

4

Service Forestier des Grands Lacs
A
ST-LAURENT

**LE DÉVELOPPEMENT DES PROVENANCES
D'ÉPINETTE BLANCHE DE LA RÉGION
FORESTIÈRE DES GRANDS-LACS ET
DU ST-LAURENT AU QUÉBEC**

par

A. Corriveau et M. Boudoux

**LABORATOIRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES
STE-FOY, QUÉBEC
RAPPORT D'INFORMATION Q-F-X-15**

**SERVICE CANADIEN DES FORÊTS
MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES FORÊTS
AVRIL 1971**

LE DÉVELOPPEMENT DES PROVENANCES D'ÉPINETTE BLANCHE
DE LA RÉGION FORESTIÈRE DES GRANDS-LACS ET DU ST-LAURENT AU QUÉBEC

par

A. Corriveau et M. Boudoux

LABORATOIRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES

STE-FOY, QUÉBEC

RAPPORT D'INFORMATION Q-F-X-15

SERVICE CANADIEN DES FORÊTS

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES FORÊTS

AVRIL 1971

TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME.....	1
SUMMARY.....	2
INTRODUCTION.....	3
L'écologie de l'épinette blanche et son importance dans le reboisement au Québec.....	5
I Description de l'expérience.....	7
1.1 Provenances expérimentées.....	7
1.2 Stade pépinière.....	7
1.3 Stade plantation comparative.....	7
1.4 Mesures effectuées.....	8
II Résultats et discussions.....	12
II.A. Variations interprovenances et interplantations.....	12
2.1 Taux de survivance.....	12
2.2 Croissances en hauteur.....	12
2.3 Dessèchement hivernal.....	18
2.4 Double flèche terminale.....	19
2.5 Dessèchement du bourgeon principal.....	19
2.6 Dommages causés par la faune.....	22
II.B. Ordre d'importance des facteurs climatiques sur le développement des provenances.....	25
Conclusions.....	28
Remerciements.....	30
References.....	31

TABLEAUX

Page

1	Liste des provenances.....	9
2	Description des stations.....	10
3	Dispositif des plantations comparatives.....	11
4	Taux de survivance des provenances dans chaque plantation comparative.....	14
5	Hauteur totale moyenne des provenances dans chaque plantation comparative (pieds).....	16
6	Pourcentage des plants affectés par le dessèchement hivernal dans chaque plantation comparative.....	17
7	Pourcentage des plants possédant une double flèche terminale dans chaque plantation comparative.....	20
8	Pourcentage des plants dont le bourgeon de la flèche terminale était desséché en septembre 1969.....	21
9	Pourcentage des plants endommagés par la faune dans chaque plantation comparative.....	24
10	Matrice du coefficient de corrélation entre la hauteur totale, le taux de survivance, le dessèchement hivernal et l'origine (latitude et longitude) des provenances dans chaque plantation....	33
11.1	Influence des facteurs climatiques du milieu sur le taux de survivance des provenances d'épinette blanche.....	34
11.2	Influence des facteurs climatiques du milieu sur la croissance en hauteur des provenances d'épinette blanche.....	35
11.3	Influence des facteurs climatiques du milieu sur le taux de dessèchement hivernal des provenances d'épinette blanche.....	36

(suite)

TABLEAUX

Page

11.4	Influence des facteurs climatiques du milieu sur la formation d'une double flèche terminale chez les provenances d'épinette blanche.....	37
11.5	Influence des facteurs climatiques du milieu sur le dessèchement du bourgeon principal de la flèche terminale chez les provenances d'épinette blanche.....	38

Figures

1. Situation géographique des plantations comparatives et lieu d'origine des provenances d'épinette blanche de la région forestière des Grands-Lacs et du St-Laurent.
2. Données climatiques des stations météorologiques les plus rapprochées des plantations expérimentales.
3. Relations entre la croissance en hauteur de 25 provenances d'épinette blanche de la région des Grands-Lacs et du St-Laurent dans cinq plantations au Québec et la latitude et longitude du lieu d'origine.

RESUME

Aux printemps de 1964 et 1965 des semis de quelque vingt-cinq provenances d'épinette blanche de la région forestière des Grands Lacs et du St-Laurent furent plantés en dispositif expérimental dans cinq localités du Québec.

A l'automne 1969 des mesures et observations d'ordre biologique et phénologique furent effectuées dans chacune des cinq plantations.

Le présent travail traite des variations inter-provenances, de l'influence des facteurs climatiques sur leur développement ainsi que de l'existence de corrélations entre leur origine (latitude et longitude) et leurs caractères biologiques et phénologiques.

L'on a ainsi pu constater l'existence de différences significatives, au niveau de probabilité de 99%, entre la croissance en hauteur des différentes provenances d'une même plantation, ainsi qu'entre la croissance en hauteur d'une même provenance dans les différentes plantations.

Par comparaison des résultats obtenus des cinq stations, nous décelons aussi l'existence d'une certaine interaction génotype/milieu, ainsi les provenances de la partie sud de cette région forestière ont de façon générale une meilleure croissance juvénile que les provenances plus nordiques; également les provenances les plus à l'ouest sont de façon générale moins sensibles au dessèchement hivernal que les provenances de l'est.

Quelques provenances ont démontré une vigueur supérieure à l'ensemble dans chacune des plantations et devront faire l'objet d'une attention particulière dans l'avenir.

SUMMARY

In the springs of 1964 and 1965, twenty-five white spruce provenances from the Great Lakes - St-Lawrence Forest Region were planted in five different localities in the Province of Quebec.

Analysis of the growth behaviour of these provenances indicated that significant differences in height occurred between provenances at any one site, and between the same provenances on different sites.

Provenances from the southern part of the region of origin were superior in growth to those from the northern part. In addition the more western provenances were generally less sensitive to winter dessication than those from the eastern part.

A number of provenances showed superior growth in all five localities. These provenances are identified and it is suggested that they should receive special attention in silvicultural and breeding programs.

INTRODUCTION

Depuis quelque vingt ans de nombreux projets de recherche ont été entrepris dans le but de connaître la variabilité génétique de nos essences indigènes et la réponse des essences exotiques de valeur commerciale aux conditions climatiques rigoureuses de notre pays. Durant cette période quelque trois cents plantations expérimentales ont été réalisées par les chercheurs de la Station Expérimentale de Petawawa, tant au Canada qu'à l'étranger, en collaboration avec les organismes de recherche fédéraux et provinciaux, les industries et universités canadiennes et étrangères.

En 1967 une évaluation systématique des essais de provenances établis au Québec, fut entreprise par L. Roche (Projet n° Q-36). Ce dernier écrivit un rapport sur un essai de provenances d'épinette rouge (Roche, 1969) et commença également à prendre des mesures en ce qui concerne l'épinette blanche. Cette expérience fait l'objet de la présente publication. Actuellement, la responsabilité de la continuation de ces travaux a été confiée à A. Corriveau.

En 1954 Mark Holst, au service de la Station Expérimentale de Petawawa soumettait un projet de recherche ayant pour buts:

- 1° D'étudier les variations clinales et écotypiques de l'épinette blanche de la région forestière des Grands-Lacs et du St-Laurent.
- 2° De trouver, d'enregistrer et de préserver pour l'avenir, des phénotypes supérieurs de cette espèce.

Dans cette optique quelque cinquante provenances d'épinette blanche furent récoltées dans l'ensemble de la région forestière du St-Laurent et des Grands-Lacs. Au printemps de 1960 ces provenances furent semées à la pépinière de Petawawa. Les semis (2 + 0) devant servir aux tests de provenances dans le Québec furent par la suite repiqués dans les pépinières de Harrington Farm (C.I.P.) Grandes Piles (provinciale) et Valcartier (fédérale), ces dernières étant situées à proximité des terrains devant servir aux plantations de 1964 et 1965. Dans le cadre de ce projet de recherche quelque vingt plantations comparatives furent établies au Canada, sept sont au Québec donc cinq sous notre responsabilité et deux sous la responsabilité de l'Université Laval.

La présente étude est une partie seulement du vaste projet de recherche qui doit être réalisé dans le but de déterminer les variations génétiques de l'épinette blanche au Canada. Quoiqu'elle ne se rapporte qu'à un nombre relativement faible de provenances, cette étude contribue cependant à augmenter nos connaissances des variations génétiques de l'épinette blanche de la région écologique concernée, permet la découverte et la conservation de géotypes supérieurs et aide à la délimitation de zones de récolte de graines, bases essentielles à la pleine exploitation des ressources génétiques de l'espèce.

L'ÉCOLOGIE DE L'ÉPINETTE BLANCHE ET SON IMPORTANCE
DANS LE REBOISEMENT AU QUÉBEC

L'épinette blanche (Picea glauca (Moench) Voss) est répandue dans toutes les provinces canadiennes, des côtes de l'Atlantique jusqu'en Alaska. Au Québec, bien qu'elle soit en grande abondance surtout dans la partie sud, elle est toutefois présente jusqu'à la limite de la végétation arborescente. On la retrouve généralement comme espèce compagne, particulièrement dans les peuplements mélangés de sapin baumier, de bouleau à papier, de tremble ou encore de bouleau jaune, mais en nombre plus restreint dans les peuplements feuillus et particulièrement dans l'érablière.

L'épinette blanche ne se développe que très rarement et ce dans des conditions particulières en peuplement pur dans la forêt du Québec. On ne la rencontre alors que dans l'aire climatique du bouleau jaune, c'est-à-dire dans les contreforts du sud des Laurentides et des Appalaches et sur les terrains qui ont été défrichés, pâturés, puis abandonnés. Selon Rey (1960) la définition ombrothermique de l'épinette blanche au Québec est de 32.4° F et 25.4 pouces de précipitation annuelle avec amplitude à 25° T.F.P. et 40 pouces.

Cette espèce a des exigences minérales supérieures à celles des autres conifères; en peuplement pur, elle affectionne les sols calcaires ou encore les argiles limoneuses ayant une haute capacité d'échange et une grande quantité d'éléments nutritifs assimilables. Des expériences de germination de graines faites en fonction du pH ont démontré que cette essence se développe à une valeur de pH variant entre 5.0 et 7.0, l'optimum se trouvant aux environs de 6.5 (Lafond 1966).

La croissance de l'épinette blanche en forêt québécoise est excellente. Des arbres isolés atteignent facilement de 100 à 125 pieds de hauteur et de 25 à 30 pouces de diamètre. Lafond (1966) rapporte avoir mesuré des individus de 110 pieds de hauteur et 26 pouces de diamètre âgés de 110 ans dans la région de Chibougamau, ce qui prouve un excellent accroissement qui se maintient durant de longues périodes de temps, conclut l'auteur. Cette espèce que l'on a eu tendance à planter un peu partout dans le passé sur les terrains abandonnés par la culture se montre très exigeante. Il n'est donc pas recommandable de la planter sur des sols à texture sablonneuse et à nappe phréatique très basse. Cependant en plantation dans des conditions favorables, elle a l'avantage de s'accroître très rapidement et d'avoir peu de parasites (Lafond, 1966).

Au Québec en 1970 quelque 4700 contenants de 40 litres de cônes d'épinette blanche furent récoltés sur une superficie approximative de 800 à 8000 acres. Cette même année, environ 13 des 53 millions de semis produits en pépinière furent des semis d'épinette blanche. En 1985 l'objectif à atteindre est de 50 millions de plants de cette même espèce devant servir au reboisement des fermes abandonnées, des bûchés et brûlés régénérés, ainsi qu'à la plantation de superficies boisées hautement productives devant faire l'objet d'une sylviculture intensive (Chiffres fournis par le Service de la Restauration, Ministère des Terres et Forêts du Québec).

I. DESCRIPTION DE L'EXPERIENCE

1.1 Provenances expérimentées

Les sources de graines étudiées sont décrites au tableau 1. Elles sont en majorité originaires de la région forestière des Grands-Lacs et du St-Laurent. On remarquera aussi la présence d'une provenance du nord-est américain (Marquette Co. Mich.) (Figure 1).

1.2 Stade pépinière

Les provenances furent semées en plein selon un dispositif en bloc, à la pépinière de Petawawa au printemps de 1960.

Les semis de deux ans furent repiqués selon un dispositif en bloc au printemps de 1962 dans les pépinières de Harrington Farm, Grandes Piles et Valcartier.

1.3 Stade plantations comparatives

Les plants de quatre (2 + 2) et cinq ans (2 + 3) furent repiqués dans cinq stations aux printemps de 1964 et 1965. Ces dernières sont sommairement décrites au tableau 2.

La plantation typique devait comprendre 25 provenances représentées par 6 répétitions de 25 plants, la densité de plantation

correspondant à l'écartement de 6 X 6 pieds dans les cinq stations. Les dispositifs expérimentaux sont représentés au tableau 3; ils ont varié quelque peu selon la topographie des lieux et l'espace disponible.

1.4 Mesures effectuées

A l'âge de dix ans, soit à l'automne de 1969, le taux de survivance de chaque provenance fut déterminé. Egalemeut des mesures de caractère phénologique telles que hauteur totale (au dixième de pied près), double flèche terminale, bourgeon de la flèche terminale desséché et mesures diverses: dégâts par le gel, dommages causés par les insectes et la faune, furent prises sur chaque plant.

LISTE DES PROVENANCES

N ^o	Provenance	Localité	Latitude (N)	Longitude (W)
1	2469	Aylmer Lake, Ont.	47° 46'	80° 59'
2	2438	Peterborough, Ont.	44° 18'	78° 18'
3	2446	Beloeil, Qué.	45° 34'	73° 11'
4	2445	Cushing, Qué.	45° 48'	74° 54'
5	2453	Franchère Tp, Qué.	45° 50'	74° 57'
6	2464	Chalk River, Ont.	46° 01'	77° 27'
7	2463	Notre-Dame du Laus, Qué.	46° 06'	75° 36'
8	2467	Miller Lake, Ont.	46° 15'	81° 00'
9	2470	St-Sylvestre, Qué.	46° 22'	71° 13'
10	2603	Marquette Co., Mich.	46° 30'	87° 20'
11	2447	Grandes Piles, Qué.	46° 48'	72° 42'
12	2452	Lac Mattawin, Qué.	46° 49'	74° 18'
13	2454	Lac Baskatong, Qué.	46° 50'	75° 50'
14	2455	Lac Dumoine, Qué.	46° 50'	77° 50'
15	2449	St-Raymond, Qué.	46° 53'	71° 50'
16	2491	Valcartier, Qué.	46° 56'	71° 29'
17	2471	Monk, Qué.	47° 06'	69° 59'
18	2484	Lac Mitchinamecus, Qué.	47° 20'	75° 05'
19	2473	Edmundston, N.B.	47° 24'	68° 24'
20	2485	Lac Simard, Qué.	47° 35'	78° 40'
21	2450	Casey, Qué.	47° 53'	74° 11'
22	2486	Swastika, Ont.	48° 06'	80° 06'
23	2480	Kakabeka Lake, Ont.	48° 24'	89° 37'
24	2604	Shipshaw River, Qué.	48° 25'	71° 13'
25	2472	Price, Qué.	48° 36'	68° 08'

Fig. 1. Situation géographique des plantations comparatives et lieu d'origine des provenances d'épinette blanche de la région forestière des Grands-Lacs et du St-Laurent.

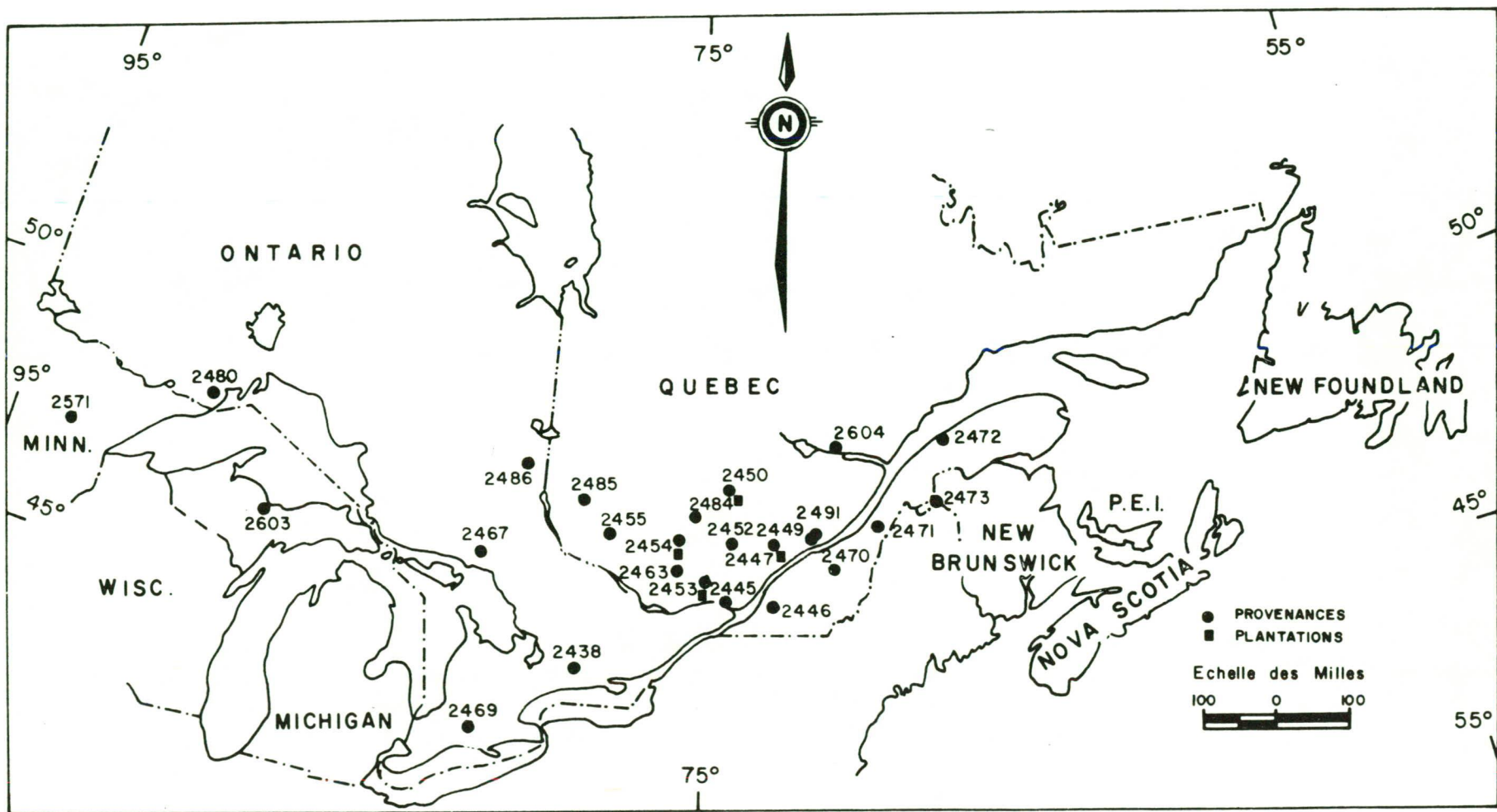


Tableau 2

DESCRIPTION DES STATIONS

Localisation	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (pieds)	Section forestière	Période sans gel	Préc. ann. moy. (pouces)	Temp. ann. moy. (F°)	Type de sta- tion (Sol et drainage)	Observations
Harrington	45° 55'	74° 38'	500	2.4c	125	39.71	39.5	Till limoneux bien drainé	Site homogène
Grandes Piles	46° 45'	72° 45'	500	2.3	115	39.74	39.5	Mélange d'argile et de limon - drai- nage passable	Terrain aban- donné par l'agriculture
St-Jacques des Piles	46° 48'	72° 40'	500	2.3	115	39.74	39.5	Sol argileux bien drainé	Terrain for- tement ondulé sujet à des glissements
Baskatong	46° 58'	76° 09'	800	2.4b	105	40.96	38.3	Till pauvre dé- rivé de roc pré- cambrien - drai- nage moyen	Présence de poches de gel (frost pockets)
Casey	47° 43'	74° 07'	1600	B.7	85	36.83	34.7	Till limoneux et sable limo- neux - draina- ge moyen	Plantations établies après coupe

Fig. 2. Données climatiques des stations météorologiques les plus rapprochées des plantations expérimentales (Bulletins météorologiques 1960-1969).

La longueur de la période sans gel à Casey est d'environ 85 jours, à Baskatong 105 jours, à Grand'Mère 115 jours, et à Harrington 125 jours.

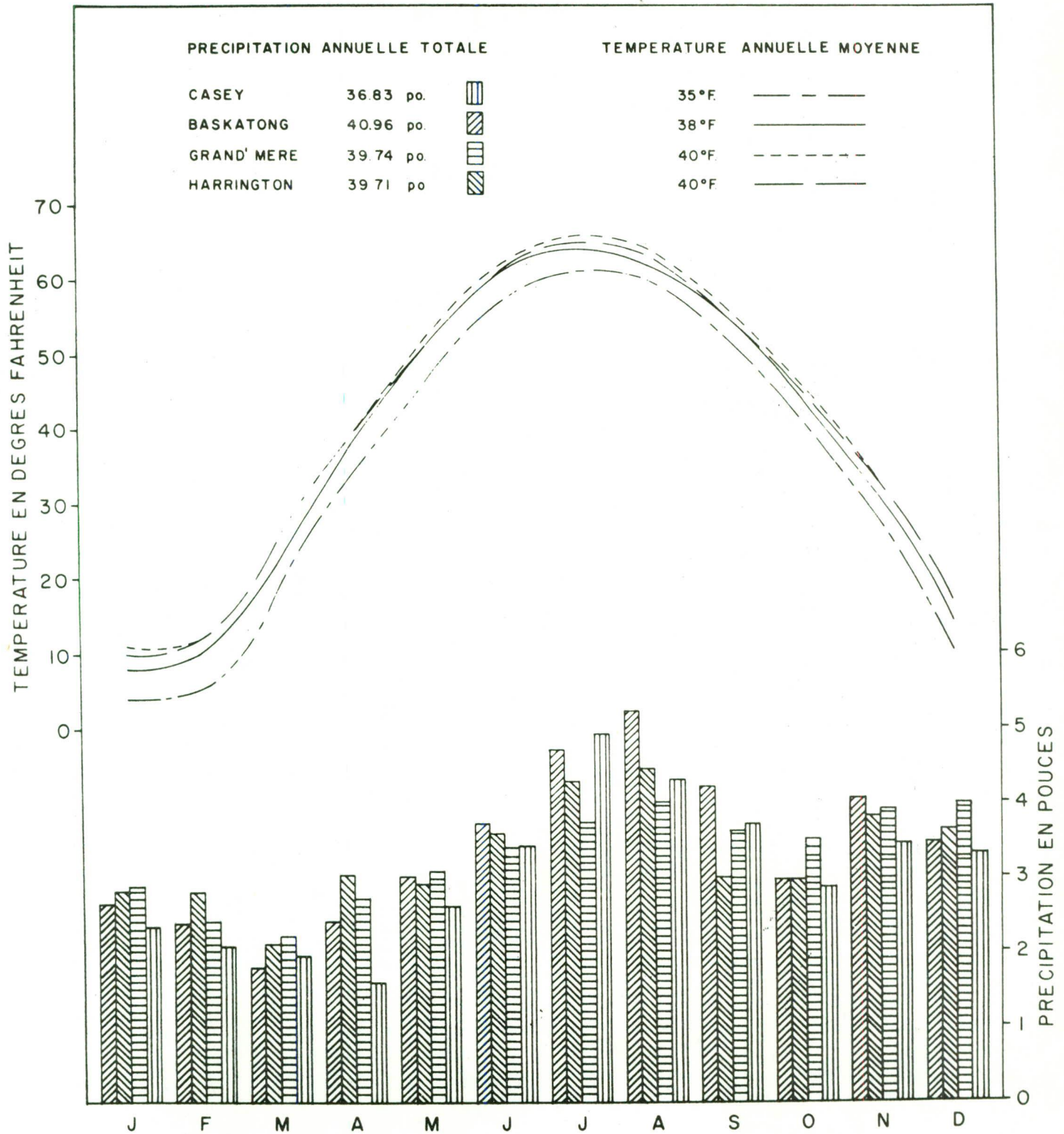


Tableau 3

DISPOSITIFS DES PLANTATIONS COMPARATIVES

Caractéristiques des dispositifs							
Plantations	Nombre de provenances	Nombre de répétitions	Nombre de plants par parcelle unitaire	Nombre de blocs	Nombre de groupes de blocs	Age des semis à la plantation	Année de la plantation
Harrington	25	6	36	6	3	2 + 2	1964
Grandes Piles	28	9	10	9	3	2 + 3	1965
St-Jacques des Piles	25	6	25	6	2	2 + 2	1964
Baskatong	25	6	36	6	1	2 + 2	1964
Casey	28	6	10	6	2	2 + 3	1965

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

II. A. VARIATIONS INTERPROVENANCES ET INTERPLANTATIONS

2.1 Taux de survivance

Le taux de survivance de chaque provenance est relativement élevé et égal à 88% en moyenne dans l'ensemble des cinq plantations. Le plus fort pourcentage d'arbres vivants est obtenu à Harrington avec près de 100% et le plus faible à St-Jacques des Piles avec 80.6%. Les provenances ayant le meilleur taux de survivance sont 2486, 2485 et 2438 avec plus de 90% de leurs arbres vivants (Tableaux 2 et 4). Le taux élevé de mortalité survenu à la plantation de St-Jacques des Piles est explicable par la forte accumulation de neige qui brise les plants et la végétation herbacée très dense qui a étouffé les semis durant les premières années après la plantation.

2.2 Croissance en hauteur

Une étude de variance basée sur la hauteur moyenne des arbres de chaque provenance a montré qu'il existe une différence significative à plus de 99% de probabilité entre chaque provenance et entre chacune des plantations. Cette différence de la hauteur moyenne des provenances est très marquée entre les plantations, elle varie de 1.69 pieds à Baskatong à 3.92 à Grandes Piles. La variation en hauteur entre les provenances varie de 2.8 à 3.7 pieds pour l'ensemble des cinq plantations (Tableau 5).

La hauteur moyenne de chaque provenance dans l'ensemble des plantations est corrélée à l'origine de la provenance. Cette corrélation répond à l'équation de régression $Y = 6.9329 - 0.0937X_1 + 0.0068X_2$, ou Y = la hauteur de la provenance;

X_1 = la latitude de la provenance; et

X_2 = la longitude de la provenance.

La corrélation est négative et significative à 99% de probabilité entre la hauteur et la latitude tandis qu'elle est positive et significative à 85% environ avec la longitude. Ce qui signifie que de façon générale à mesure que nous avons une augmentation de latitude, nous avons aussi une diminution de croissance en hauteur.

Cette corrélation entre la hauteur totale d'une provenance et son origine fut également constatée par Jeffers (1968) au Wisconsin. Ce dernier s'exprime ainsi: "The average height of progenies from all trees within a stand or from a single parent, when related to latitude of the stand or individual parent, resulted in a significant, negative, linear regression. In other words, the progenies of trees from the southernmost latitudes were taller than the progenies of trees from the northernmost latitudes."

La meilleure croissance en hauteur est obtenue dans chacune des plantations par une provenance du sud de l'Ontario, soit 2438 (Peterborough; lat. $44^{\circ}18'$ (N); long. $78^{\circ}18'$ (W)). Sa hauteur totale est supérieure de 0.7 pied à la hauteur totale moyenne des 25 provenances. Elle est également supérieure en hauteur de 20 à 38% à la provenance locale

Tableau 4 TAUX DE SURVIVANCE DES PROVENANCES DANS CHAQUE
PLANTATION COMPARATIVE *

N°	Provenances	Plantations comparatives					Moyenne
		Harrington	Grandes Piles	St-Jacques des Piles	Baskatong	Casey	
1	2469	-	89.4	86.0	-	91.2	89.0
2	2438	100	94.5	86.7	88.4	88.1	91.5
3	2446	99.5	93.3	67.3	82.4	88.1	86.2
4	2445	100	86.7	89.4	88.1	80.4	88.9
5	2453	99.5	86.7	79.3	85.8	80.5	86.4
6	2464	99.1	86.7	72.0	81.2	85.7	84.9
7	2463	100	93.4	89.3	-	81.0	88.4
8	2467	99.0	87.8	86.7	80.5	83.3	87.5
9	2470	-	91.2	73.3	77.3	83.3	81.3
10	2603	99.5	90.0	82.0	85.6	76.2	86.7
11	2447	99.5	93.3	83.4	82.1	75.8	86.8
12	2452	99.1	91.1	69.8	84.7	90.5	87.0
13	2454	99.0	88.9	80.7	88.4	88.1	88.9
14	2455	99.5	92.2	82.0	86.1	83.3	88.6
15	2444	100	96.7	75.3	78.2	83.3	86.7
16	2491	99.0	90.0	80.6	86.1	92.8	89.7
17	2471	99.5	83.3	84.0	81.9	95.2	88.8
18	2484	99.1	84.5	74.0	86.1	90.4	86.8
19	2473	100	83.4	81.3	80.4	85.7	86.2
20	2485	100	86.7	86.7	94.1	90.4	91.2
21	2450	97.7	93.3	74.6	81.1	79.6	85.3
22	2486	100	94.5	88.0	93.0	88.1	92.7
23	2480	98.6	89.1	84.6	85.1	83.7	88.2
24	2604	-	90.0	82.0	86.1	90.5	87.1
25	2472	100	87.8	85.3	81.1	88.6	88.6
Moyenne par plantation		99.4	89.8	80.6	84.5	85.7	88.0

* Provenances disposées par ordre croissant de latitude

dans chacune des 5 plantations. Il est à remarquer que cette provenance a également l'un des meilleurs taux de survivance (Tableaux 3 et 5). Quatre autres provenances ont une hauteur supérieure de plus d'un écart type à la moyenne. Il s'agit des provenances 2445, 2446, 2484 et 2485 ayant chacune 3.3 pieds de hauteur moyenne dans l'ensemble des cinq plantations. L'on peut aussi constater que 3 des 5 provenances ayant le meilleur accroissement en hauteur proviennent des latitudes les plus faibles.

La provenance 2438 de Peterborough a également été remarquée en Ontario par Teich (1970). Celui-ci souligne que cette provenance est de 17% supérieure en hauteur à la moyenne dans les 11 endroits où elle fut plantée et possède un taux de survivance de 5% supérieur à la moyenne.

A Terre-Neuve cette provenance a une hauteur et un taux de survivance de quelque 11% supérieur à la moyenne (Nicholson, 1970). Dans cette province ce sont deux provenances du Québec qui ont le meilleur taux de croissance en hauteur, soit 2447 (Grandes Piles) et 2445 (Cushing).

L'on peut espérer que la supériorité de ces provenances se maintiendra au cours des prochaines années, puisque King, Nienstaedt et Macon (1965) ont démontré que des semis (2 + 2) d'épinette blanche choisis en pépinière pour leur croissance supérieure ont conservé cette caractéristique après sept ans de plantation.

Tableau 5

HAUTEUR TOTALE MOYENNE DES PROVENANCES DANS CHAQUE

PLANTATION COMPARATIVE (PIEDS) *

N ^o	Provenances	Plantations comparatives					Moyenne
		Harrington	Grandes Files	St-Jacques des Files	Baskatong	Casey	
1	2469	-	3.2	4.0	-	2.8	3.3
2	2438	4.0	4.2	4.5	2.6	3.4	3.7
3	2446	3.8	4.1	4.2	1.5	3.1	3.3
4	2445	3.9	3.7	4.2	1.7	3.3	3.3
5	2453	3.7	3.2	3.8	1.8	3.2	3.1
6	2464	3.7	3.3	3.6	2.1	2.7	3.1
7	2463	3.5	3.1	3.8	-	2.5	3.2
8	2467	3.3	3.4	3.8	1.3	3.0	3.0
9	2470	-	2.8	3.9	1.4	2.9	2.8
10	2603	2.9	3.5	4.2	1.9	2.5	3.0
11	2447	3.4	3.5	3.7	1.7	2.6	3.0
12	2452	3.4	3.5	3.8	1.6	2.9	3.0
13	2454	3.4	3.2	3.7	1.9	2.7	3.0
14	2455	3.3	3.1	4.1	1.6	3.2	3.1
15	2449	3.4	3.7	3.8	1.4	2.7	3.0
16	2491	3.0	3.6	3.4	1.9	2.7	2.9
17	2471	3.6	3.6	4.1	1.3	3.0	2.8
18	2484	3.7	3.2	3.7	1.8	3.0	3.3
19	2473	3.5	3.0	3.4	1.5	2.7	2.9
20	2485	3.6	3.6	4.3	2.0	2.8	3.3
21	2450	3.3	3.7	3.9	1.6	2.6	3.0
22	2486	3.1	3.2	4.2	2.2	2.8	3.1
23	2480	3.1	3.5	3.7	1.3	2.7	2.9
24	2604	-	2.7	3.9	1.5	3.1	2.8
25	2472	3.3	3.2	3.8	1.4	2.9	2.9
Moyenne par plantation		3.45	3.39	3.92	1.69	2.81	3.06

* Provenances disposées par ordre croissant de latitude

Fig. 3. Relation entre la croissance en hauteur de 25 provenances d'épinette blanche de la région des Grands-Lacs et du St-Laurent dans cinq plantations au Québec et la latitude et longitude du lieu d'origine. Chaque point représente la moyenne de quelque 500 plants de 10 ans.

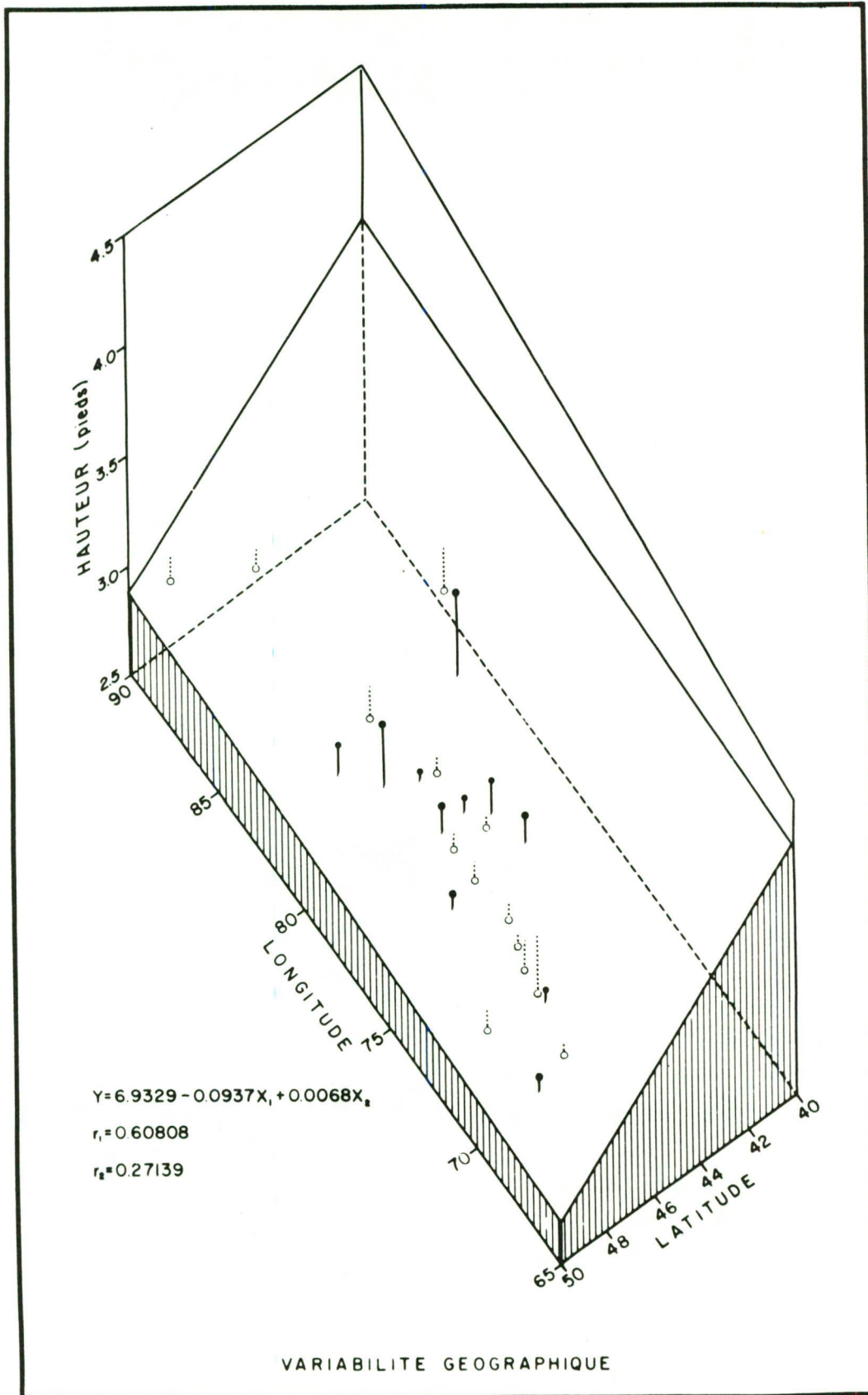


Tableau 6 POURCENTAGE DES PLANTS AFFECTES PAR LE DESSECHEMENT HIVERNAL
DANS CHAQUE PLANTATION COMPARATIVE

N°	Provenances	Plantations comparatives					Moyenne
		Harrington	Grandes Files	St-Jacques des Piles	Baskatong	Casey	
1	2469	-	8.1	2.4	-	2.8	4.4
2	2438	.9	4.4	.8	15.3	2.8	4.8
3	2446	0	6.8	.7	25.7	2.4	7.1
4	2445	.5	1.2	3.5	32.1	0	7.5
5	2453	0	3.7	.7	27.8	4.8	7.4
6	2464	0	3.3	1.6	26.4	0	6.3
7	463	0	1.2	1.6	-	0	.7
8	2467	.5	1.6	.8	14.1	0	3.4
9	2470	-	3.4	2.2	38.0	0	10.9
10	2603	0	2.5	1.4	17.6	0	4.3
11	2447	0	5.6	.8	19.2	2.8	5.7
12	2452	.5	6.7	1.4	31.3	0	8.0
13	2454	.5	5.1	.9	29.9	0	7.3
14	2455	0	2.8	4.2	22.1	2.4	6.3
15	2449	.5	10.6	.7	18.6	0	6.1
16	2491	0	3.3	1.8	34.1	2.8	8.4
17	2471	0	5.6	2.7	13.6	0	4.4
18	2484	.5	2.5	5.1	33.6	0	8.3
19	2473	0	3.3	1.0	29.3	0	6.7
20	2485	.9	11.1	1.4	20.0	2.8	7.2
21	2450	.5	11.1	3.7	23.8	0	7.8
22	2486	.5	5.3	1.4	18.3	0	5.1
23	2480	.5	4.1	2.4	13.6	0	4.1
24	2604	-	5.4	.9	20.8	0	6.8
25	2472	.5	7.4	0	42.4	0	10.0
Moyenne par plantation		.3	5.0	1.8	24.7	0.9	6.5

2.3 Dessèchement hivernal

D'autres caractères d'ordre morphologique ont été observés à l'automne 1969; cette année-là 6.5% des plants de l'expérience montraient des dégâts causés par les vents froids et desséchants de l'hiver précédent. Les arbres affectés ont des branches particulièrement défoliées et des aiguilles rouge-brun. Les dommages les plus sérieux ont été notés dans la plantation de Baskatong (Lat. 46°58' (N); long. 76°07' (W) ou environ 25% des plants furent endommagés. Les provenances qui ont montré le plus de résistance aux vents froids et secs de l'hiver sont: 2467 (Miller Lake, Ont.), 2480 (Kakabeka Lake, Ont.), 2603 (Michigan), 2471 (Monk, Qué.) et 2438 (Peterborough, Ont.) avec moins de 5% de leurs plants affectés. Il est à remarquer que ce sont les provenances les plus Ouest (Tableaux 2-6) tandis que les provenances les plus affectées 2470, 2472 et 2491 proviennent de l'Est. Une analyse statistique a démontré l'existence d'une corrélation négative et significative au niveau de probabilité de 95% entre le degré d'affectation par les vents desséchants de l'hiver et la longitude du lieu d'origine des provenances. Cette corrélation répond à l'équation de régression:

$$Y = 7.2070 + 0.3119X_1 - 0.2034X_2$$

ou $Y = \%$ des arbres affectés par le dessèchement hivernal;

$X_1 =$ latitude du lieu d'origine; et

$X_2 =$ longitude du lieu d'origine.

2.4 Double flèche terminale

La présence d'une double flèche terminale fut constatée sur 7.4% des arbres des 5 plantations. Ce défaut fut le plus fréquemment rencontré à Grandes Piles, avec 20% des arbres fourchus (Tableau 7). Les provenances montrant le plus de rusticité sont 2467 et 2471 avec moins de 5% de leurs plants possédant ce défaut dans l'ensemble des cinq plantations.

2.5 Dessèchement du bourgeon principal

Il fut impossible de discerner une corrélation entre la résistance au dessèchement du bourgeon principal de la flèche terminale et l'origine de la provenance. Trois provenances cependant, soit 2449, 2463 et 2452 semblent montrer une meilleure résistance que les autres avec seulement quelque 1% de leurs plants affectés de ce défaut comparativement à 2.3% pour l'ensemble des provenances dans les cinq plantations. Les plantations de Harrington et de Casey ne montrent aucun effet de dessèchement du bourgeon terminal (Tableau 8).

Tableau 7 POURCENTAGE DES PLANTS POSSEDANT UNE DOUBLE FLECHE TERMINALE
DANS CHAQUE PLANTATION COMPARATIVE

N°	Provenances	Plantations comparatives					Moyenne
		Harrington	Grandes Files	St-Jacques des Files	Baskatong	Casey	
1	2469	-	17.6	10.0	-	0	9.2
2	2438	1.8	20.2	4.1	7.0	0	6.6
3	2446	5.1	21.6	3.1	4.5	2.4	7.3
4	2445	3.7	16.7	5.0	3.2	8.1	7.3
5	2453	3.7	16.0	2.4	9.6	0	6.3
6	2464	6.6	23.8	4.5	2.5	2.8	8.0
7	2463	6.5	17.8	7.8	-	8.1	10.0
8	2467	1.9	16.8	3.8	1.7	0	4.8
9	2470	-	15.9	1.4	3.0	7.9	7.0
10	2603	3.2	20.6	1.4	6.4	5.5	7.4
11	2447	6.1	22.9	2.5	6.4	6.7	8.9
12	2452	2.3	22.1	2.9	0.5	5.6	6.7
13	2454	3.7	25.1	4.2	5.1	7.1	9.0
14	2455	1.4	22.8	9.4	3.5	11.3	9.7
15	2449	5.6	20.4	4.9	2.9	6.1	8.0
16	2491	6.1	19.2	6.6	3.2	2.4	7.5
17	2471	3.3	11.1	3.7	4.3	2.4	5.0
18	2474	.9	30.8	3.7	2.2	0	7.5
19	2473	3.7	24.2	4.6	2.2	2.8	7.5
20	2485	4.2	13.1	3.0	3.9	2.4	5.3
21	2450	3.3	27.1	5.1	3.4	5.7	8.9
22	2486	1.4	15.1	4.6	3.6	5.2	6.0
23	2480	3.3	20.8	6.0	3.8	10.0	8.8
24	2604	-	20.2	1.4	5.5	2.4	7.4
25	2472	5.1	19.4	3.7	2.8	11.8	8.6
Moyenne par plantation		3.8	20.1	4.4	4.0	4.7	7.4

Tableau 8 POURCENTAGE DES PLANTS DONT LE BOURGEON DE LA FLECHE PRINCIPALE
ETAIT DESSECHE EN SEPTEMBRE 1969

N°	Provenances	Plantations comparatives					Moyenne
		Harrington	Grandes Piles	St-Jacques des Piles	Baskatong	Casey	
1	2469	-	4.7	6.3	-	0	3.7
2	2438	0	5.7	4.3	3.5	0	2.7
3	2446	0	2.2	5.8	0.5	0	1.7
4	2445	0	3.7	7.0	0.7	0	2.3
5	2453	0	4.9	3.0	2.4	0	2.1
6	2464	0	3.6	5.5	3.9	0	2.6
7	2463	0	1.2	3.4	-	0	1.1
8	2467	0	1.1	8.5	0.6	0	2.0
9	2470	-	2.5	6.7	0.7	0	2.5
10	2603	0	1.4	2.3	6.4	0	2.0
11	2447	0	8.6	4.0	1.5	0	2.8
12	2452	0	1.2	2.9	2.2	0	1.3
13	2454	0	1.6	5.9	2.9	0	2.1
14	2455	0	3.9	10.4	4.2	0	3.7
15	2449	0	1.1	2.7	0	0	.8
16	2491	0	5.8	2.6	4.3	0	2.5
17	2471	0	3.0	11.9	0.5	0	3.1
18	2484	0	2.6	5.3	1.6	0	1.9
19	2473	0	1.1	3.2	4.6	0	1.8
20	2485	0	9.0	3.3	3.4	0	3.1
21	2450	0	5.6	3.4	2.0	0	2.2
22	2486	0	3.8	4.6	5.1	0	2.7
23	2480	0	10.9	3.9	2.1	0	3.4
24	2604	-	0	8.0	3.0	0	2.7
25	2472	0	6.7	5.6	1.7	0	2.8
Moyenne par plantation		0	3.8	5.2	2.5	0	2.3

2.6 Dommages causés par la faune

Le dernier caractère observé fut le pourcentage des arbres endommagés par la faune. Trois des cinq plantations ont subi des dégâts allant de 0.8 à 6.1%. Les arbres ayant subi des dommages avaient les bourgeons ou le bout des branches broutés ou encore rongés par les orignaux, chevreuils et lièvres. La plantation la plus affectée fut celle de Grandes Piles avec 6.1% des arbres endommagés. Cette situation s'explique du fait de la localisation géographique et de l'abondance du gibier dans cette région de la province. Celle de St-Jacques des Piles, bien que relativement près de cette dernière, est en bordure d'une route à circulation abondante et ainsi protégée. Il est à noter que dans chacune des plantations, à l'exception de celle de Casey qui n'a subi aucun dommage par la faune, la provenance 2438 ayant le plus fort taux d'accroissement a subi le ou presque le plus fort taux de broutage (Tableau 9). Dans l'ensemble des plantations son degré d'affectation par la faune est de 4.7% comparativement à 1.7% pour la moyenne des provenances. Il semble que cette observation peut être expliquée du fait que par suite de son meilleur accroissement, cette provenance soit plus tendre et plus succulente au palais de ces connaisseurs.

2.7 Dommages causés par les insectes

En plantation l'épinette blanche a l'avantage de posséder peu de parasites; l'expérience présente le prouve à nouveau, puisque dans son ensemble moins de .3% des plants ont subi des dégâts par des insectes. Deux plantations sur cinq ont été affectées, soit celles de Casey et de Harrington avec respectivement 0.25% et 1.15% de leurs plants affectés. Dans cette dernière, seulement deux provenances montrent un degré d'affectation largement supérieur à la moyenne, soit 2438 et 2449 avec 6.9% et 4.6% de leurs plants endommagés par les insectes.

Tableau 9

POURCENTAGE DES PLANTS ENDOMMAGES PAR LA FAUNE

DANS CHAQUE PLANTATION COMPARATIVE

N ^o	Provenances	Plantations comparatives					Moyenne
		Harrington	Grandes Files	St-Jacques des Files	Baskatong	Casey	
1	2469	-	2.2	0.7	-	0	1.0
2	2438	11.6	8.8	1.5	1.5	0	4.7
3	2446	1.4	5.8	0	0	0	1.4
4	2445	0	4.6	1.4	0	0	1.2
5	2453	0	4.8	0	0	0	1.0
6	2464	1.0	5.7	0	0	0	1.3
7	2463	0	3.5	0.9	-	0	1.1
8	2467	0.5	8.4	0.8	0	0	1.9
9	2470	-	7.5	0	0	0	1.9
10	2603	2.3	4.8	0.7	0	0	1.4
11	2447	0	8.6	2.1	0	0	2.1
12	2452	0	8.8	0	0	0	1.8
13	2454	8.8	8.2	0.8	0	0	3.5
14	2455	0	3.3	1.4	0	0	0.9
15	2449	0	6.8	2.1	0	0	1.8
16	2491	0.5	4.4	0	0	0	1.0
17	2471	4.6	7.8	0.8	0	0	2.5
18	2484	0	11.2	1.0	0	0	2.4
19	2473	0	4.7	0.7	0	0	1.1
20	2485	0	7.0	0.9	0	0	1.6
21	2450	1.4	1.2	0.8	0	0	0.7
22	2486	0	6.9	1.5	0	0	1.7
23	2480	0	5.1	1.5	0	0	1.3
24	2604	-	5.6	0	0	0	1.4
25	2472	1.4	5.7	1.4	0	0	1.7
Moyenne par plantation		1.5	6.1	0.8	0	0	1.7

II - B - ORDRE D'IMPORTANCE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LE DEVELOPPEMENT DES PROVENANCES

Nous avons également cherché à découvrir à l'aide de régressions multiples par étape (stepwise regressions) quel est l'ordre d'importance des facteurs climatiques du milieu, tels que la longueur de la période sans gel, la précipitation annuelle et la température annuelle sur les caractéristiques biologiques telles que le taux de mortalité, la croissance en hauteur et l'apparition des caractères morphologiques tels que le dessèchement hivernal, la formation d'une double flèche terminale et dessèchement du bourgeon principal de la flèche terminale.

Pour ce faire nous avons fourni, sous forme de matrice, à un ordinateur (I.B.M. 360/50), les conditions climatiques pré-mentionnées de chaque plantation et les caractéristiques biologiques et morphologiques observées de chacune des provenances prises séparément. Nous avons par la suite pris un à un chacun des caractères biologiques et morphologiques; nous avons étudié l'ordre d'importance avec lequel chaque facteur climatique agit sur la provenance et noté le pourcentage de la variation expliquée par l'apport du facteur climatique de première importance, puis par l'addition du second facteur au premier et, finalement, le pourcentage de la variation expliquée par l'apport de l'ensemble des trois facteurs.

L'on a pu ainsi constater que chez 76% des provenances, la longueur de la période sans gel était le facteur le plus important affectant le taux de survivance. Chez 72% des provenances la température annuelle vient en deuxième lieu et la précipitation en dernier. Près de 30% de la variation

est dû au premier facteur tandis que l'ensemble des facteurs climatiques explique 77.5% de la variation totale (Tableau 11.1). Le nombre de jours sans gel est également le facteur climatique qui influence le plus la croissance en hauteur de 72% des provenances. Vingt autres pour cent des provenances sont affectées davantage par la température annuelle et les 8% restants par la précipitation. Egalement 72% des provenances ont leur croissance en hauteur affectée d'abord par la période sans gel, puis la précipitation et finalement par la température. L'ensemble des trois facteurs climatiques explique en moyenne 92.6% de la variation de croissance en hauteur (Tableau 11.2).

Le dessèchement hivernal des plants de 96% des provenances est attribuable en premier lieu à la précipitation annuelle. En moyenne le facteur de la plus grande importance explique 36.5% de la variation inter-provenance. La température annuelle vient au second rang chez 70% des provenances. L'ensemble des trois facteurs climatiques explique 96.6% de la variation (Tableau 11.3).

La température annuelle est le plus important des trois facteurs climatiques influençant la formation d'une double flèche terminale chez 73.5% des provenances. Le second facteur par ordre d'importance est la longueur de la période sans gel chez 58.3% des provenances. L'ensemble des trois facteurs explique 41.8% de la variation inter-provenance. L'on a également cherché la corrélation qui existe entre le dessèchement du bourgeon principal de la flèche terminale et les conditions climatiques des plantations expérimentales. Dans ce cas, la température est le facteur le plus important

chez 64% des provenances, tandis que la précipitation vient en premier lieu chez les provenances restantes. Le facteur principal explique 27.3% de la variation, tandis que l'ensemble des facteurs climatiques en explique 77.9% (Tableau 11.5).

Il est à remarquer que les deux derniers caractères morphologiques ont les mêmes séquences ou ordre d'importance des facteurs climatiques, soit les séquences C-A-B et B-C-A (Tableaux 11.4 et 11.5), ce qui laisse prévoir l'étroite relation qui existe entre le dessèchement du bourgeon principal de la flèche terminale et la formation d'une double flèche terminale.

CONCLUSIONS

A la suite des observations précédentes, l'on peut tirer quelques conclusions se rapportant aux provenances d'épinette blanche de la région écologique des Grands Lacs et du St-Laurent.

1. Il existe des différences significatives au niveau de la probabilité de 99%, entre la croissance en hauteur des différentes provenances d'une même plantation, ainsi qu'entre la croissance en hauteur d'une même provenance dans les différentes plantations.
2. De façon générale, les provenances de la partie sud de cette région forestière ont une meilleure croissance juvénile que les provenances plus nordiques.
3. De façon générale, les provenances de l'ouest de cette région semblent moins sensibles au dessèchement hivernal que les provenances de l'est.
4. Quelques provenances ont montré dans chacune des plantations comparatives une vigueur supérieure et devront faire l'objet d'attention particulière; ce sont les provenances suivantes:

(2438) Peterborough, Ont.

(2445) Cushing, Qué.

(2484) Lac Mitchenamecus, Qué.

(2485) Lac Simard, Qué.

Etant donné que l'on ne peut certifier que la supériorité de vigueur de ces provenances se maintiendra durant encore vingt ou trente ans, l'on ne peut également certifier que ce sont les provenances qui devront servir au reboisement dans la région écologique des Grands Lacs et du St-Laurent; l'on peut cependant se permettre de les recommander de préférence à d'autres provenances de valeur inconnue ou douteuse.

5. Considérant l'exceptionnelle capacité de croître de façon remarquable dans une grande variété de sites et conditions climatiques de la provenance 2438 (Peterborough, Ont.) ainsi que l'étendue du test de provenance (30 degrés de longitude et 7 degrés de latitude), des travaux devraient être entrepris dans le but de propager végétativement cette provenance. A partir de plants greffés ou bouturés, il serait possible de constituer un parc à clône puis des vergers à graines destinés aux travaux de pollinisation contrôlés et d'hybridation intra-spécifique en vue de la production de graines génétiquement améliorées.

REMERCIEMENTS

Des remerciements sincères sont adressés à Messieurs R. Keable, G. Laroche et P. Aubé pour leur aide technique. Egalemeⁿt, sincère merci pour leur bienveillante collaboration dans l'établissement et l'entretien des plantations aux compagnies forestières Consolidated Paper Corporation Limited et Canadian International Paper.

REFERENCES

- Conway, J. 1964-65. Establishment and progress report: Experiments
194 - I - 1, 194 - I - 2, 194 - I - 3. Non publié.
_____ Bulletin météorologique. 1960 - 1969. Min. des
Richesses Nat., Gouvernement du Québec.
- Jeffers, R.M. 1968. Parent progeny growth correlations in white spruce.
Proc. Eleventh meeting of the Committee on Forest Tree Breeding in
Canada. Northeastern Forest Tree Improvement conference.
MacDonald College Quebec 1968, pp. 213-221.
- King, J.P., H. Nienstaedt et J. Macon, 1965. Super-spruce seedlings show
continued superiority. Lake States For. Exp. Sta., St. Paul,
Minn., U.S. For. Serv., Res. Note.
- Lafond, A. 1966. Notes sur l'écologie de quatre conifères du Québec.
Naturaliste Canadien, 93, 823-842.
- Linteau, A. 1955. Forest site classification of the northeastern coniferous
section Boreal Forest Region, Quebec. Can. Dept. North. Aff. Nat.
Resources, For. Br., Bull. 118, 85 p.
- Nicholson, J. 1970. Development of white spruce provenances from the Great
Lakes - St. Lawrence Forest Region in Newfoundland. Can. For.
Serv. Dep. Fish. and For., For. Res. Lab., St. John's, Newfoundland.
Inf. Rep. N - X - 52. 18 p.
- Nienstaedt, H. and J.P. King, 1969. Breeding for delayed budbreak in
Picea glauca (Moench) Voss -- potential frost avoidance and
growth gains. Inst. For. Gen. North Central For. Exp. Station
For. Ser., U.S. Dep. Agr. Rhinelander, Wisc. Second world
consultation on forest tree breeding, Washington, 7-16, August 1969.

- Rey, P. 1960. Essais de phytogénétique biogéographique. C.N.R.S., Paris.
- Roche, L. 1967. Variation, sélection et amélioration des essences forestières résineuses. Lab. Rech. for., Région de Québec. Bull. tech. d'Inf. Q- X - 1, 75 p.
- Roche, L. 1969. Variation in growth behaviour of fifteen red spruce (Picea rubens Sarg.) provenances at three sites in Quebec. For. Res. Lab., Quebec Region, Que. Inf. Rept. Q - X - 15, 13 p.
- Rowe, J.S. 1959. Forest regions of Canada. Can. Dep. North. Aff. and Nat. Res. For., Branch. Bull. 123, 71 p.
- Teich, A.H. 1970. Research on the genetic basis of White spruce improvement, Petawawa 1968 - 70. Petawawa For. Exp. Sta. Chalk River, Ontario. Twelfth Meeting of Committee on Forest Tree Breeding in Canada, Laval University, Quebec.
- Villeneuve, G. 1946. Climatic conditions of the Province of Quebec and their relationship to the forests. Dep. of lands and For. For. Prot. Serv., Bull. No. 6. 123 p.

Tableau 10 MATRICE DES COEFFICIENTS DE CORRELATION ENTRE LA HAUTEUR
 TOTALE, LE TAUX DE SURVIVANCE, LE DESSECHEMENT HIVERNAL
 ET L'ORIGINE (LATITUDE ET LONGITUDE) DES PROVENANCES
 DANS CHAQUE PLANTATION

		Latitude	Longitude	Hauteur	Survivance	Dess. hivern.
Harrington	Latitude	1	-0.1677	-0.4208	0.1321	-0.1923
	Longitude		1	-0.2563	0.1198	-0.2671
	Hauteur			1	0.3120	-0.0644
	Survivance				1	-0.3206
	Dess. hivern.					1
Grandes Piles	Latitude	1	-0.1729	-0.2765	-0.1340	0.1366
	Longitude		1	0.1563	0.1128	0.0414
	Hauteur			1	0.2761	0.0227
	Survivance				1	0.0596
	Dess. hivern.					1
St-Jacques des Piles	Latitude	1	-0.1729	-0.2658	0.0058	-0.3260
	Longitude		1	0.2099	0.2916	0.1961
	Hauteur			1	0.3361	0.0867
	Survivance				1	0.2101
	Dess. hivern.					1
Baskatong	Latitude	1	-0.0958	-0.5305	0.0209	-0.3905
	Longitude		1	0.2258	0.3556	0.1691
	Hauteur			1	0.5793	0.4626
	Survivance				1	0.2698
	Dess. hivern.					1
Casey	Latitude	1	-0.1729	-0.2572	0.0254	0.4245
	Longitude		1	-0.1501	0.2673	0.0059
	Hauteur			1	0.2548	-0.2341
	Survivance				1	-0.3684
	Dess. hivern.					1
Moyenne	Latitude	1	-	-0.6080	-0.0035	0.2700
	Longitude		1	0.2714	0.2630	-0.5240
	r	≡		0.479 Significatif à 95% de probabilité		
	r	≡		0.574 Significatif à 99% de probabilité		

Tableau 11.1 INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES DU MILIEU SUR LE TAUX
DE SURVIVANCE DES PROVENANCES D'EPINETTE BLANCHE

Provenances*	Ordre d'importance des facteurs	Pourcentage de la variation expliquée par l'apport		
		du 1 ^{er} facteur	des 1 ^{er} et 2 ^e facteur	de l'ensemble
2469	B-A-C	16	33	83
2438	A-C-B	42	34	76
2446	A-C-B	2	38	44
2445	A-C-B	76	15	98
2453	A-C-B	41	34	89
2464	A-C-B	7	61	72
2463	A-C-B	44	19	67
2467	A-C-B	52	45	100
2470	A-C-B	7	26	35
2603	A-C-B	72	11	90
2447	A-C-B	70	0	73
2452	B-A-B	2	43	58
2454	A-C-B	11	54	80
2455	A-C-B	45	28	75
2449	A-C-B	23	29	53
2491	B-A-C	10	19	77
2471	B-A-C	31	24	100
2484	C-A-B	5	64	83
2473	A-C-B	19	80	99
2485	A-C-B	8	45	100
2450	A-C-B	32	22	54
2486	A-C-B	47	18	79
2480	A-C-B	52	39	93
2604	B-A-C	11	15	61
2472	A-B-C	19	77	98
Moyenne	A-C-B = $\frac{18}{25}$	29.7	34.9	77.5

* Provenances classées par ordre croissant de latitude.

A- Période sans gel - B- Préc. ann. moy. C- Temp. ann. moy.

Tableau 11.2 INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES DU MILIEU SUR LA CROISSANCE
 EN HAUTEUR DES PROVENANCES D'ÉPIFLETTE BLANCHE

Provenances [★]	Ordre d'importance des facteurs	Pourcentage de la variation expliquée par l'apport		
		du 1 ^{er} facteur	des 1 ^{er} et 2 ^e facteurs	de l'ensemble
2469	A-B-C	34	21	76
2438	A-B-C	28	40	98
2446	A-B-C	20	56	100
2445	A-B-C	16	66	97
2453	B-C-A	14	78	93
2464	A-B-C	45	47	97
2463	A-B-C	60	14	83
2467	B-C-A	13	83	98
2470	B-C-A	13	67	81
2603	C-B-A	25	47	92
2447	A-B-C	32	45	99
2452	A-B-C	18	64	100
2454	A-B-C	30	48	94
2455	B-C-A	16	67	85
2449	A-B-C	23	51	100
2491	A-B-C	19	39	99
2471	A-B-C	16	61	97
2484	A-B-C	20	69	95
2473	A-B-C	23	54	88
2485	A-B-C	31	41	96
2450	A-B-C	27	40	99
2486	C-B-A	17	47	76
2480	A-B-C	16	53	99
2604	B-C-A	18	60	78
2472	A-B-C	13	63	94
Moyenne	A-B-C= $\frac{18}{25}$	15.5	52.8	92.6

★ Provenances classées par ordre croissant de latitude.

A- Période sans gel - B- Préc. ann. moy. C- Temp. ann. moy.

Tableau 11.3 INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES DU MILIEU SUR LE TAUX
DE DESSECHEMENT HIVERNAL DES PROVENANCES D'EPINETTE BLANCHE

Provenances [†]	Ordre d'importance des facteurs	Pourcentage de la variation expliquée par l'apport		
		du 1 ^{er} facteur	des 1 ^{er} et 2 ^e facteurs	de l'ensemble
2469	C-A-B	14	30	84
2438	B-C-A	26	69	96
2446	B-C-A	31	63	96
2445	B-C-A	37	62	97
2453	B-C-A	21	77	99
2464	B-C-A	38	61	100
2463	B-C-A	39	60	100
2467	B-C-A	38	61	100
2470	B-C-A	37	62	99
2603	B-C-A	39	60	100
2447	B-C-A	27	66	95
2452	B-A-C	44	54	100
2454	B-C-A	39	60	99
2455	B-C-A	32	66	100
2449	B-A-C	42	40	82
2491	B-C-A	30	70	100
2471	B-A-C	48	48	97
2484	B-C-A	40	59	100
2473	B-C-A	37	52	100
2485	B-A-C	35	52	88
2450	B-A-C	48	45	93
2486	B-A-C	43	51	97
2480	B-A-C	48	50	99
2604	B-C-A	41	54	97
2472	B-C-A	38	60	98
Moyenne	B-C-A = $\frac{17}{25}$	36.5	57.7	96.6

† Provenances classées par ordre croissant de latitude.

A- Période sans gel - B- Préc. ann. moy. C- Temp. ann. moy.

Tableau 11.4 INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES DU MILIEU SUR LA FORMATION
D'UNE DOUBLE FLECHE TERMINALE CHEZ LES
PROVENANCES D'EPINETTE BLANCHE

Provenances [†]	Ordre d'importance des facteurs	Pourcentage de la variation expliquée par l'apport		
		du 1 ^{er} facteur	des 1 ^{er} et 2 ^e facteurs	de l'ensemble
2469	C-A-B	58	12	82
2438	C-A-B	22	22	49
2446	C-A-B	16	5	34
2445	B-C-A	5	12	45
2453	B-A-C	32	7	44
2464	C-B-A	19	10	44
2463	-	-	-	-
2467	C-A-B	22	10	54
2470	B-C-A	5	8	19
2603	C-A-B	3	11	21
2447	C-A-B	4	4	19
2452	C-B-A	3	10	29
2454	C-A-B	3	10	34
2455	B-C-A	5	11	68
2449	C-B-A	7	16	40
2491	C-B-A	28	12	57
2471	C-A-B	20	14	44
2484	C-A-B	15	11	46
2473	C-B-A	14	10	45
2485	C-A-B	18	5	29
2450	C-A-B	7	9	42
2486	C-A-B	2	20	51
2480	B-C-A	5	10	47
2604	C-A-B	14	4	23
2472	B-C-A	15	8	37
Moyenne	C-A-B= $\frac{13}{24}$ B-C-A= $\frac{5}{24}$	14.2	10.5	41.8

† Provenances classées par ordre croissant de latitude.

A -Période sans gel - B- Préc. ann. moy. C- Temp. ann. moy.

Tableau 11.5 INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES DU MILIEU SUR LE DESSECHEMENT
DU BOURGEON PRINCIPAL DE LA FLECHE TERMINALE CHEZ LES
PROVENANCES D'EPINETTE BLANCHE

Provenances [*]	Ordre d'importance des facteurs	Pourcentage de la variation expliquée par l'apport		
		du 1 ^{er} facteur	des 1 ^{er} et 2 ^e facteurs	de l'ensemble
2469	C-A-B	32	52	96
2438	B-C-A	31	3	96
2446	C-A-B	24	19	73
2445	C-A-B	25	23	85
2453	C-A-B	29	51	89
2464	B-A-C	37	5	92
2463	B-A-C	25	2	68
2467	C-A-B	14	13	48
2470	C-A-B	22	20	72
2603	B-A-C	48	50	98
2447	C-A-B	25	27	79
2452	C-B-A	20	21	84
2454	B-A-C	22	2	60
2455	C-A-B	23	39	70
2449	C-A-B	21	16	75
2491	B-A-C	37	8	80
2471	C-A-B	18	15	61
2484	C-A-B	26	36	80
2473	B-A-C	47	35	86
2485	C-A-B	23	37	66
2450	C-A-B	29	42	87
2486	B-A-C	50	17	99
2480	C-A-B	22	25	69
2604	B-A-C	12	1	34
2472	C-A-B	34	36	98
Moyenne	C-A-B= $\frac{15}{25}$	27.3	23.8	77.9

* Provenances classées par ordre croissant de latitude

A- Période sans gel - B- Préc. ann. moy. C- Temp. ann. moy.

