préciser les provenances les plus intéressantes à utiliser dans la région de Québec de par leur bonne résistance aux conditions climatologiques et leur bonne croissance initiale; en voici la liste: Salmon Arm (1018), Squilax (1017), White Lake (1016), Revelstoke (1013), Barrière (1010), Clearwater (1007), Eagle Bay (1014) et Blind Bay (1015).

CONCLUSION

Ce premier test précoce en pépinière sur 59 provenances de douglas taxifolié, conduit au niveau des moyennes par provenance, a surtout permis de mettre en évidence une différence dans la résistance au froid des provenances selon leur origine. Ainsi, la zone intérieure du nord-ouest du continent nord-américain semble fournir les lots de graines les mieux adaptés à nos conditions. A l'intérieur de cet ensemble de provenances "adaptées", les meilleures croissances en pépinière ont été observées chez des provenances originaires de la région du lac Shuswap dans la division de Kamloops du district de Yale (B. C.).

Toutefois, il convient de faire les réserves suivantes:

- Ces résultats concernent le comportement d'une collection de provenances élevées dans la région de la ville de Québec. Ils seraient peut-être différents si l'on était placé dans une autre région de la province.

- Les mesures et observations ont été effectuées sur un matériel très jeune (1 à 4 ans) qui séjourne encore sous la neige en hiver. Rien ne prouve que nous obtiendrons des résultats similaires lorsque les cîmes auront dépassé le niveau de la neige et seront alors exposées au dessèchement hivernal.

- Les résultats concernant la croissance doivent être examinés avec réserve car les mesures ont été faites sur des lots sans répétition, le dispositf installé étant inutilisable par suite d'une très forte mortalité au cours de la première année.

- Ce premier test ne portait que sur 59 provenances de l'*I.U.F.R.O.* et il est possible que nous découvrions de meilleures provenances à l'aide du test sur 131 provenances de douglas taxifolié ensemencé à l'automne 1972 en trois répétitions, à la pépinière de Duchesnay.

C'est pour ces raisons qu'il faudra attendre encore quelques années pour que les plantations comparatives installées ou en voie de l'être dans les différents arboretums de la province puissent nous fournir un bilan plus définitif concernant l'introduction du douglas dans le Québec.

BIBLIOGRAPHIE

BIALOBOK,S. et L. MEJNARTOWICZ , 1970. *Provenance differenciation among Douglas fir seedlings.* Arboretum Kornickie XV: 197-219.

BIROT,Y., 1972. *Variabilité infraspécifique du poids de la graine chez le Douglas* (Pseudotsuga menziesii *Mirb. Franco*). Silvae Genetica 21,6: 230-243.

BIROT,Y. et P. FERRANDES, 1972. *Quelques aspects de la variabilité infraspécifique du Douglas* (Pseudotsuga menziesii *Mirb. Franco*) *introduit en zone méditerranéenne subhumide.* Ann. Sci. forest. 29 (3): 335-351.

GATTI,F., 1971. *Osservazioni sulla fenologia di alcune provenienze di* Pseudotsuga menziesii *e di* Pinus sylvestris. Ann. Ist. Sperim. per la Selvic. Vol. II, Arezzo: 217-243.

KUNG F.H. et J.W. WRIGHT, 1972. *Parallel and divergent evolution in Rocky Mountain trees.* Silvea genetica 21, 3-4: 77-85.

LACAZE,J-F.et R. TOMASSONE,1967. *Contribution à l'étude de la variabilité du Douglas* (Pseudotsuga menziesii *Mirb.*). Ann. Sci. forest. 24 (1): 85-106.

TOMASSONE,R., 1965. *L'analyse des composantes principales.* Centre National de Recherches Forestières. Station de Biométrie. Note scientifique N° 1.

VEILLEUX,J.-M., 1975. *Rapport d'analyse des propriétés physico-chimiques des sols. Pépinière de Duchesnay - Comté de Portneuf. Echantillonnage 1974.* Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts, Rap. interne n° 153, 27 p.

L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Avril 1976