



Mémoire n° 56

# LA GÉNÉTIQUE DU SAPIN BAUMIER EN RELATION AVEC LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE

par Daniel Robert

ANALYSE DE CORRELATION ENTRE LES PROVENANCES

	Latitude	Longitude	Altitude	Latitude corrigée par l'altitude	Hauteur moyenne	Pousse moyenne	Gel cardif	Défoliation par la tordeuse		
								sur les pousses 1976	% sans défoliation avant 1976	% total avant 1976
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
X <sub>1</sub>	1,000	0,170	0,186	0,438	-0,018	-0,032	0,559	-0,311	-0,290	0,143
X <sub>2</sub>		1,000	-0,563	-0,470	0,555	0,393	0,215	-0,223	-0,699*	0,468
X <sub>3</sub>			1,000	0,965**	-0,486	-0,485	-0,118	-0,140	0,592	-0,364
X <sub>4</sub>				1,000	-0,450	-0,452	0,042	-0,211	0,464	-0,295
X <sub>5</sub>					1,000	0,934**	0,304	-0,192	-0,771**	0,756*
X <sub>6</sub>						1,000	0,462	-0,360	-0,715*	0,781**
X <sub>7</sub>							1,000	-0,521	-0,510	0,633*
X <sub>8</sub>								1,000	0,203	-0,315
X <sub>9</sub>									1,000	-0,842**
X <sub>10</sub>										1,000

DANIEL ROBERT est bachelier ès sciences appliquées (génie forestier, 1970) et maître ès sciences (génétique forestière, 1973) de l'université Laval. Après deux années d'expérience comme coopérant technique au Sénégal, il a été à l'emploi du Service de la recherche de 1975 à 1979, comme chargé de recherche en génétique forestière: il a travaillé, entre autres, à des projets d'amélioration des peupliers et de certaines essences feuillues à bois précieux de même qu'au programme de recherche sur la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Depuis peu, il est à l'emploi de la Commission des Accidents de Travail du Québec.

---

LA GÉNÉTIQUE DU SAPIN BAUMIER EN RELATION AVEC LA  
TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE

par

DANIEL ROBERT

MÉMOIRE N° 56

SERVICE DE LA RECHERCHE  
MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS

1979

ISBN 2-550-00239-3

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont particulièrement à Messieurs Yvon Richard, ing.f., Ph.D., chef de la Division de la biométrie et du traitement des données, et Mario Ménard, ing.f., M.Sc., chargé de recherche, pour l'analyse statistique des données, ainsi qu'à monsieur Gilles Vallée, ing.f., Ing.D., chef de la Division de l'aménagement, de l'amélioration et de l'utilisation des forêts, pour la supervision générale du travail.

Nous tenons également à remercier Monsieur Armand G. Corriveau, Ph.D., du Centre de recherches forestières des Laurentides, qui a fourni les plants composant le dispositif à l'étude.

que les meilleures pousses. A cet égard, la provenance n° 7, composée des descendances 251, 252, 253, 256, 257, 258 et 259, de Saint-Camille, comté de Bellechasse et située à 46°16' de latitude nord et 70°06' de longitude ouest, semble offrir un bon compromis avec des hauteurs et des pousses relativement bonnes et une assez faible susceptibilité aux gelées tardives. Cette provenance plantée à Parke correspond à un déplacement en latitude de 1°14' vers le nord.

Le taux de défoliation par la tordeuse antérieure à 1976 a été plus important chez les provenances d'origine septentrionale, donc chez celles qui débourrent plus tôt. Par contre, le taux de défoliation pour 1976 ne relève qu'une seule différence, au niveau des blocs, les individus du bloc situé à proximité de la forêt naturelle étant les plus défoliés.

La réalisation d'une étude plus exhaustive sur le sapin baumier, tout en contrôlant ou en éliminant l'effet de la forêt naturelle, pourrait permettre de vérifier si, en effet, les individus à débourrement hâtif subissent une défoliation plus sévère que les individus qui débourrent plus tard en saison.

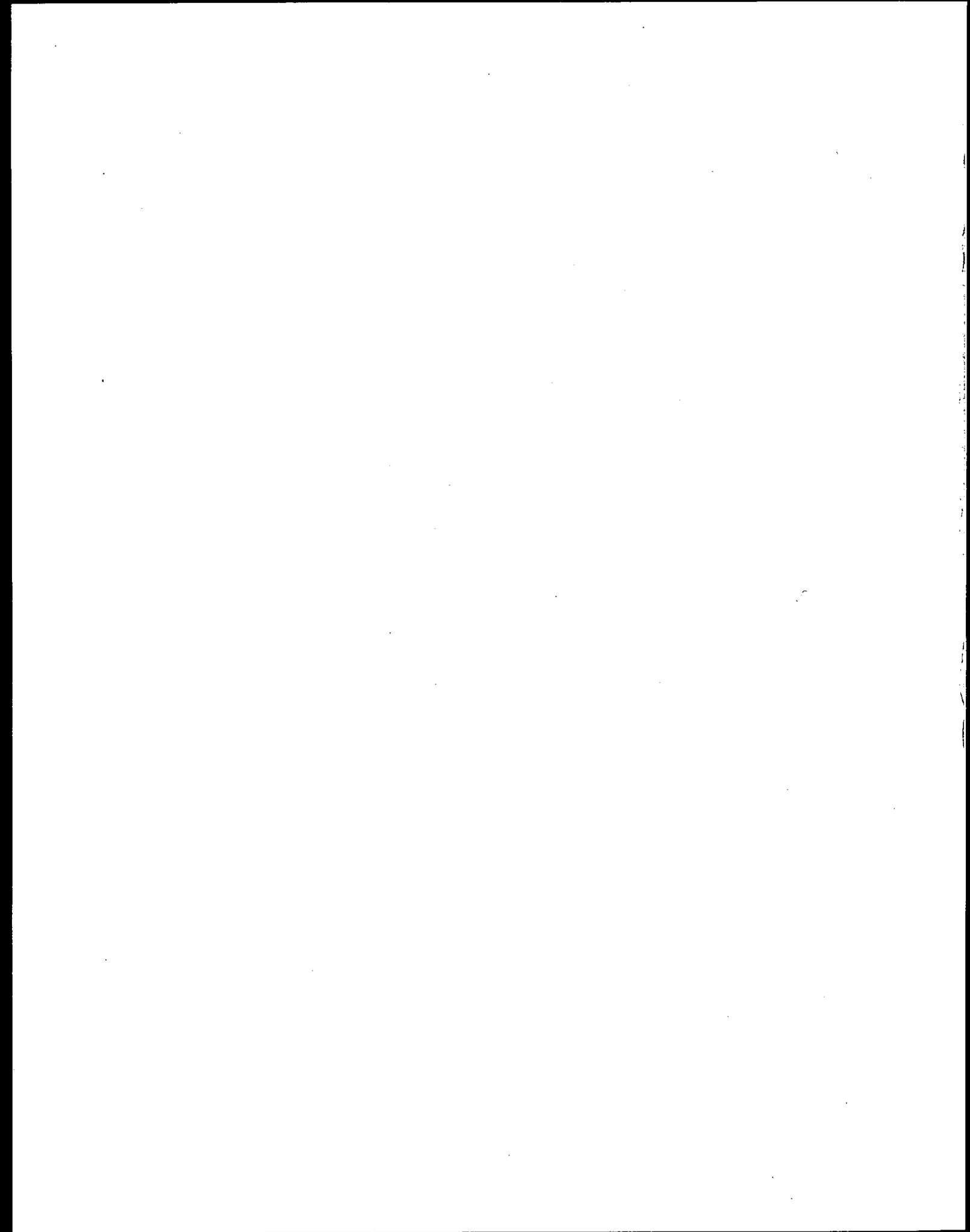
## RÉSUMÉ

Ce mémoire présente l'analyse d'un test de 46 descendances de sapin baumier, toutes originaires du Québec, réalisé à l'arbo-retum de Parke situé à 47°30' de latitude nord et 69°30' de longitude ouest, à 366 m d'altitude.

En plus de l'évaluation de leur croissance, les descen-dances ont été étudiées en fonction de leur susceptibilité à la défo- liation par la tordeuse des bourgeons de l'épinette en relation avec la précocité de leur débourrement.

Les analyses ont porté, d'une part, sur les descendances et d'autre part, après regroupement de ces dernières, sur les prove- nances.

Les analyses statistiques ont permis de déceler des diffé- rences significatives entre les descendances et entre les provenances quant au débourrement et à la susceptibilité aux gelées tardives. Généralement, les descendances les plus septentrionales débourrent plus tôt et subissent davantage les effets de la gelée tardive; ce sont elles toutefois qui présentent les plus fortes hauteurs ainsi



## ABSTRACT

*This paper presents the results obtained from a 46 progeny trial of Balsam Fir, all from Quebec province, and established in the Parke arboretum located at lat.  $47^{\circ}30'$  N and long.  $69^{\circ}30'$  W, at an altitude of 366 m.*

*General analysis of this experiment included study of the relation that could result between defoliation by spruce budworm and date of flushing of progeny.*

*Analyses have been carried on progenies and also on provenances, after grouping progenies of the same origin.*

*Statistical results show significant differences between progenies and provenances for flushing and late frost susceptibility. Generally, northern progenies are flushing earlier and are more susceptible to late frost; however, they present the best heights and growths. All considered, provenance n<sup>o</sup> 7, including progenies 251, 252, 253, 256, 257, 258 and 259, from Saint-Camille, Bellechasse county and located at lat.  $46^{\circ}16'$  N and long.  $70^{\circ}16'$  W, presents a good compromise between height and growth and also, less susceptibility to late frost. This provenance was displaced by  $1^{\circ}14'$  of lat. to the North.*

*Defoliation before 1976 was more important within northerm provenances which are flushing earlier. Meanwhile, the 1976 defoliation shows only one statistical difference which is between blocks, meaning that the first block, just beside natural forest, presents a more serious defoliation.*

*Initiation of a more important study on Balsam fir, with elimination of natural forest effect, could confirm if defoliation is more important on trees that are flushing earlier.*

## TABLE DES MATIÈRES

	page
REMERCIEMENTS . . . . .	iii
RÉSUMÉ . . . . .	v
<i>ABSTRACT</i> . . . . .	vii
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	ix
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	xi
LISTE DES FIGURES . . . . .	xiii
INTRODUCTION . . . . .	1
CHAPITRE I - MATÉRIEL . . . . .	3
CHAPITRE II - MÉTHODE . . . . .	7
CHAPITRE III - RÉSULTATS ET DISCUSSION . . . . .	9
3.1 Analyse factorielle des correspondances . . . . .	10
3.2 Analyses de corrélation . . . . .	19
3.3 Analyses de variance. . . . .	28
3.4 Test de Scheffé (variation inter-provenances) . . . . .	33
3.5 Calcul de l'héritabilité pour certaines variables . . . . .	37
CONCLUSION . . . . .	45
BIBLIOGRAPHIE. . . . .	49
APPENDICE . . . . .	51

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

2. It then goes on to describe the various methods used to collect and analyze data.

3. The next section details the results of the study, including the identification of key trends and patterns.

4. Finally, the document concludes with a series of recommendations for future research and practice.

5. The overall goal of this document is to provide a comprehensive overview of the current state of the field.

6. It is hoped that this information will be useful to researchers and practitioners alike.

7. The document is organized into several sections, each focusing on a different aspect of the study.

8. The first section provides a general overview of the research objectives and methodology.

9. The second section describes the data collection process and the various instruments used.

10. The third section presents the results of the data analysis, including the identification of significant findings.

11. The fourth section discusses the implications of these findings for theory and practice.

12. Finally, the document concludes with a series of recommendations for future research and practice.

13. The overall goal of this document is to provide a comprehensive overview of the current state of the field.

14. It is hoped that this information will be useful to researchers and practitioners alike.

15. The document is organized into several sections, each focusing on a different aspect of the study.

16. The first section provides a general overview of the research objectives and methodology.

17. The second section describes the data collection process and the various instruments used.

18. The third section presents the results of the data analysis, including the identification of significant findings.

19. The fourth section discusses the implications of these findings for theory and practice.

20. Finally, the document concludes with a series of recommendations for future research and practice.

## LISTE DES TABLEAUX

		page
Tableau I	Origines des descendance . . . . .	5
Tableau II	Tableau général des données . . . . .	12
Tableau III	Évolution du débourement des descendance . . . . .	14
Tableau IV	Contributions les plus importantes des descendance au premier facteur . . . . .	16
Tableau V	Contributions les plus importantes des indices d'évolution du débourement au premier facteur . . . . .	17
Tableau VI	Regroupement des descendance selon leur débourement hâtif ou tardif. . . . .	20
Tableau VII	Analyse de corrélation sur les descendance. . . . .	21
Tableau VIII	Regroupement des descendance en provenances . . . . .	24
Tableau IX	Données correspondant aux provenances d'après le regroupement des descendance. . . . .	25
Tableau X	Analyse de corrélation entre les provenances . . . . .	26
Tableau XI	Analyse de variance inter-descendance. . . . .	29
Tableau XII	Analyse de variance intra-provenances . . . . .	32
Tableau XIII	Valeurs de l'héritabilité . . . . .	40

100

100

100

100

100

100

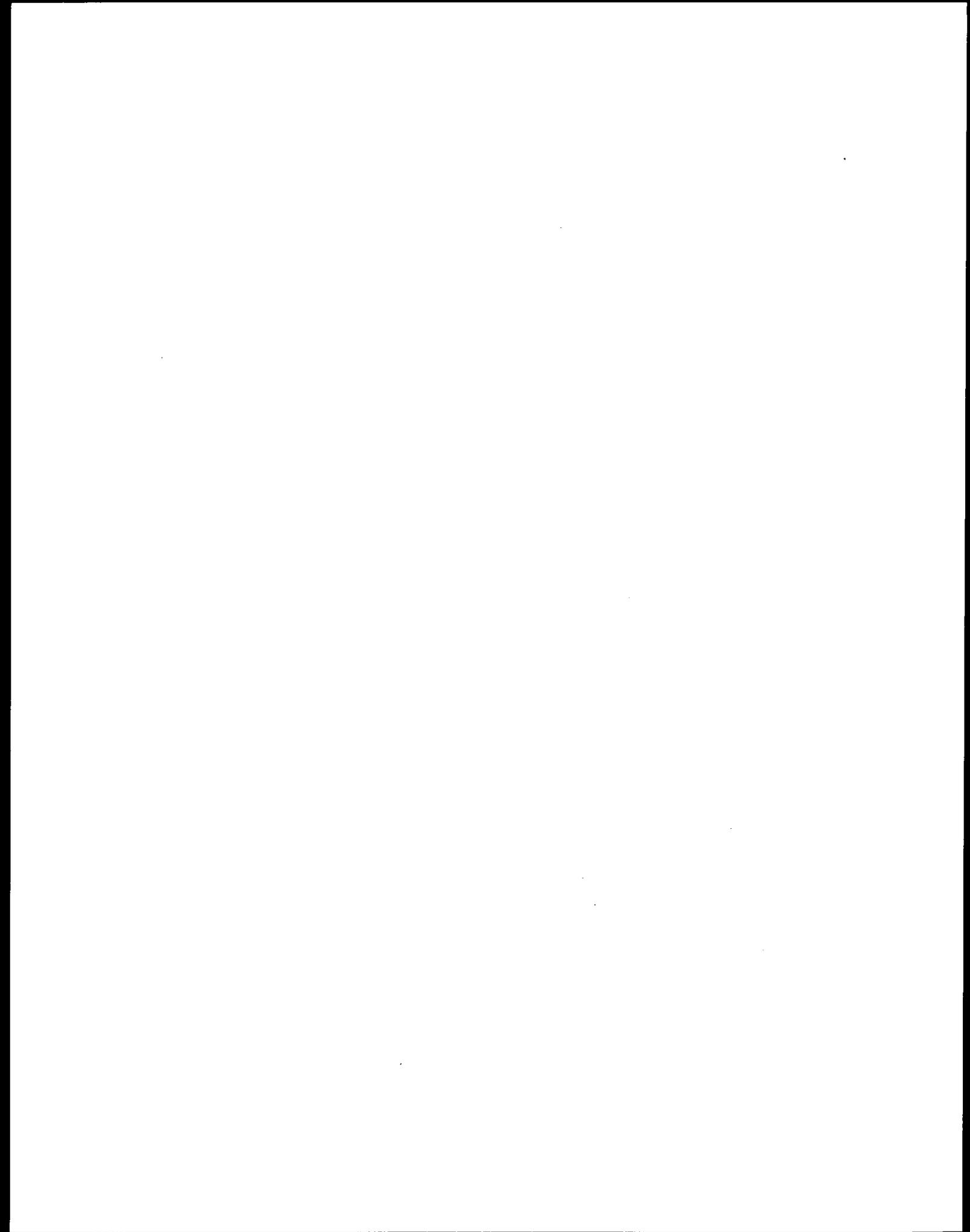
100

100

100

## LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1 Courbes de débourrement . . . . .	11
Figure 2 Distribution des descendance et des indices d'évolution du débourrement par rapport aux facteurs 1 et 2 . . . . .	18
Figure 3 Test de Scheffé. Variation intra-provenance pour les n° 10 (A) et 7 (B) concernant le gel tardif et pour le n° 5 concernant le % de défoliation sur les pousses de 1976 . . . . .	34
Figure 4 Représentation graphique du classement des provenances selon leurs moyennes pour la hauteur (A) et la pousse de 1976 (B) et regroupement significatif par le test de Scheffé. . . . .	35
Figure 5 Représentation graphique du classement des provenances selon leurs moyennes pour le débourrement(A), le gel tardif (B) et le % de défoliation sur les pousses 1976 (C), et regroupement significatif par le test de Scheffé . . . . .	36



## INTRODUCTION

Le sapin baumier (Abies balsamea (L.) Mill.) est l'essence forestière la plus touchée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem.). Aussi, les grandes superficies couvertes par cette espèce résineuse laissent présager la grande importance économique, mais négative, que joue cet insecte défoliateur lorsqu'il atteint le stade épidémique.

Parmi les moyens de répression utilisés contre cet insecte, la lutte chimique, par l'épandage aérien d'insecticides, est le moyen le plus connu et le plus répandu; vient ensuite le groupe de parasites naturels de la tordeuse dont l'étude a démontré la grande importance. La lutte biologique est également présente avec le Bacillus thuringiensis.

L'aspect traité dans ce mémoire pourrait s'avérer un moyen de lutte contre la tordeuse s'il devait se vérifier. Il s'agit de déterminer jusqu'à quel point les arbres qui débourrent plus tardivement que les autres sont susceptibles aux attaques de la tordeuse.

Cette analyse particulière fait partie intégrante de l'analyse générale du dispositif que nous présenterons en même temps.



## CHAPITRE I

### MATÉRIEL

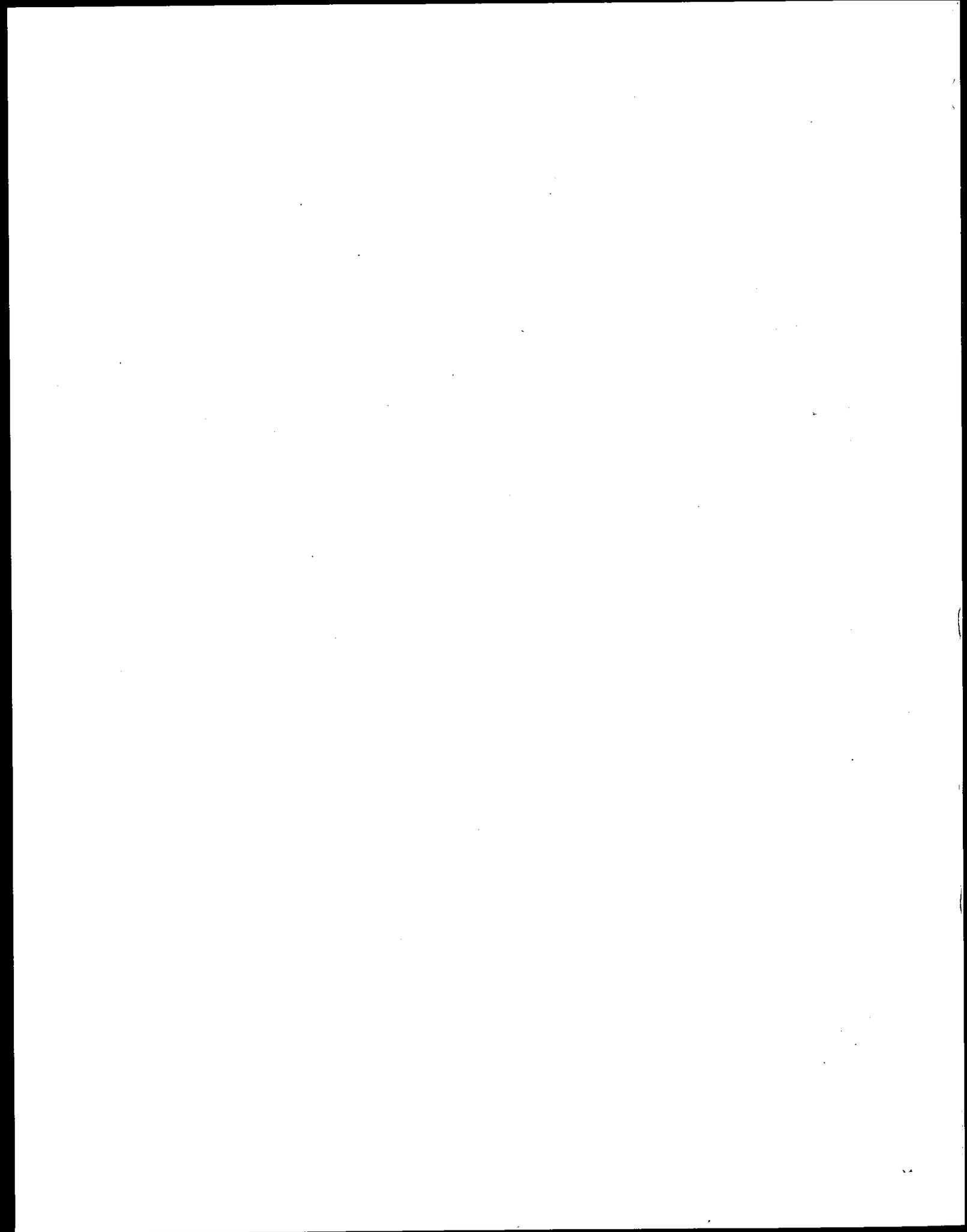
Les sapins baumiers sur lesquels ont porté les observations font partie d'un test de descendance établi au printemps de 1972 dans l'arboretum de Parke situé à 47°30' de latitude nord et à 69°30' de longitude ouest dans le comté de Kamouraska, ce qui correspond à la région L-6 de Rowe (1959). L'arboretum de Parke est situé dans l'aire climacique de la sapinière à bouleau jaune et, plus particulièrement, dans un milieu ordinairement colonisé par la sapinière à épinette rouge. Ce site renferme des dépôts de till et des dépôts fluvio-lacustres dérivés de schistes, de grès et de quartzite. La texture du sol peut varier d'un sable loameux à un loam sableux.

Le dispositif comporte six blocs dont deux sont complets; chacun de ces derniers comprend donc l'ensemble des quarante-six descendance. Pour les besoins de l'étude, seuls ces deux blocs furent systématiquement considérés. Les répétitions de chacune des descendance consistent en des parcelles de dix plants disposés linéairement selon des espacements de 2,5 m et sont distribuées au hasard.

Le tableau 1 présente une description des quarante-six descendances, quant à leurs origines.

TABLEAU I  
ORIGINES DES DESCENDANCES

Numéro	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Origine
217	45°33'	72°17'	61	Drummondville
218	"	"	"	"
219	"	"	"	"
220	"	"	"	"
222	47°10'	71°04'	618	Parc des Laurentides
224	"	"	"	"
225	"	"	"	"
230	47°09'	"	702	"
232	47°08'	71°06'	778	"
233	"	"	"	"
234	"	"	"	"
235	"	"	"	"
236	47°11'	71°05'	656	"
237	"	"	"	"
238	"	"	"	"
239	"	"	"	"
240	"	"	"	"
241	47°13'	71°06'	877	"
243	"	"	"	"
244	"	"	"	"
245	"	"	"	"
246	47°17'	70°35'	946	"
247	"	"	"	"
249	"	"	"	"
251	46°16'	70°07'	442	Saint-Camille (Cté Bellechasse)
252	"	"	"	"
253	"	"	"	"
256	"	70°05'	412	"
257	"	"	"	"
258	"	"	"	"
259	"	"	"	"
264	"	70°21'	625	Lac Etchemin (Mt Orignal) Cté Dorch.
266	45°10'	70°31'	1052	Woburn (Mt Gosford) Cté Frontenac
267	"	"	"	"
268	"	"	"	"
269	"	"	"	"
270	"	"	"	"
271	"	"	976	"
273	"	"	"	"
279	45°11'	"	778	Woburn (Arnold River)
280	45°12'	"	709	"
281	"	"	"	"
282	47°04'	73°17'	480	Dépôt: Chapeau de Paille Cté Champlain
283	47°03'	73°14'	519	"
284	"	"	"	"
285	46°26'	72°37'	305	Lac Edouard



## CHAPITRE II

### MÉTHODE

La première phase de l'étude fut effectuée au printemps de 1976, dans le but de relever des données concernant le débourrement des descendances. Ces observations furent menées le 28 mai et les 3, 8, 19 et 21 juin, afin de suivre régulièrement le débourrement des plants. Leur développement était enregistré à l'aide d'une échelle de valeur développée à cette fin (appendice I). Chacun des quinze à vingt individus en moyenne par descendance fut observé à cinq reprises au début de la période de croissance et, à chacune de ces observations, lui était attribuée une valeur issue de l'échelle de débourrement. Le stade moyen de débourrement de chacune des descendances a été obtenu à l'aide de ces valeurs individuelles.

Au cours de la deuxième phase, deux relevés furent effectués afin d'observer la présence ou l'absence de larves de tordeuse des bourgeons de l'épinette sur les individus. Il a été possible à ce moment d'étudier la résistance des descendances aux gelées tardives. Ce n'est

cependant que vers la fin de la saison de croissance que fut réalisé le relevé des dégâts occasionnés par la tordeuse, d'une part sur le nouveau feuillage et, d'autre part, sur le feuillage des années antérieures.

Finalement, les hauteurs totales et les longueurs des pousses terminales des plants furent relevées à la fin de la saison de croissance de 1976, correspondant à l'âge de 5 ans.

## CHAPITRE III

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau II présente l'ensemble des valeurs moyennes obtenues par descendance, pour chacune des variables.

Le tableau III présente les valeurs des stades moyens de débourrement obtenues, pour chacune des descendance, aux différentes dates d'observation. Ces valeurs ne tendent qu'à caractériser le développement du débourrement des descendance à une date précise, ce qui explique qu'elles soient souvent intermédiaires entre deux stades de débourrement.

A première vue, il ressort de ce tableau que peu de descendance se mettent en évidence; cependant, les numéros 267 et 268 présentent un débourrement nettement tardif par rapport à l'ensemble des autres provenances. De plus, il peut être observé que les descendance originaires de la latitude  $45^{\circ}10'$  nord présentent, en tant que groupe, le plus grand nombre d'individus à débourrement tardif, respectivement aux différentes dates d'observation. Pour ces descendance,

l'emplacement du lieu d'introduction représente un déplacement en latitude de 2°20' vers le nord.

La figure I compare les courbes de débourrement des descendances 267 et 268 avec celle de l'ensemble des descendances originaires de la latitude 45°10' nord ainsi qu'avec les courbes moyennes de débourrement, d'une part, des descendances les plus septentrionales, soit les numéros 246, 247 et 249 et, d'autre part, de l'ensemble des descendances du dispositif. Ces courbes présentent les stades de développement atteints en fonction des degrés-jours supérieurs à 42°F (5,6°C) calculés suivant les données météorologiques obtenues pour la station de Parke.

### 3.1 ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

Dans le but de vérifier et de préciser l'ensemble de ces observations, une analyse des correspondances a été effectuée. Cette analyse permet d'ordonner les descendances en fonction de leur débourrement plus ou moins hâtif, selon le stade atteint aux dates particulières auxquelles les observations furent effectuées.

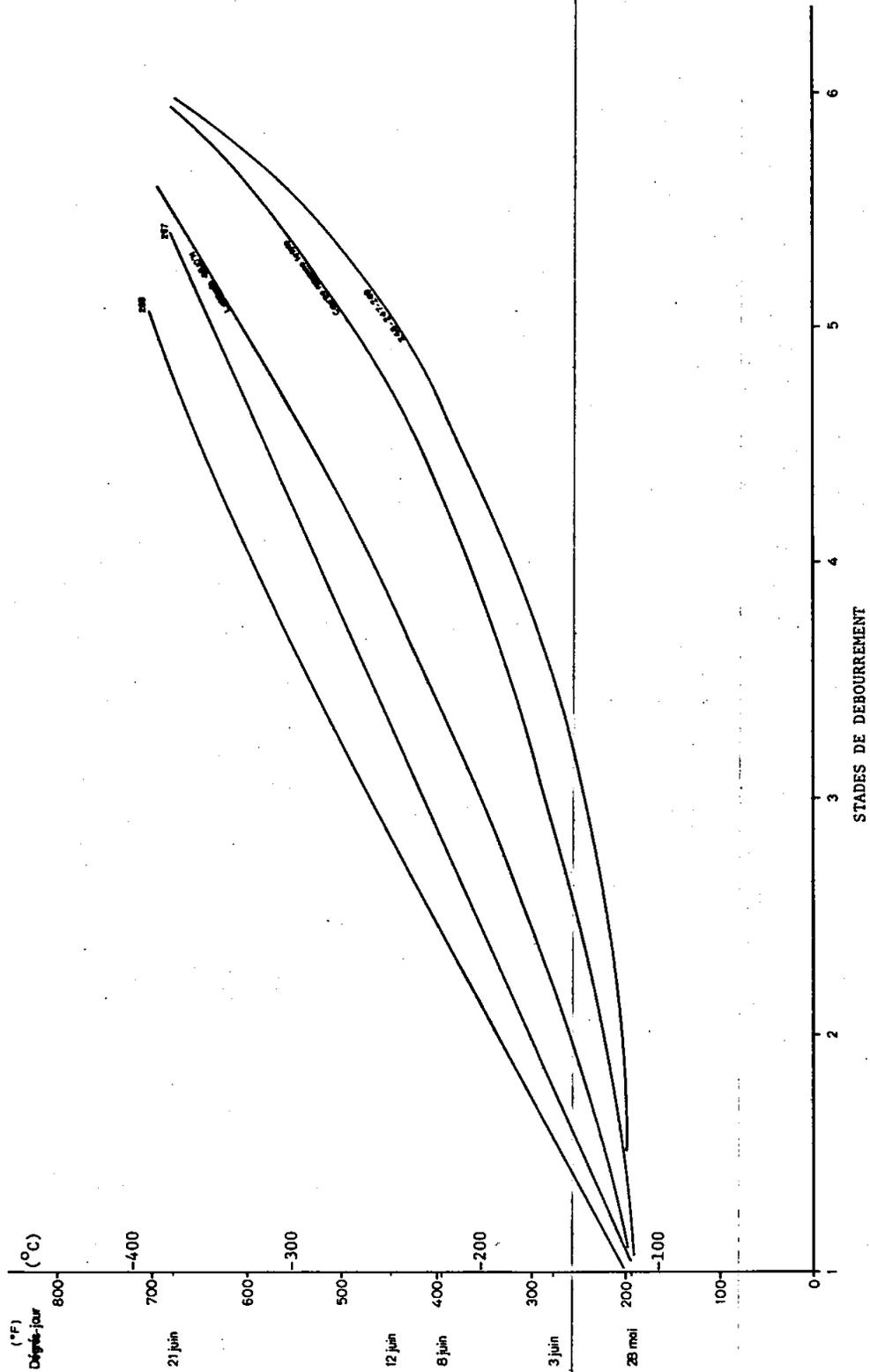
Une première analyse portant sur les 46 descendances et les 24 indices de débourrement confirme ce qui a été écrit plus haut. La descendance 268 se retrouve avec les indices de débourrement D103, D108, D208, D212, D312 et D421\*, ce qui correspond, aux dates respectives d'observation, aux stades de débourrement les moins avancés. Cette descendance étant bien définie, l'analyse est reprise en l'excluant ainsi que cinq indices de débourrement; D108, D321, D428, D503 et D608

---

\* Voir tableau V pour la signification des symboles.

Figure 1

COURBES DE DEBOURREMENT



TABLERAU II  
 TABLEAU GENERAL DES DONNEES

NOMBRE DE DESCENDANCE	LATITUDE <sup>1</sup>	LONGITUDE <sup>2</sup>	ALTITUDE (m)	LATITUDE CORRIGEE PAR L'ALTITUDE <sup>2</sup>	PERIODE DE MESUREMENT														
					au 28 mai				au 3 juin					au 8 juin					
					1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
217	45,55	72,29	61	46,16	15	3	0	0	2	9	6	1	0	0	1	7	8	1	0
218	45,55	72,29	61	46,16	4	14	0	0	0	2	8	7	0	0	0	1	9	7	0
219	45,55	72,29	61	46,16	6	11	0	0	2	2	5	7	0	0	1	3	7	3	0
220	45,55	72,29	61	46,16	6	3	0	0	3	5	3	2	0	0	3	3	5	2	0
222	47,17	71,07	618	53,35	10	7	1	0	0	2	13	3	0	0	0	0	9	9	0
224	47,17	71,07	618	53,35	16	2	0	0	0	3	15	0	0	0	0	4	18	2	0
225	47,17	71,07	618	53,35	12	5	0	0	0	2	15	0	0	0	0	1	11	5	0
230	47,16	71,07	702	54,18	8	1	1	0	0	1	8	1	0	0	0	0	6	4	0
232	47,14	71,10	778	54,92	11	6	0	1	1	2	13	1	1	0	2	0	11	5	0
233	47,14	71,10	778	54,92	10	7	0	0	0	1	13	3	0	0	0	1	11	5	0
234	47,14	71,10	778	54,92	7	3	0	0	0	1	9	5	0	0	0	1	6	8	0
235	47,14	71,10	778	54,92	12	6	1	0	0	2	15	2	0	0	0	1	13	5	0
236	47,19	71,08	656	53,75	11	6	0	0	0	0	14	3	0	0	0	9	8	0	
237	47,19	71,08	656	53,75	8	4	0	0	0	2	11	2	0	0	0	1	12	2	0
238	47,19	71,08	656	53,75	7	3	1	0	0	0	8	3	0	0	0	0	8	3	0
239	47,19	71,08	656	53,75	7	7	0	0	0	0	11	4	0	0	0	4	10	0	0
240	47,19	71,08	656	53,75	12	7	0	0	0	0	13	5	0	0	0	12	7	0	0
241	47,22	71,10	877	55,99	9	5	0	0	0	3	11	0	0	0	0	0	11	2	0
243	47,22	71,10	877	55,99	12	6	0	0	0	0	17	1	0	0	0	7	11	0	0
244	47,22	71,10	877	55,99	6	5	0	0	0	2	8	1	0	0	0	1	7	3	0
245	47,22	71,10	877	55,99	11	5	0	0	0	1	12	2	0	0	0	0	10	5	0
246	47,28	70,59	946	56,74	9	3	0	0	0	1	11	4	0	0	0	10	6	0	0
247	47,28	70,59	946	56,74	8	5	1	0	0	0	13	2	0	0	0	6	9	0	0
249	47,28	70,59	946	56,74	6	9	2	0	0	0	10	6	1	0	0	0	11	6	0
251	46,27	70,12	442	50,69	14	2	2	0	0	2	11	5	0	0	0	1	13	4	0
252	46,27	70,12	442	50,69	13	2	0	0	2	3	9	1	0	0	2	4	7	3	0
253	46,27	70,12	442	50,69	3	10	0	0	0	1	10	4	0	0	0	1	9	5	0
256	46,27	70,08	412	50,39	15	4	0	0	1	4	12	2	0	0	2	12	5	0	0
257	46,27	70,08	412	50,39	6	4	0	0	1	5	7	2	0	0	1	4	6	4	0
258	46,27	70,08	412	50,39	6	4	1	0	0	1	10	3	0	0	0	1	9	4	0
259	46,27	70,08	412	50,39	14	3	0	0	1	3	12	1	0	0	0	3	9	5	0
264	46,26	70,35	625	52,51	4	11	1	0	0	1	11	4	0	0	0	6	10	0	0
266	45,17	70,52	1052	55,69	10	1	0	0	2	6	2	1	0	1	1	3	5	1	0
267	45,17	70,52	1052	55,69	15	2	0	0	4	12	1	0	0	1	4	10	2	0	0
268	45,17	70,52	1052	55,69	14	0	0	0	7	7	0	0	0	0	10	3	1	0	0
269	45,17	70,52	1052	55,69	12	5	0	0	1	8	8	0	0	0	2	5	10	0	0
270	45,17	70,52	1052	55,69	15	1	0	0	1	11	4	0	0	0	3	4	9	0	0
271	45,17	70,52	976	54,93	17	1	0	0	1	6	9	2	0	1	2	1	11	2	0
273	45,17	70,52	976	54,93	15	4	0	0	4	4	10	1	0	0	2	3	10	4	0
279	45,19	70,52	778	52,97	6	12	0	0	1	0	14	3	0	0	1	1	11	5	0
280	45,20	70,52	709	52,29	7	4	0	0	0	0	13	2	0	0	0	13	2	0	0
281	45,20	70,52	709	52,29	6	6	0	0	0	2	8	5	0	0	0	1	9	5	0
282	47,07	73,28	480	51,87	9	4	1	0	0	0	7	6	1	0	0	0	7	6	1
283	47,05	73,24	519	52,24	3	12	1	0	0	0	9	7	0	0	0	6	10	0	0
284	47,05	73,24	519	52,24	5	13	2	0	0	1	10	9	0	0	1	7	12	0	0
285	46,44	72,61	305	49,49	2	10	2	0	0	0	7	8	0	0	0	6	9	0	0

<sup>1</sup> En degrés et décimales.  
<sup>2</sup> 1° de latitude N = 100 m d'altitude.

TABEAU II (SUITE)

TABEAU GENERAL DES DONNEES

STADES DE DEBOURREMENT NOMBRE DE PLANTS										HAUTEUR MOYENNE 1976 (cm)	CROISSANCE MOYENNE 1976 (cm)	GEL TARDIF (% plants affectés)	DEFOLIATION PAR TORDEUSE		
au 12 juin					au 21 juin								I SUR POUSSES 76	I PLANTS EXEMPTS	I TOTAL ANTERIEUR
2	3	4	5	6	3	4	5	6							
0	4	6	5	3	0	1	0	17	47,9	11,8	33	6,9	38	1	
0	0	3	10	4	0	0	2	15	36,7	7,5	82	8,9	60	2	
0	1	4	4	7	0	0	1	15	53,6	10,6	81	10,3	50	3	
1	2	4	4	2	0	1	3	9	36,0	9,0	31	9,2	50	0	
0	0	0	11	7	0	0	0	18	55,7	14,6	89	4,2	38	2	
0	0	4	11	3	0	0	0	18	49,3	7,8	94	8,5	33	1	
0	0	0	14	3	0	0	0	17	39,5	9,6	94	5,0	25	12	
0	0	0	8	2	0	0	0	10	48,0	12,3	80	12,0	38	3	
1	1	1	10	5	0	1	2	15	44,4	13,6	72	1,9	50	1	
0	0	1	11	5	0	0	0	17	50,3	11,5	76	4,7	20	9	
0	0	2	6	7	0	0	0	15	46,0	11,4	87	3,0	86	0	
0	0	2	14	3	0	0	0	19	42,3	8,6	95	1,3	60	1	
0	0	0	11	6	0	0	0	17	52,6	12,9	94	4,1	70	0	
0	0	0	15	0	0	0	0	15	31,2	5,1	80	8,6	43	2	
0	0	0	9	2	0	0	0	11	33,2	6,1	100	2,0	100	0	
0	0	0	4	10	0	0	0	14	39,6	9,1	86	7,9	75	3	
0	0	0	15	4	0	0	5	14	45,1	9,2	74	19,4	20	6	
0	0	2	10	2	0	0	1	13	51,9	8,5	64	11,4	44	1	
0	0	1	7	10	0	0	0	18	65,8	13,7	56	13,5	56	2	
0	0	1	7	3	0	0	0	11	40,2	9,1	82	6,0	80	0	
0	0	1	11	3	0	0	1	14	40,1	10,5	87	2,8	50	3	
0	0	0	9	7	0	0	1	15	36,9	10,0	94	5,6	83	0	
0	0	0	7	8	0	0	0	15	37,2	9,4	87	3,7	40	4	
0	0	0	13	4	0	0	0	17	34,9	7,2	88	5,6	56	3	
0	0	1	15	2	0	0	2	16	56,9	11,3	78	16,1	40	7	
0	2	3	8	3	0	0	3	13	64,0	12,7	62	16,6	50	1	
0	1	1	9	4	0	0	0	15	59,4	16,7	94	3,0	83	2	
0	1	1	11	6	0	0	0	19	47,8	11,4	42	3,4	67	0	
0	1	5	4	4	0	0	1	14	54,5	15,3	25	11,7	33	1	
0	0	0	10	4	0	0	0	14	50,3	14,2	94	5,0	50	0	
0	0	4	10	3	0	0	2	15	51,9	11,4	71	8,8	44	5	
0	0	8	10	6	0	0	0	16	47,6	11,6	94	8,1	44	8	
1	1	3	5	1	1	1	2	7	36,7	7,5	27	6,4	38	1	
3	3	9	2	0	0	4	4	9	50,1	8,9	0	11,5	56	1	
8	1	4	1	0	1	4	4	5	52,4	10,3	7	8,9	100	0	
0	5	4	8	0	0	1	4	12	45,0	9,3	47	7,6	80	1	
1	2	5	8	0	0	0	4	12	38,2	7,3	25	10,4	88	1	
2	1	1	13	1	1	1	1	15	38,3	8,0	61	7,1	67	2	
1	3	3	10	2	0	1	4	14	41,8	7,2	63	8,9	50	3	
0	1	2	13	2	0	0	2	16	50,9	9,3	83	5,6	30	7	
0	0	1	12	2	0	0	0	15	43,9	13,3	93	9,0	75	0	
0	0	1	12	2	0	0	0	15	48,5	13,6	80	4,3	88	0	
0	0	0	10	4	0	0	0	14	45,3	9,4	71	5,0	0	9	
0	0	1	4	11	0	0	1	15	64,1	13,9	100	11,1	33	4	
0	0	0	9	11	0	0	1	19	69,8	13,3	95	3,7	50	7	
0	0	0	7	8	0	0	0	15	73,8	19,1	100	4,7	23	11	

TABLEAU III  
EVOLUTION DU DEBOURREMENT DES DESCENDANCES

Descendance n <sup>o</sup>	Degré de débourement atteint au				
	28 mai	3 juin	8 juin	12 juin	21 juin
217	1,2	2,3	3,6	4,4	5,9
218	1,7	3,3	4,4	5,1	5,9
219	1,6	3,1	4,0	5,4	5,9
220	1,3	2,3	3,5	4,3	5,6
222	1,5	3,0	4,5	5,4	6,0
224	1,1	2,8	3,7	4,9	6,0
225	1,3	2,9	4,2	4,8	6,0
230	1,3	3,0	4,4	5,2	6,0
232	1,5	2,9	4,1	4,9	5,8
233	1,4	3,1	4,2	5,2	6,0
234	1,3	3,3	4,5	5,3	6,0
235	1,4	3,0	4,2	5,0	6,0
236	1,3	3,2	4,5	5,3	6,0
237	1,3	3,0	4,1	5,0	6,0
238	1,5	3,3	4,3	5,2	6,0
239	1,5	3,3	4,4	5,3	6,0
240	1,4	3,2	4,4	5,2	5,7
241	1,4	2,8	4,1	5,0	5,9
243	1,3	3,1	4,6	5,5	6,0
244	1,5	2,9	4,2	5,2	6,0
245	1,2	3,1	4,3	5,1	5,9
246	1,3	3,2	4,4	5,4	5,9
247	1,5	3,1	4,6	5,5	6,0
249	1,8	3,5	4,4	5,2	6,0
251	1,3	3,2	4,2	5,1	5,9
252	1,1	2,6	3,7	4,8	5,8
253	1,8	3,2	4,3	5,1	6,0
256	1,2	2,8	4,1	5,1	6,0
257	1,4	2,6	3,8	4,8	5,9
258	1,5	3,1	4,2	5,3	6,0
259	1,2	2,8	4,1	4,9	5,9
264	1,8	3,2	4,6	5,4	6,0
266	1,1	2,2	3,4	4,4	5,4
267	1,1	1,8	2,8	3,6	5,3
268	1,0	1,5	2,4	2,9	4,9
269	1,3	2,4	3,5	4,2	5,6
270	1,1	2,4	3,4	4,3	5,8
271	1,1	2,7	3,7	4,6	5,6
273	1,2	2,4	3,8	4,5	5,7
279	1,7	3,0	4,1	4,9	5,9
280	1,4	3,1	4,1	5,1	6,0
281	1,5	3,2	4,3	5,1	6,0
282	1,4	3,6	4,6	4,9	6,0
283	1,9	3,4	4,6	5,6	5,9
284	1,8	3,4	4,5	5,5	5,9
285	2,0	3,5	4,6	5,5	6,0

pour lesquels le poids est négligeable puisque seulement un, deux ou trois individus y sont rattachés.

Les résultats de cette dernière analyse montrent que les descendances, en excluant toujours la 268, s'ordonnent en deux grands groupes. Le tableau IV donne les contributions les plus importantes des descendances au premier facteur; ainsi, l'ensemble des descendances 267, 217, 270, 266, 220 et 269 explique le premier facteur avec un pourcentage total de contribution absolue de 64,15. Par ailleurs, le facteur en question explique pour sa part ces descendances avec des pourcentages de contribution relative qui sont respectivement de 88,90, 68,85, 79,03, 90,19, 77,93 et 71,79. Dans le même ordre d'idée et toujours pour le premier facteur, le tableau V révèle les contributions les plus importantes des indices d'évolution du débourrement.

La figure 2 représente graphiquement la distribution des descendances et des indices d'évolution du débourrement sur les premier et deuxième facteurs. Il est ainsi possible de visualiser les observations qui viennent d'être tirées. De plus, il peut être observé que les descendances qui contribuent le plus à expliquer le premier facteur et qui se trouvent du côté négatif de l'axe proviennent de la latitude  $45^{\circ}10'$  (n° 266, 269, 270, 267); seuls les numéros 217 et 220 font exception puisque leur latitude d'origine est  $45^{\circ}33'$ .

Quant aux indices d'évolution du débourrement, ceux qui se situent du côté négatif du premier axe et qui contribuent le plus à son explication présentent, aux dates respectives qui les caractérisent, les stades de débourrement les moins avancés.

TABLEAU IV

CONTRIBUTIONS LES PLUS IMPORTANTES DES DESCENDANCES AU PREMIER FACTEUR

Descendance	Signe sur l'axe	Poids	Pourcentage de contribution	
			absolue	relative
267	-	84	30,90	88,90
217	-	90	6,12	68,85
270	-	80	8,47	79,03
266	-	53	5,52	90,19
220	-	61	6,48	77,93
269	-	85	6,66	71,79
239	+	71	1,81	47,72
283	+	80	2,24	42,20
284	+	100	2,30	45,59
285	+	74	2,68	49,05

TABLEAU V  
 CONTRIBUTIONS LES PLUS IMPORTANTES DES INDICES D'EVOLUTION  
 DU DEBOURREMENT AU PREMIER FACTEUR

Stade	Signe sur l'axe	Poids	Pourcentage de contribution	
			absolue	relative
D203	-	111	16,19	87,61
D308	-	70	12,03	82,87
D208	-	25	7,82	78,26
D312	-	29	7,33	69,12
D103	-	27	7,11	71,62
D421	-	11	6,27	64,16
D228	+	254	3,05	30,77
D403	+	133	3,22	33,09
D612	+	191	4,13	40,22
D508	+	232	5,29	59,77

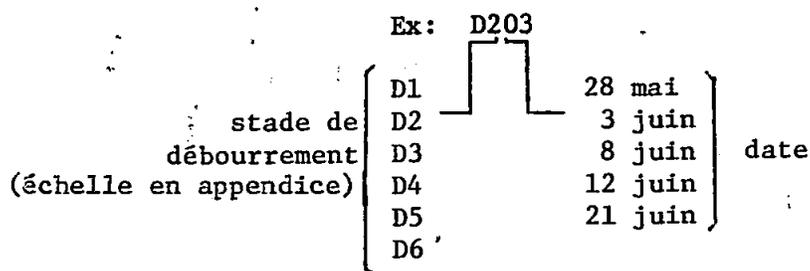
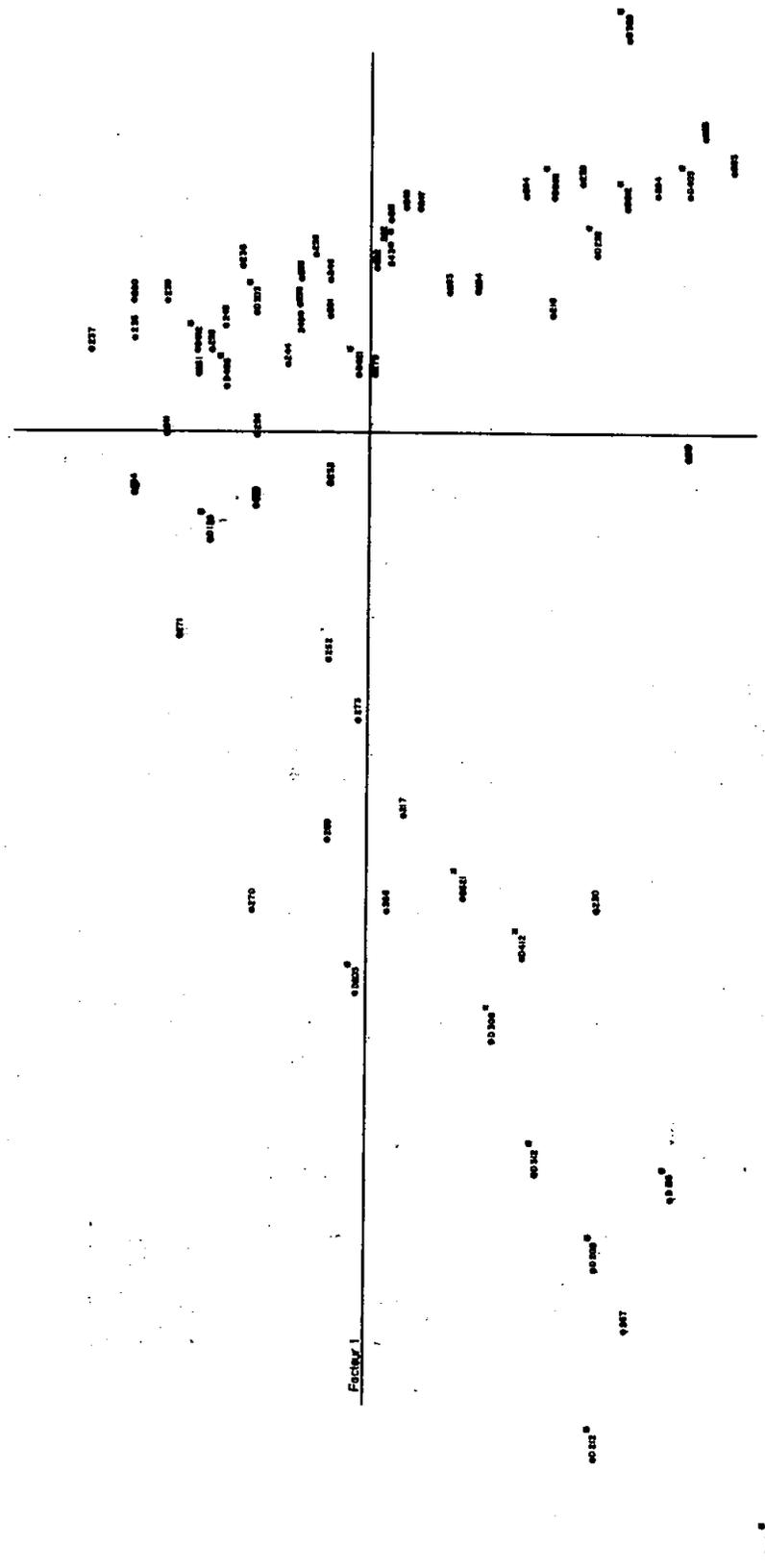


Figure 2  
DISTRIBUTION DES DESCENDANCES ET DES INDICES D'EVOLUTION DU DEBOURREMENT  
PAR RAPPORT AUX FACTEURS 1 ET 2



A l'opposé, du côté positif de l'axe, se retrouvent, d'une part, la grande majorité des descendances et, d'autre part, les indices d'évolution du débourrement également les plus avancés.

Cette analyse du premier facteur traduit donc l'évolution du débourrement de l'ensemble des descendances et permet de distinguer rapidement deux groupes opposés soit, d'une part, la majorité des descendances associées aux stades hâtifs de débourrement respectivement aux diverses dates d'observation et, d'autre part, les descendances associées aux stades tardifs de débourrement et dont la plupart proviennent du même point d'origine. Ces deux groupes sont présentés au tableau VI. La descendance 268 doit être associée au groupe de descendances à débourrement tardif.

### 3.2 ANALYSES DE CORRELATION

La première phase de la corrélation comporte l'analyse du tableau général des données (tableau II). Dans le but d'inclure le débourrement dans cette analyse, n'ont été retenues que les observations du 8 juin, date qui représente particulièrement bien le débourrement relatif entre les descendances. Les résultats de cette analyse sont présentés au tableau VII.

Ces résultats soulignent le fait que les stades de débourrement tardif (208 et 308) sont significativement corrélés à la latitude d'origine mais que, contrairement à l'indice de débourrement hâtif (508), ils le sont de façon négative. Les indices de débourrement 208 et 308 ont donc un comportement inversé par rapport à celui de l'indice 508 et de ce fait, les descendances caractérisées par un débourrement

TABLEAU VI

REGROUPEMENT DES DESCENDANCES SELON LEUR DEBOURREMENT HÂTIF OU TARDIF

D128				
D228		284	259	258
D328		285	224	238
		283	280	230
		264	237	249
D303		246	245	282
D403		236	235	253
	←————→	221	225	281
D408		222	244	218
D508		234	233	279
		247	241	240
D512		243	256	
D612		239	251	
D621				
D103		266		
D203		267		
		269		
D208		270		
D308		271		
		273		
	←————→	252		
D212		232		
D312		257		
D412		219		
		220		
D421		217		
D521				

TABIEAU VII  
ANALYSE DE CORRELATION SUR LES DESCENDANCES

Latitude $X_1$	Longitude $X_2$	Altitude $X_3$	Latitude corrigée par l'altitude $X_4$	Stade de débourement au 8 juin 1976						Hauteur 1976 $X_{11}$	Pousse 1976 $X_{12}$	Gel tardif $X_{13}$	Défoliation par la tordeuse		
				1 $X_5$	2 $X_6$	3 $X_7$	4 $X_8$	5 $X_9$	6 $X_{10}$				sur les pousses en % $X_{14}$	sur les feuilles en % $X_{15}$	
1,000	0,210	0,018	0,307	-0,400	-0,539*	-0,575*	0,151	0,519*	0,111	0,015	0,061	0,575*	-0,174	-0,229	0,210
$X_2$	1,000	-0,440	-0,358	-0,162	-0,144	-0,140	-0,214	0,372	0,391	0,214	0,080	0,207	-0,095	-0,329	0,313
$X_3$	$X_2$	1,000	0,857**	0,351	0,269	-0,017	0,012	-0,213	-0,097	-0,285	-0,348	-0,158	-0,091	0,324	-0,167
$X_4$	$X_3$	$X_3$	1,000	0,218	0,100	-0,183	0,055	-0,052	-0,060	-0,267	-0,314	0,016	-0,137	0,242	-0,098
$X_5$	$X_4$	$X_4$	$X_4$	1,000	0,247	0,396	-0,234	-0,314	-0,038	-0,154	-0,237	-0,434	0,054	0,007	-0,129
$X_6$	$X_5$	$X_5$	$X_5$	$X_5$	1,000	0,498*	-0,465	-0,505*	-0,065	-0,002	-0,140	-0,710**	0,179	0,327	-0,262
$X_7$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	1,000	-0,279	-0,605*	-0,113	0,054	-0,158	-0,746**	0,263	0,048	-0,278
$X_8$	$X_7$	$X_7$	$X_7$	$X_7$	$X_7$	$X_7$	1,000	-0,091	-0,080	-0,189	-0,154	0,407	-0,092	-0,136	0,068
$X_9$	$X_8$	$X_8$	$X_8$	$X_8$	$X_8$	$X_8$	$X_8$	1,000	0,051	0,379	0,416	0,581*	-0,170	-0,226	0,415
$X_{10}$	$X_9$	$X_9$	$X_9$	$X_9$	$X_9$	$X_9$	$X_9$	1,000	-0,032	-0,032	-0,068	-0,005	-0,093	-0,360	0,290
$X_{11}$	$X_{10}$	$X_{10}$	$X_{10}$	$X_{10}$	$X_{10}$	$X_{10}$	$X_{10}$	$X_{10}$	1,000	0,775**	0,035	0,208	-0,266	-0,266	0,261
$X_{12}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	1,000	-0,077	-0,161	-0,161	-0,161	-0,152
$X_{13}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	$X_{12}$	1,000	-0,350	-0,106	-0,106	0,329
$X_{14}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	$X_{13}$	1,000	-0,203	-0,203	0,032
$X_{15}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	$X_{14}$	1,000	-0,662**	-0,662**
$X_{16}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	$X_{15}$	1,000	1,000

tardif sont d'origine méridionale comparativement aux descendances à débourrement hâtif qui présentent les latitudes les plus septentrionales de l'expérience.

Le second point d'importance de cette analyse et qui découle directement de ce premier aspect qui vient d'être traité, porte sur les relations touchant la gelée tardive. L'analyse révèle en effet que le pourcentage de plants affectés par la gelée tardive est fortement corrélé négativement avec les indices qui caractérisent un débourrement tardif tandis que la corrélation est significative et positive dans le cas d'un débourrement hâtif. Il peut également être observé directement et aussi par déduction avec le premier point traité de cette analyse, que plus l'origine des descendances est septentrionale, plus elles sont affectées par la gelée tardive.

En résumé, cette analyse présente la tendance croissante qu'ont les descendances, plus elles sont d'origine septentrionale, à débourrer plus hâtivement et, par le fait même, à être plus sujettes aux effets de la gelée tardive. Cette observation, quant au débourrement, vient ainsi appuyer l'analyse précédente des composantes principales.

Un autre point intéressant soulevé par cette analyse concerne la forte corrélation observée entre la hauteur 1976 et la pousse 1976; ceci laisse entrevoir une certaine homogénéité dans la croissance respective des descendances. Elles auraient ainsi atteint une stabilité relative en ce sens que les descendances dont les hauteurs sont les plus fortes présentent et présenteront probablement au cours des prochaines années les plus fortes pousses.

Toutefois, aucune relation significative ne peut être observée entre les variables relatives à la défoliation et des facteurs tels que l'origine (latitude, altitude et longitude) et le débourrement des descendances, ce qui ne permet pas de confirmer l'hypothèse de base selon laquelle des descendances à débourrement tardif pourraient être moins affectées par la tordeuse que celles dont le débourrement est plus hâtif.

Faisant suite à cette corrélation générale, les descendances ont été regroupées en 12 provenances (tableau VIII). Les valeurs alors obtenues pour chacune des variables (tableau IX) consistent, pour chaque provenance, en la moyenne des valeurs des descendances qui la composent. Le nombre de descendances par provenance est très variable, allant de un à sept. C'est ainsi que les provenances 11 et 12 ne sont pas très orthodoxes puisqu'elles ne comprennent qu'une seule descendance chacune, leurs coordonnées d'origine ne permettant pas de les regrouper avec d'autres descendances.

Le tableau X présente les résultats d'une seconde analyse de corrélation portant cette fois sur les provenances. Le débourrement ayant bien été identifié par les deux analyses précédentes, il n'en fut pas tenu compte au cours de cette nouvelle analyse.

Les résultats obtenus font ressortir une première corrélation négative et significative entre la longitude et le pourcentage de plants ne présentant pas de défoliation antérieure par la tordeuse. Cette relation veut dire que les provenances d'origine occidentale présentent plus de plants défoliés antérieurement à 1976. Cependant, cette observation n'est basée principalement que sur les provenances

TABLEAU VIII

REGROUPEMENT DES DESCENDANCES EN PROVENANCES

Numéro de provenance	Descendances
1	217, 218, 219, 220
2	222, 224, 225, 230
3	232, 233, 234, 235
4	236, 237, 238, 239, 240
5	241, 243, 244, 245
6	246, 247, 249
7	251, 252, 253, 256, 257, 258, 259
8	266, 267, 268, 269, 270, 271, 273
9	279, 280, 281
10	282, 283, 284
11	264
12	285

TABLEAU IX  
DONNÉES CORRESPONDANT AUX PROVENANCES D'APRES LE REGROUPEMENT DES DESCENDANCES

PROVENANCE n°	LATITUDE <sup>1</sup>	LONGITUDE <sup>1</sup>	ALTIITUDE (m)	LATITUDE CORRIGEE PAR L'ALTIITUDE <sup>1,2</sup>	HAUTEUR MOYENNE 76 (cm)	POUSSE 76 (cm)	GEL TARDIF (% plants affectés)	% DEFOLIATION SUR POUSSSES 76	% INDIVIDUS SANS DEFOL. ANTERIEURE A 1976	% TOTAL DEFOL. ANTERIEURE A 1976
8	45,17	70,52	1030	55,47	43,4	8,4	35	8,7	68,4	1,3
1	45,55	72,29	61	46,16	44,9	9,8	58	9,0	49,5	1,5
7	46,27	70,10	425	50,52	55,0	13,0	64	9,7	49,6	2,3
9	45,20	70,52	732	52,52	46,4	11,1	83	6,6	64,3	2,3
10	47,06	73,25	506	52,12	61,1	12,4	90,0	6,3	27,7	6,7
3	47,14	71,10	778	54,92	47,6	11,3	83	2,9	56,0	2,8
11	46,26	70,35	625	52,51	47,5	11,6	94,0	8,1	44,0	8,0
2	47,16	71,07	702	54,18	48,3	10,9	90,0	6,9	38,8	4,6
4	47,19	71,08	656	53,75	42,0	8,9	85	9,4	61,6	2,2
5	47,22	71,10	877	55,99	51,4	10,8	70	9,1	57,5	1,5
12	46,44	72,61	305	49,49	74,8	20,0	100	3,2	25,0	11,0
6	47,28	70,59	946	56,74	36,1	9,0	88,0	5,1	59,6	2,3

<sup>1</sup> En degrés et décimales  
<sup>2</sup> 1° de latitude = 100 m d'altitude

TABLEAU X

ANALYSE DE CORRELATION ENTRE LES PROVENANCES

	Latitude	Longitude	Altitude	Latitude corrigée par l'altitude	Hauteur moyenne	Pousse moyenne	Gel tardif	Défoliation par la tordeuse		
								sur les pousses 1976	% sans défoliation avant 1976	% total avant 1976
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
$X_1$	1,000	0,170	0,186	0,438	-0,018	-0,032	0,559	-0,311	-0,290	0,143
	$X_2$	1,000	-0,563	-0,470	0,555	0,393	0,215	-0,223	-0,699*	0,468
		$X_3$	1,000	0,965**	-0,486	-0,485	-0,118	-0,140	0,592	-0,364
			$X_4$	1,000	-0,450	-0,452	0,042	-0,211	0,464	-0,295
				$X_5$	1,000	0,934**	0,304	-0,192	-0,771**	0,756*
					$X_6$	1,000	0,462	-0,360	-0,715*	0,781**
						$X_7$	1,000	-0,521	-0,510	0,633*
							$X_8$	1,000	0,203	-0,315
								$X_9$	1,000	-0,842**
										$X_{10}$
										1,000

n° 5 et 11; de plus, cette dernière ne comporte qu'une seule descendance. Cette relation est donc sujette à de grande réserves.

Comme au niveau des descendances, la forte corrélation positive entre les hauteurs 1976 et les pousses 1976 se répète au niveau des provenances, laissant supposer que les provenances ayant les plus grandes hauteurs présentent également les plus fortes pousses. La corrélation est également très forte mais négative entre les hauteurs 1976 des provenances et leur pourcentage de plants sans défoliation antérieure. Ceci semble indiquer que les provenances présentant les plus fortes hauteurs sont plus susceptibles d'être défoliées que les autres. Par ailleurs, le pourcentage total de défoliation antérieure à 1976, significativement corrélé avec la hauteur 1976, augmente réciproquement avec les valeurs de cette dernière; ceci vient donc appuyer l'observation précédente. La défoliation par la tordeuse, antérieurement à 1976, est donc plus importante chez les provenances plus vigoureuses, soit celles qui présentent les plus grandes hauteurs moyennes.

Les corrélations obtenues pour la pousse de 1976 démontrent, comme pour la hauteur - puisque ces deux variables sont fortement corrélées positivement - que les provenances qui présentent les meilleures pousses sont celles qui semblent être davantage défoliées par la tordeuse.

Une autre corrélation significative concerne le gel tardif et le pourcentage total de défoliation antérieure, lesquels augmentent réciproquement. Cette corrélation indique que les provenances les plus affectées par la gelée tardive, donc à débouillage hâtif, se voient

affligées d'un plus fort pourcentage total de défoliation antérieure à 1976, causée par la tordeuse. Ainsi, puisqu'il a été établi, au niveau des descendances, que les familles les plus affectées par la gelée tardive sont celles d'origine septentrionale (latitudes plus élevées), il semblerait que le taux de défoliation par la tordeuse antérieurement à 1976 s'accroît avec l'augmentation de la latitude d'origine des provenances.

Il est à remarquer qu'une corrélation n'a pu être relevée dans les deux analyses précédentes en regard du taux de défoliation observé sur les pousses de 1976.

### 3.3 ANALYSES DE VARIANCE

Une première analyse a pour but de vérifier, pour chacune des variables, s'il existe des différences significatives entre les descendances en regard des variables étudiées. Le tableau XI présente les résultats obtenus.

Pour ce qui est des hauteurs et des pousses de 1976, les valeurs de  $F$  ne décèlent aucune différence significative entre les descendances. Ceci est principalement dû au fait que la variance est très souvent importante au niveau des descendances, indiquant ainsi des écarts souvent appréciables entre les valeurs minimales et maximales obtenues pour plusieurs de ces descendances, de telle sorte qu'une différence générale inter-descendances ne peut être relevée.

Le taux de survie, tout comme le taux de défoliation observé sur les pousses de 1976, ne présente pas de différence significative entre les descendances. Par contre, une différence très significative

TABLEAU XI  
ANALYSE DE VARIANCE INTER-DESCENDANCES

VARIABLES	INTER-DESCENDANCES		INTER-BLOCS	
	Valeur de $F$	Seuil	Valeur de $F$	Seuil
Hauteur	1,51	N.S.	0,00	N.S.
Pousse	1,21	N.S.	0,13	N.S.
Taux de survie	1,62	N.S.	22,75	0,01
Gel tardif	3,23	0,01	3,33	N.S.
Débourrement	5,47	0,01	2,21	N.S.
Taux de défoliation sur les pousses 1976	0,88	N.S.	6,68	0,05

intervient, entre les descendances, quant au gel tardif et au débourrement. Ceci vient confirmer et même accentuer l'importance portée à ces deux variables au cours des analyses précédentes.

La relation observée antérieurement, à l'effet que les descendances septentrionales, qui débourent plus rapidement que les autres, sont plus affectées par les gelées tardives, se trouve par le fait même vérifiée à nouveau par cette autre analyse.

Pour sa part, le taux de défoliation sur les pousses de 1976 ne présente toujours aucun aspect particulier alors qu'aucune différence significative n'apparaît entre les descendances. Cette même analyse présente toutefois des différences significatives, entre les blocs, pour le taux de survie et le taux de défoliation sur les pousses de 1976. Pour ce qui est du taux de survie, cette différence s'explique par le fait que sur les 46 descendances, seulement neuf d'entre elles présentent un nombre de plants supérieur dans le deuxième bloc par rapport au premier. Ainsi, globalement, le taux de survie du bloc 1 est plus élevé que celui du bloc 2, sans que cela puisse être expliqué par les facteurs du milieu.

Dans le cas du taux de défoliation des pousses 1976, 29 descendances présentent des valeurs dans le bloc 1 qui sont supérieures à celles du bloc 2. Il s'agit là de la seule observation significative affectant cette variable; ce n'est que très peu de chose et qui pourrait difficilement servir à expliquer le comportement de la variable. Toutefois, la relation pourrait être due au fait que le bloc 1 se situe plus près de la forêt naturelle que le bloc 2; en effet, le bloc 2 est composé de deux parties distinctes: une première,

la plus importante quant au nombre de descendances, est adjacente au bloc 1 tandis que la seconde partie se trouve éloignée et beaucoup plus isolée de la forêt naturelle. Ce facteur peut être important si la forêt naturelle est considérée comme une source de contamination des dispositifs environnants par suite de la dispersion des papillons mais surtout de celle des larves de la tordeuse par les vents printaniers, alors que ces dernières sont aux premiers stades de leur développement. Ceci tendrait à être démontré par cette différence significative observée au niveau des blocs quant à la défoliation en 1976.

Les résultats de l'analyse de variance intra-provenances sont présentés au tableau XII. Les provenances 1, 2, 3, 4, 6, 8 et 9 démontrent une bonne homogénéité de leurs descendances respectives pour l'ensemble des variables étudiées. Par contre, les provenances 5, 7 et 10 montrent une différence au niveau de leurs descendances respectives pour au moins une variable.

La provenance 5 révèle une différence entre ses descendances pour la défoliation sur les pousses de 1976 et les provenances 7 et 10, pour le pourcentage de plants affectés par la gelée tardive. Ces variations indiquent une certaine hétérogénéité de ces provenances pour les variables en cause, ce qui est illustré à la figure 3 à l'aide du test de Scheffé. Relativement au gel tardif, la descendance 282 de la provenance n° 10 diffère significativement de la descendance 283 en étant moins affectée par la gelée tardive que cette dernière. Il en est respectivement de même de la descendance 257 par rapport à 251, 253 et 258 de la provenance n° 7. Quant au taux de défoliation observé sur les pousses de 1976, l'écart entre les descendances 243 et 245, cette

TABLEAU XII  
ANALYSE DE VARIANCE INTRA-PROVENANCES

PROVENANCES	VALEURS DE F													
	Intra-provenance							Inter-blocs						
	Hauteur	Poussé	Gel tardif	Débourrement	Défoliation 76	Hauteur	Poussé	Gel tardif	Débourrement	Défoliation 76				
1	0,84	0,61	5,17	5,32	0,08	1,88	0,13	2,67	1,27	0,04				
2	1,95	3,21	0,57	2,13	0,21	0,30	1,24	7,59	0,50	0,25				
3	0,44	0,26	1,22	0,73	0,56	0,07	0,10	5,92	0,94	6,99				
4	1,25	1,54	5,90	3,61	2,07	0,05	0,01	0,00	0,33	1,35				
5	1,54	2,15	0,24	1,33	10,58*	0,07	0,05	0,19	0,53	0,28				
6	0,04	0,87	0,05	2,66	0,23	1,58	0,96	0,05	1,44	1,67				
7	0,18	0,30	6,85*	0,66	1,05	1,38	1,62	7,04*	0,25	2,67				
8	1,23	1,42	1,59	3,03	0,25	0,51	1,30	1,71	1,23	0,15				
9	1,45	1,55	0,27	0,07	0,03	0,22	0,90	0,59	0,00	0,85				
10	4,55	1,24	27,90*	0,21	0,79	0,03	0,87	1,00	1,03	1,45				

dernière étant la moins affectée de la provenance n° 5, les rend toutes deux significativement différentes.

Ces fortes variations intra-provenances peuvent s'expliquer en partie par le fait que les descendances ne viennent pas nécessairement toutes d'un même peuplement.

### 3.4 TEST DE SCHEFFÉ (VARIATION INTER-PROVENANCES)

A la suite des résultats obtenus de l'analyse de variance, le test de Scheffé fut appliqué aux mêmes variables, sauf pour le taux de survie, dans le but d'obtenir une classification statistique des provenances et d'observer ainsi les variations inter-provenances qui sont statistiquement valables.

Ces variations ont été calculées pour les hauteurs totales et les pousses de 1976 (figure 4) ainsi que pour le débourrement, le gel tardif et le taux de défoliation sur les pousses de 1976 (figure 5).

Du point de vue de la pousse, la descendance 285 surclasse statistiquement les autres provenances alors que pour la hauteur, elle n'est associée qu'à la provenance 10, les autres étant significativement différentes. Les descendances 285 et 264 présentent les débourrements les plus hâtifs (figure 5A) et ont été ainsi plus touchées par le gel tardif (figure 5B).

La classification des provenances par leurs pousses et leurs hauteurs permet d'établir la supériorité des numéros 7, 10 et 12. Il est toutefois intéressant de noter que les provenances 10 et 12 sont très affectées par la gelée tardive; nul doute que leur vigueur est supérieure puisque même en étant plus fortement défavorisées par le

TEST DE SCHEFFE

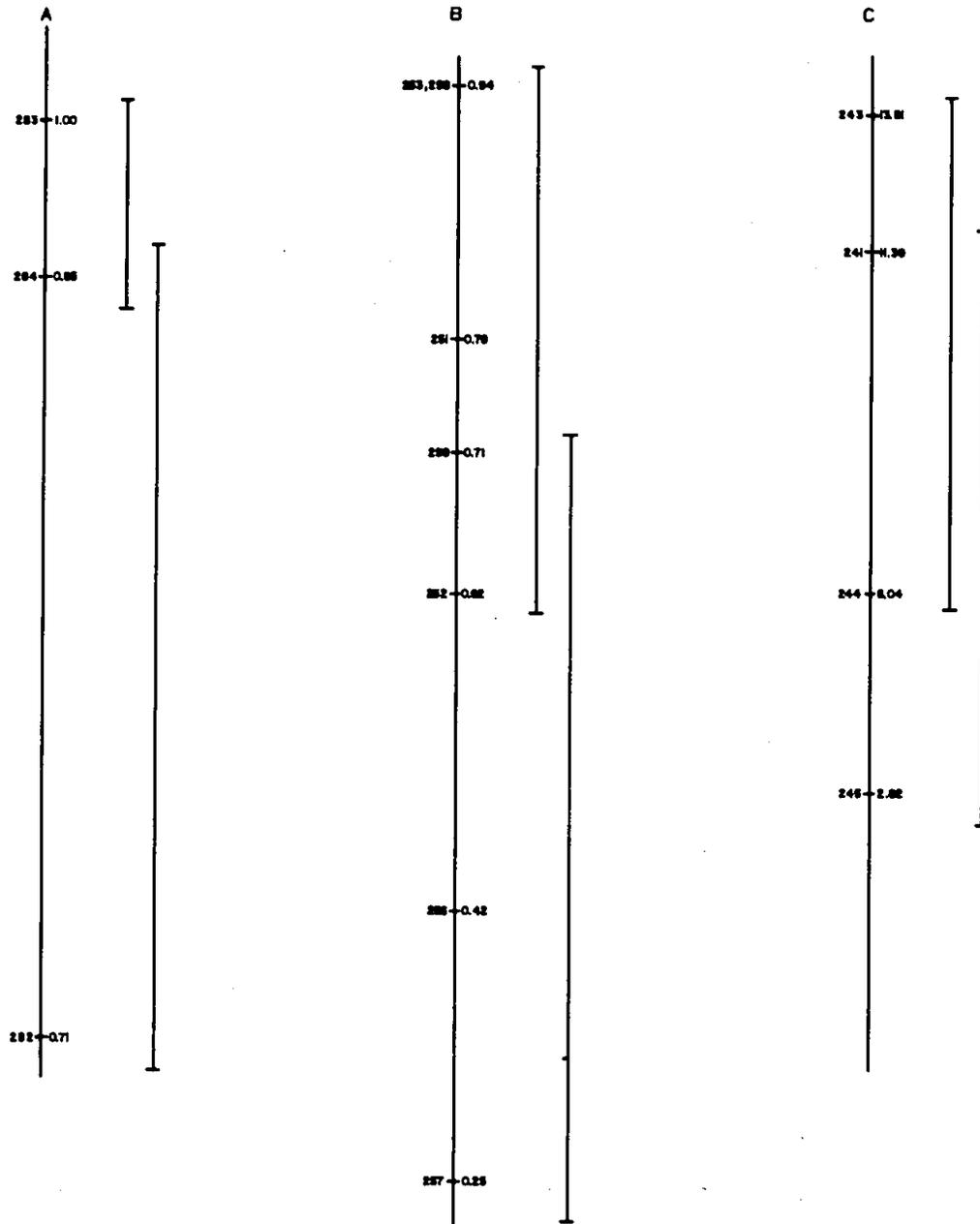


Figure 2: Variation intra-provenance pour les n° 10(A) et 7(B) concernant le gel tardif et pour le n° 5(C) concernant le % de défoliation sur les pousses de 1976

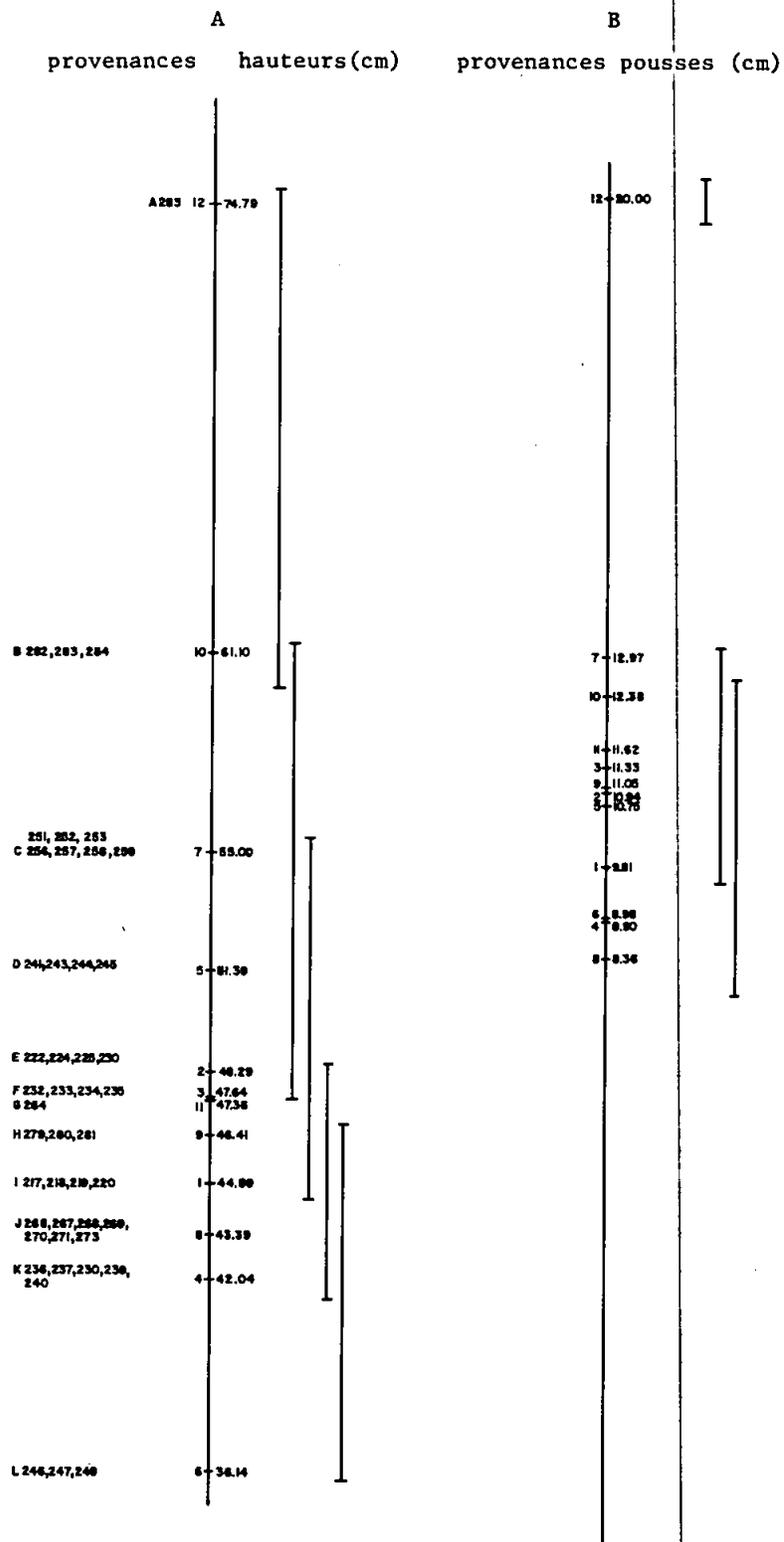


Figure 4. Représentation graphique du classement des provenances selon leurs moyennes pour la hauteur (A) et la pousse de 1976 (B) et regroupement significatif par le test de Scheffé

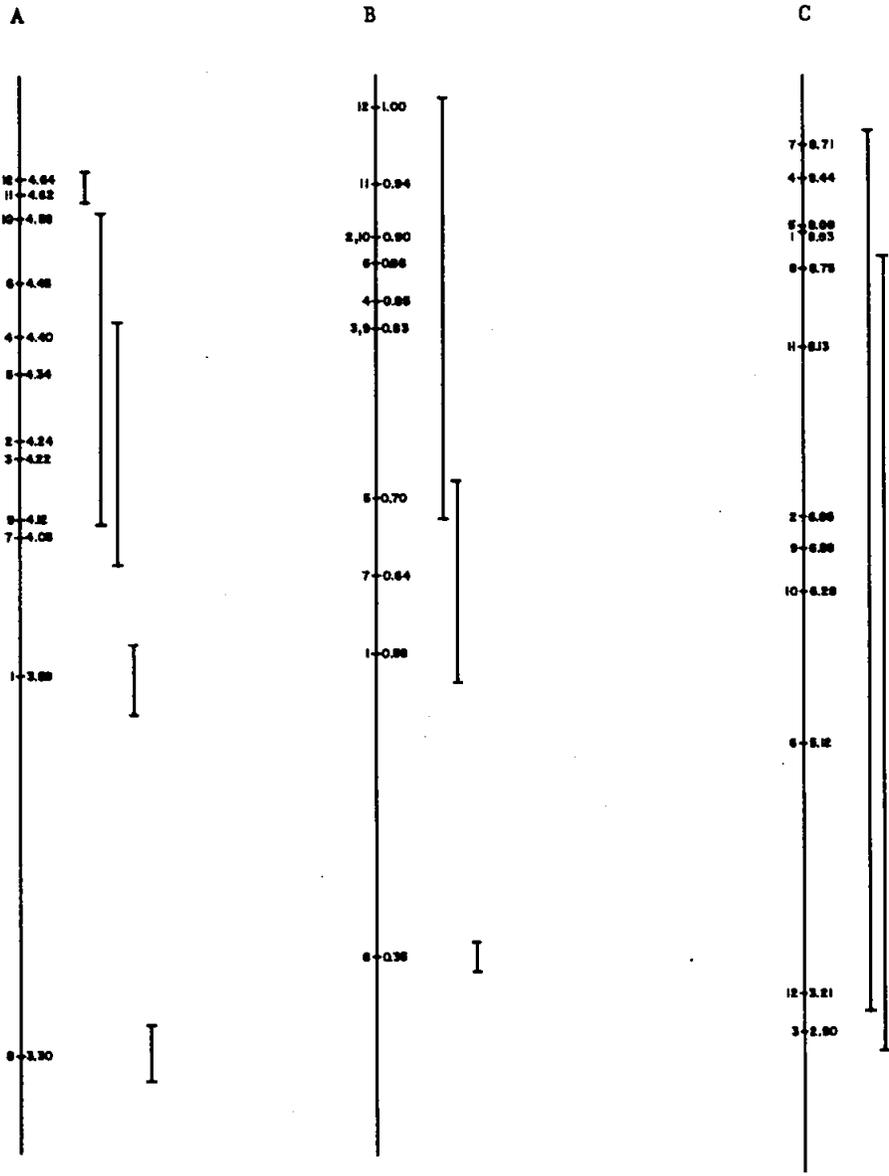


Figure 5: Représentation graphique du classement des provenances selon leurs moyennes pour le débourrement (A), le gel tardif (B) et le % de défoliation sur les pousses 1976 (C), et regroupement significatif par le test de Scheffé

gel tardif, elles dominent l'ensemble des provenances du dispositif par leur hauteur et leur flèche terminale.

L'inverse se produit également; la provenance 8, qui débourre plus tardivement, présente une hauteur relativement faible et se classe au dernier rang en ce qui concerne la pousse terminale.

### 3.5 CALCUL DE L'HÉRITABILITÉ CHEZ CERTAINES VARIABLES

Les héritabilités de la hauteur, de la pousse terminale, du débourrement et de la susceptibilité aux gelées tardives ainsi qu'à la défoliation par la tordeuse des bourgeons de l'épinette ont été calculées selon deux approches différentes. La première méthode regroupe l'ensemble des descendance en supposant qu'elles ne forment qu'une seule population alors que la seconde procédure divise les descendance en deux populations distinctes: la première est composée des descendance originaires de la rive sud du Saint-Laurent alors que l'autre population regroupe les descendance provenant de la rive nord.

Afin de poursuivre l'analyse, nous supposerons que les parents constituaient un échantillon pris au hasard dans leur génération et que la pollinisation s'est effectuée au hasard (Falconer, 1974). Les valeurs des héritabilités sur une base familiale et individuelle ainsi que les valeurs de leurs écarts types respectifs ont été obtenues à l'aide des formules suivantes:

$$A) h_f^2 = \frac{V_f}{V_e/NBS + V_{fb}/BS + V_{fs}/S + V_f} \quad (\text{Wright, 1976})$$

où  $h_f$  = héritabilité sur une base familiale

$V_f$  = variance due à l'arbre mère

$V_e$  = variance due à l'arbre à l'intérieur de la parcelle

$V_{fb}$  = variance due à l'interaction femelle X bloc à l'intérieur du site

$V_{fs}$  = variance due à l'interaction femelle X site

$N$  = nombre d'arbres par parcelle

$B$  = nombre de blocs par site

$S$  = nombre de sites.

$$B) h_i^2 = \frac{4V_e}{V_e \quad V_{fb} \quad V_{fs} \quad V_f}$$

où  $h_i^2$  = héritabilité sur une base individuelle

$$C) \sigma^2 h_i^2 = \frac{\{(1-h_i^2/4)\} \{1 + (NBS-1) h_i^2/4\}}{\{(NBS/2) (NBS-1) (F-1)\}^{\frac{1}{2}}}$$

où  $\sigma^2 h_i^2$  = écart type de l'héritabilité sur une base individuelle  
 $F$  = nombre d'arbres-mères

$$D) \sigma^2 h_f^2 \approx \frac{(1-t) (1 + NBSt)}{\{(NBS) (F-1)/2\}^{\frac{1}{2}}}$$

où  $\sigma^2 h_f^2$  = écart type de l'héritabilité sur une base familiale  
 $t$  = corrélation intra-classe =  $\frac{1}{4} h_i^2$ .

Le tableau XIII présente l'ensemble des valeurs obtenues pour les héritabilités des variables qui y figurent ainsi que leurs écarts types respectifs, en tenant compte des deux genres de regroupements des descendance tel que décrits précédemment.

Certaines valeurs d'héritabilité observées dans ce tableau paraissent quelque peu surprenantes; c'est le cas des valeurs supérieures à 1 et aussi de celles qui présentent un signe négatif. Pour ce qui est du premier cas, il importe de dire au départ que les valeurs d'héritabilité obtenues sur une base tant familiale qu'individuelle sont surestimées puisque, d'une part, le calcul a été fait à l'aide des moyennes des parcelles et non à partir des valeurs individuelles et que, d'autre part, cette expérience n'a été effectuée qu'à un seul site. Ainsi, les composantes que sont les variances dues à l'arbre à l'intérieur de la parcelle et aussi à l'interaction femelle  $\times$  site ne peuvent être obtenues et ne figurent donc pas au dénominateur des formules permettant d'obtenir les valeurs de l'héritabilité pour les variables concernées.

Quant aux valeurs négatives, elles sont dues à une variation intra-descendance plus forte que la variation inter-descendances.

Dans le cas de la hauteur, de fortes valeurs d'héritabilité sont obtenues avec le groupe de la rive nord tandis que l'ensemble des descendance ne présente qu'une héritabilité moyenne au niveau de la famille et une valeur élevée sur une base individuelle. Quant au groupe de la rive sud, la variation intra-descendance est plus grande que la variation inter-descendances. Cette situation générale est identique pour la pousse terminale, avec toutefois des valeurs plus faibles de l'héritabilité.

TABLEAU XIII

## VALEURS DE L'HERITABILITE

Variables	REGROUPEMENT DES DESCENDANCES											
	Ensemble (46)				Groupe Rive Sud (22)				Groupe Rive Nord (34)			
	$h_i^2$	$\sigma_i^2$	$h_f^2$	$\sigma_f^2$	$h_i^2$	$\sigma_i^2$	$h_f^2$	$\sigma_f^2$	$h_i^2$	$\sigma_i^2$	$h_f^2$	$\sigma_f^2$
Hauteur	0,81	0,044	0,34	0,178	-0,92	-0,060	-0,60	-0,254	1,37	0,081	0,64	0,333
Pousse	0,39	0,030	0,18	0,122	-0,02	0,019	-0,01	0,071	0,77	0,060	0,32	0,243
Débourrement	2,76	0,048	0,82	0,197	2,50	0,078	0,77	0,318	1,49	0,079	0,54	0,322
Gelée tardive	2,12	0,057	0,69	0,235	2,19	0,083	0,71	0,341	-0,26	0,001	-0,14	-0,003
Défoliation	-0,26	0,000	-0,13	0,001	-1,49	-0,125	-1,19	-0,525	1,08	0,070	0,42	0,286

Il n'en va pas de même pour la variable du débourrement qui présente de fortes valeurs d'héritabilité pour les trois regroupements étudiés. La variabilité de ce facteur ainsi que sa constance au niveau de chacune des descendance sont à nouveau mises en évidence.

En ce qui concerne la susceptibilité aux gelées tardives, les valeurs d'héritabilité sont fortes pour l'ensemble des descendance ainsi que pour le groupe des descendance de la rive sud. Quant au groupe de la rive nord, les valeurs obtenues sont négatives, indiquant que la variation à l'intérieur des familles est plus forte que la variation entre ces mêmes familles.

Du côté du taux de défoliation, seule la population de la rive nord présente des valeurs intéressantes d'héritabilité, les deux autres traitements présentant des variations intra-descendance plus grandes que les variations inter-descendance.

Le regroupement des descendance en deux populations réparties respectivement sur l'une et l'autre rive du Saint-Laurent présente une distribution inégale des provenances. En effet, mise à part la subdivision antérieure des descendance en provenances, le groupe de la rive nord est composé principalement de deux provenances et d'une descendance: la provenance du parc des Laurentides, qui comprend à elle seule vingt descendance, la provenance du dépôt Chapeau de Paille composée de trois descendance et la descendance du lac Edouard qui, à la rigueur, pourrait faire partie de la deuxième provenance. Quant au groupe de la rive sud, trois provenances peuvent être identifiées: ce sont celle de Drummondville qui réunit quatre descendance, celle de Saint-Camille avec sept descendance incluant celle du lac Etchemin et la provenance de Woburn avec dix descendance.

Le poids de la provenance du parc des Laurentides est très important et a pour conséquence d'homogénéiser grandement le groupe de la rive nord en comparaison du groupe de la rive sud qui présente trois provenances différentes dont les poids relatifs sont assez comparables. Ceci peut expliquer les valeurs négatives de l'héritabilité de la hauteur et de la pousse obtenues pour la population de la rive sud puisqu'à ce moment, de fortes variations sont prévisibles à l'intérieur des descendance de différentes provenances. Ceci s'avère d'ailleurs être le cas avec des variations intra-descendance supérieures aux variations inter-descendance.

Avec les fortes valeurs d'héritabilité obtenues pour la pousse et la hauteur, il semble possible d'effectuer une sélection au niveau des familles et des individus et d'obtenir des gains génétiques appréciables.

Malgré tout, il est toutefois nécessaire d'être prudent; la présence d'indices négatifs démontre l'existence d'une forte variation des données au niveau de certaines descendance.

La principale cause de ce problème provient en grande partie du faible échantillonnage, c'est-à-dire du petit nombre d'individus par descendance, nombre par surcroît variable puisqu'affligé dans certains cas par un taux de mortalité relativement élevé. Le nombre de provenances est également faible et elles sont de plus représentées par un nombre de descendance qui est très variable d'une provenance à l'autre.

Pour ces raisons, les valeurs de l'héritabilité obtenues devraient être prises avec certaines réserves et être utilisées à titre indicatif plutôt que d'une manière formelle.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every sale, purchase, and transfer must be properly documented to ensure compliance with tax laws and to provide a clear audit trail. This includes recording the date, amount, and nature of each transaction, as well as the names of the parties involved.

Additionally, the document highlights the need for regular reconciliation of accounts. By comparing the company's internal records with bank statements and other external sources, discrepancies can be identified and corrected promptly. This practice helps to prevent errors and ensures that the financial statements are accurate and reliable.

Furthermore, the document outlines the requirements for retaining financial records. It states that all records must be kept for a minimum of seven years, unless otherwise specified by the relevant tax authority. This includes not only the original documents but also copies of all supporting documents, such as invoices, receipts, and contracts. Proper record-keeping is essential for defending against potential audits and for resolving any disputes that may arise.

In conclusion, the document provides a comprehensive overview of the key principles and practices for maintaining accurate financial records. By following these guidelines, businesses can ensure that they are fully compliant with the law and that their financial data is accurate and trustworthy.

The second part of the document addresses the issue of tax deductions. It explains that businesses are entitled to deduct certain expenses from their taxable income, which can significantly reduce their overall tax liability. However, it is crucial to understand the specific rules and limitations that apply to each type of deduction. For example, deductions for interest, taxes, and depreciation are subject to various restrictions and phase-out provisions.

The document also discusses the importance of proper documentation for tax deductions. Businesses must maintain detailed records of all deductible expenses, including the date, amount, and purpose of each expense. This documentation is essential for substantiating the deductions in the event of an audit.

Finally, the document provides a summary of the key points discussed and offers some practical advice for businesses looking to optimize their tax position. It encourages businesses to consult with a qualified tax professional to ensure that they are taking full advantage of all available deductions and credits.

## CONCLUSION

L'analyse de ce dispositif au stade juvénile permet d'observer la variation existant entre les descendances pour les variables du débourrement et du gel tardif. Ces deux variables sont fortement liées l'une à l'autre. La figure 5 le démontre bien, alors que le classement des descendances pour le débourrement et pour le gel tardif est pratiquement le même. Ainsi, les descendances qui débourent rapidement au printemps, comme les n° 285, 264, 282, 283, 284, 246, 247 et 249, sont beaucoup plus affectées par les gelées tardives que les descendances qui débourent plus tardivement, soit principalement les n° 266, 267, 268, 269, 270, 271 et 273 (provenance 8) ainsi que les n° 217, 218, 219 et 220 (provenance 1).

Les descendances qui débourent plus tôt proviennent des latitudes les plus septentrionales observées dans cette expérience, contrairement à celles qui débourent plus tard et qui ont des origines plus méridionales.

Bien qu'il n'y ait pas de relations observées entre la longitude et le taux de défoliation par la tordeuse antérieurement à 1976, il en existe une entre la longitude et le pourcentage de

plants exempts de cette défoliation; selon cette même relation, les provenances (puisque la relation ne s'observe pas au niveau des descendances) d'origine occidentale auraient eu plus de plants défoliés antérieurement à 1976 que celles dont les origines sont plus orientales.

Toujours au niveau des provenances et non des descendances, les plants ayant les plus fortes hauteurs auraient été plus susceptibles à la défoliation par la tordeuse antérieurement à 1976. Cette même défoliation a davantage affecté les provenances septentrionales, donc à débourrement hâtif.

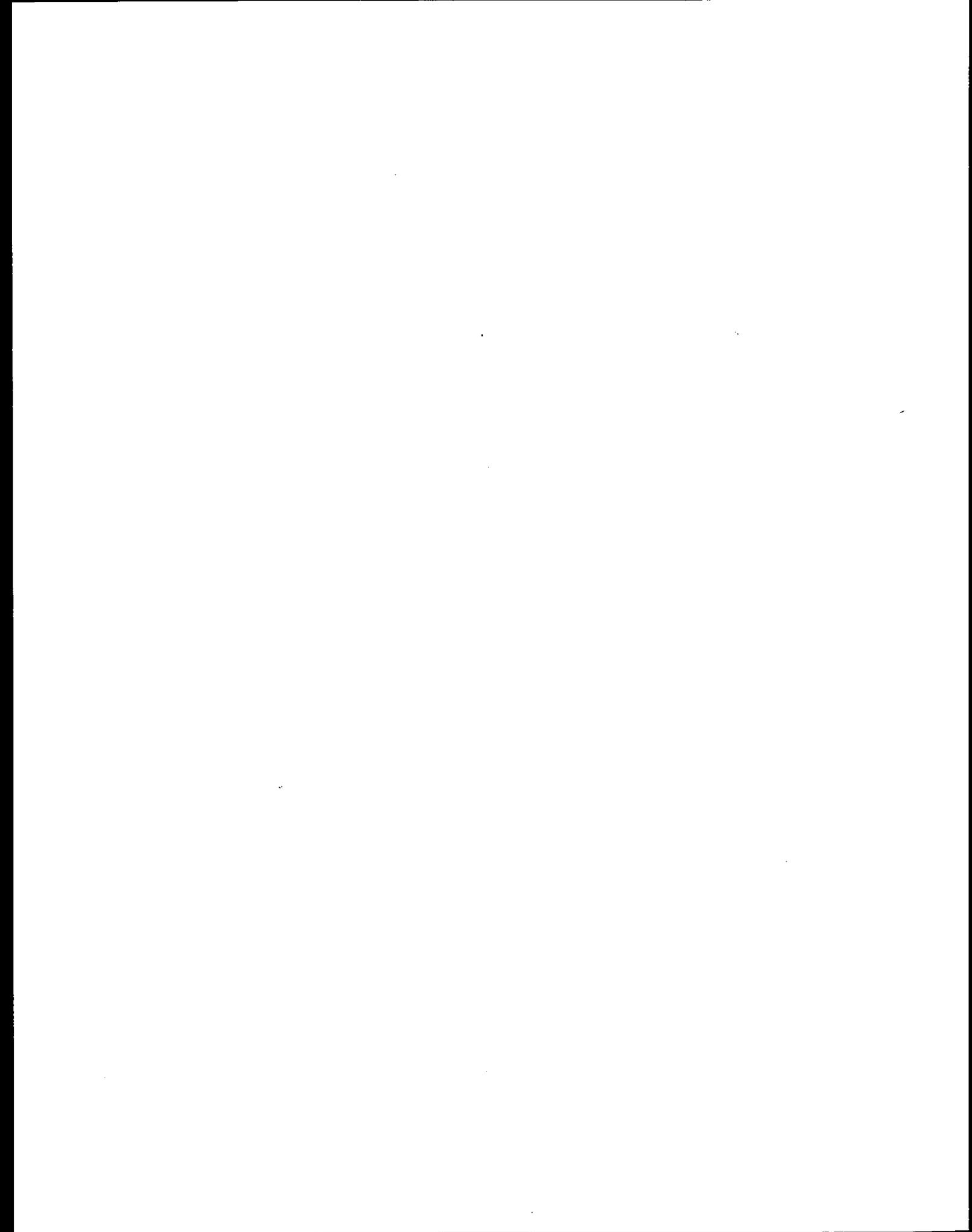
Aussi, les provenances septentrionales ont en général des longitudes plus occidentales; ce facteur, associé au fait que les plus fortes hauteurs sont obtenues chez ces provenances, explique en quelque sorte les conclusions tirées plus tôt.

L'analyse de variance, qui décèle une différence entre les blocs quant à la défoliation de 1976, permet d'introduire l'hypothèse, présentée précédemment, suivant laquelle la défoliation en 1976 aurait été plus importante en bordure de la forêt naturelle qui, elle-même infestée de larves de tordeuse, aurait fait office de facteur de propagation. Cette hypothèse serait d'ailleurs appuyée par la corrélation entre les provenances, indiquant que celles qui ont été les plus défoliées antérieurement à 1976 sont celles qui présentent les plus fortes hauteurs, donc celles dont les cimes des individus présentent les plus grandes surfaces et pour lesquelles

les probabilités d'être contaminées par les larves de tordeuse issues de la forêt avoisinante seraient d'autant plus fortes.

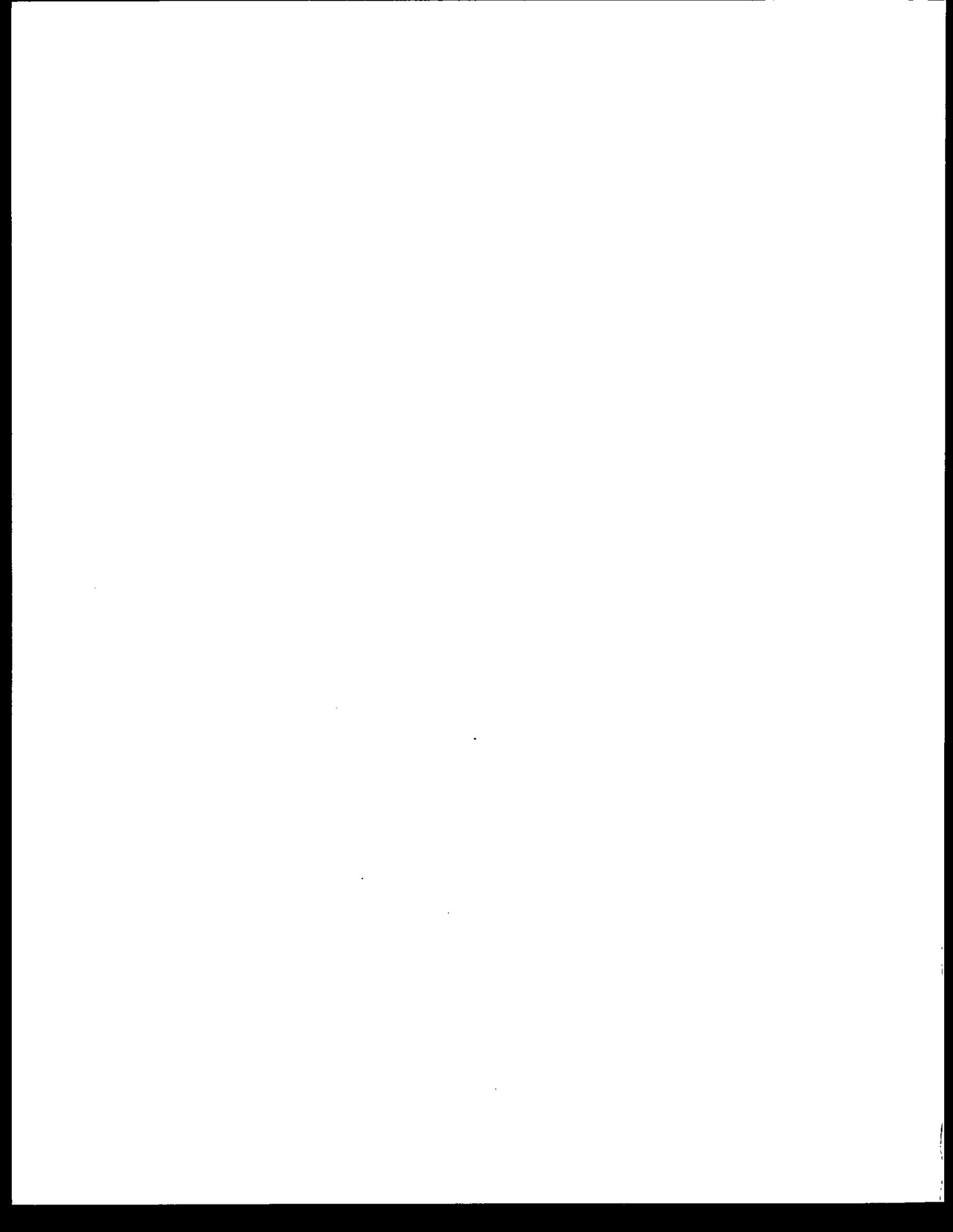
Les fortes valeurs d'héritabilité obtenues pour la hauteur et la pousse laissent entrevoir la possibilité de sélectionner au niveau des familles et des individus pour chacune de ces variables. Toutefois, l'échantillonnage de cette expérience étant faible quant au nombre de provenances et irrégulier quant au nombre de descendances par provenance, les valeurs obtenues pour l'héritabilité doivent être considérées avec beaucoup de réserves.

Il y aurait donc lieu de compléter cette analyse par l'établissement d'autres dispositifs comportant de nouvelles descendances, en plus de celles ayant fait l'objet de cette étude, afin de mieux représenter les provenances dont l'échantillonnage est insuffisant.



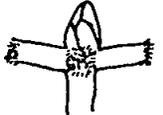
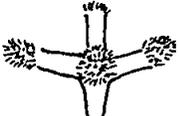
## BIBLIOGRAPHIE

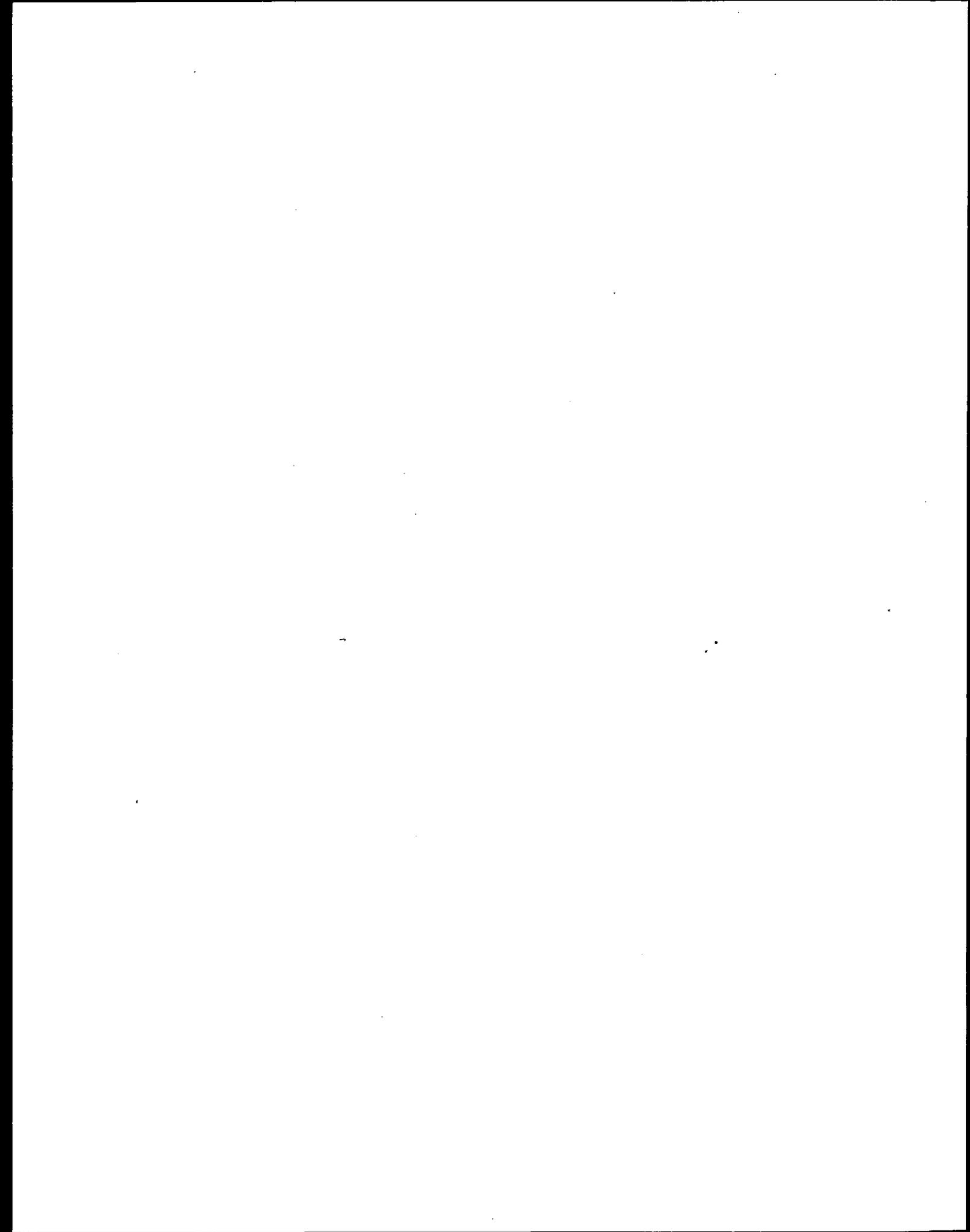
- CORRIVEAU, A. 1978. Communications personnelles.
- FALCONER, D.S., 1974. Introduction à la génétique quantitative. Masson et Cie Éditeurs, Paris, 284 p.
- MÉNARD, M. et J. BÉLANGER, 1976. Étude des relations entre les caractères du milieu et la production forestière par l'analyse factorielle des correspondances. Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts, mémoire n° 24 73 p.
- ROWE, J.S., 1959. Forest Regions of Canada. Dept. of Northern Affairs and National Ressources, Canada, Forestry Branch, Bull. 123.
- TOMASSONE, R., 1965. L'analyse en composantes principales. Inst. nat. de rech. agron., Versailles, France, note sci. n° 1, 11 p.
- WRIGHT, J.W. 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press, New York, San Francisco, Londres. 463 p.

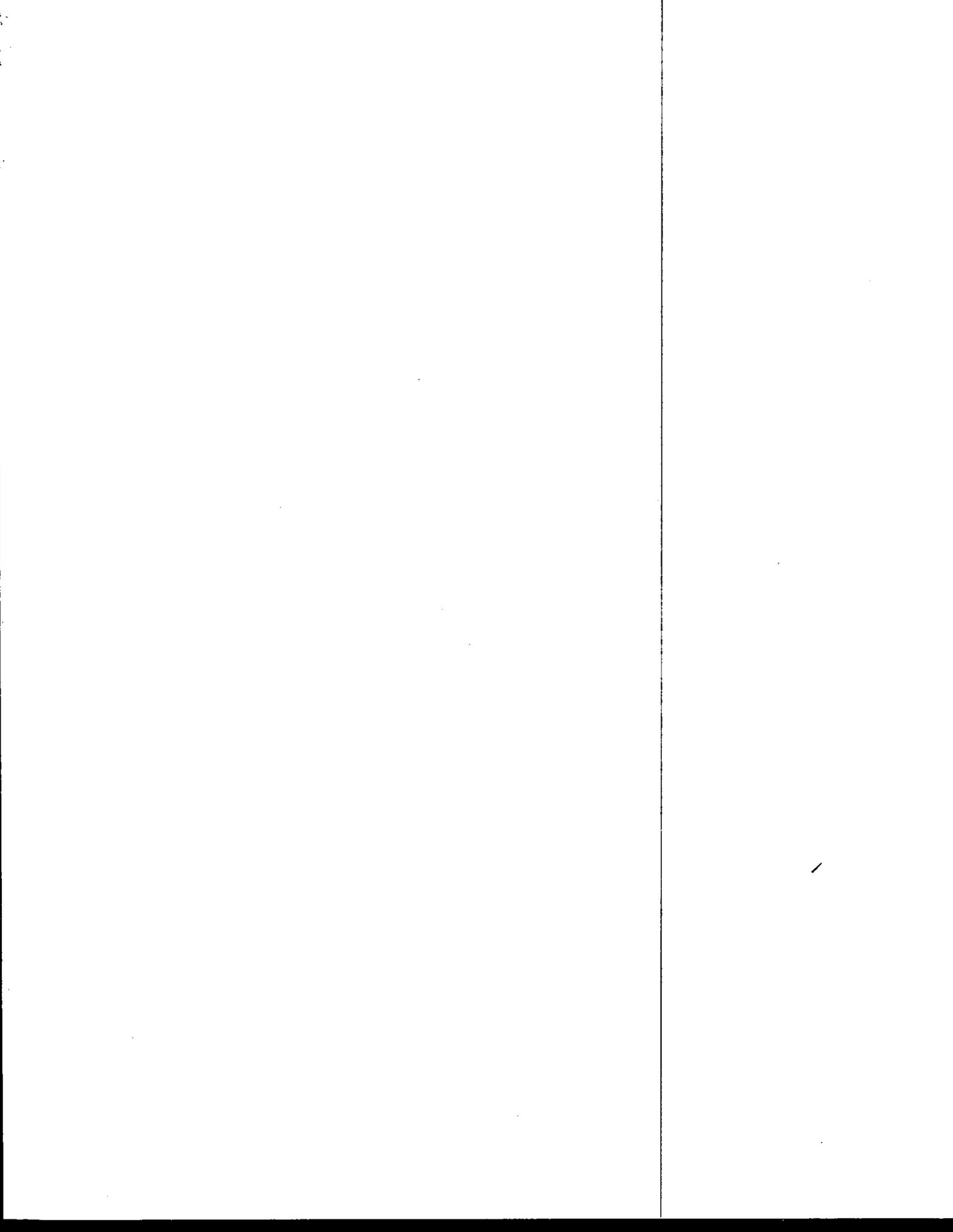


APPENDICE

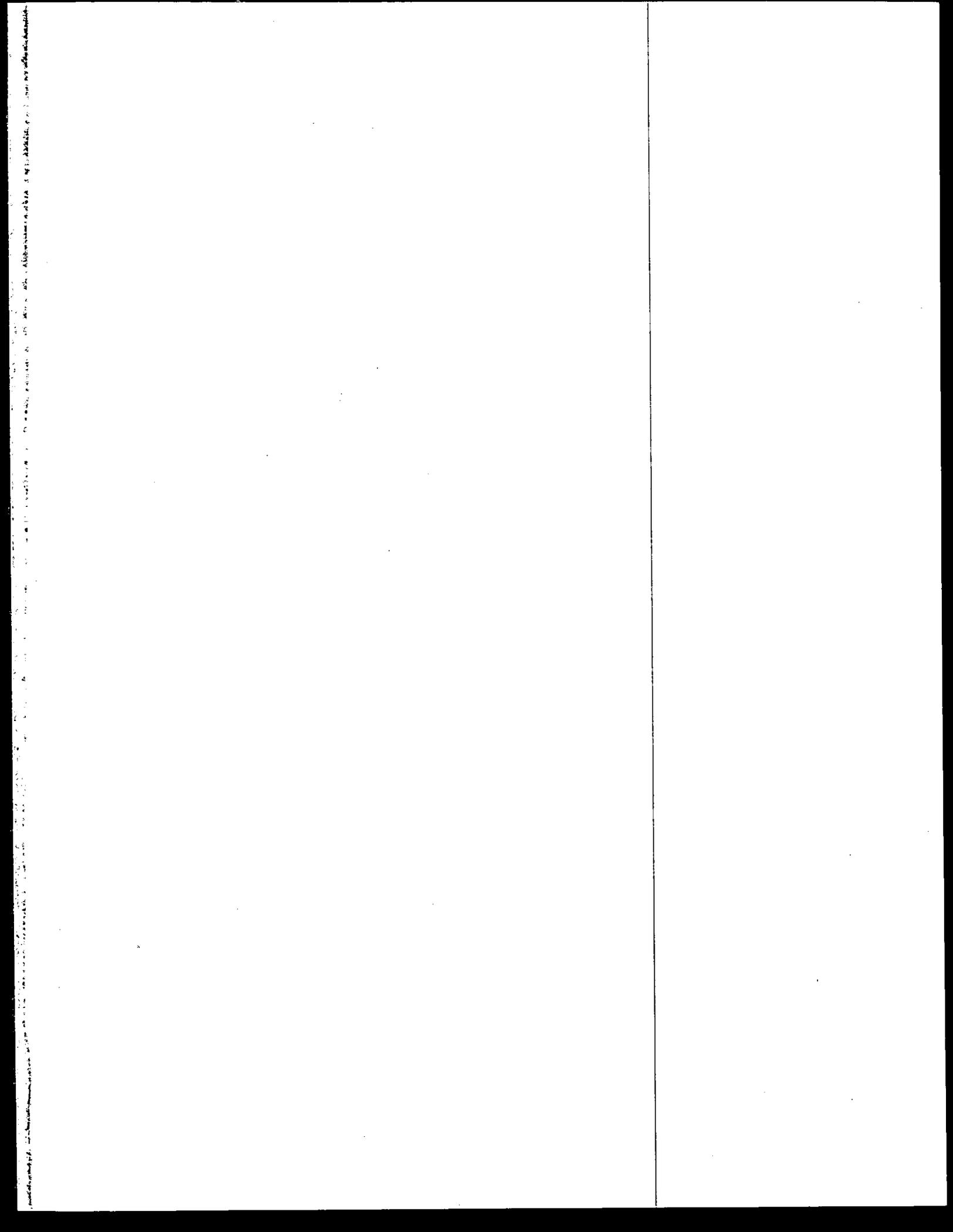
ECHELLE DE DEBOURREMENT POUR LE SAPIN BAUMIER

STADE	SCHEMA	DESCRIPTION
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>- bourgeons non développés, stade hivernal.</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>- bourgeon terminal généralement au stade 1</li> <li>- bourgeons latéraux allongés, toujours recouverts d'écailles mais de couleur vert tendre.</li> </ul>
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>- bourgeon terminal généralement identique aux bourgeons latéraux de stade 2</li> <li>- bourgeons latéraux ouverts avec faisceau d'aiguilles apparent.</li> </ul>
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>- bourgeon terminal généralement identique aux bourgeons latéraux de stade 3</li> <li>- bourgeons latéraux bien avancés avec début d'élongation de la pousse.</li> </ul>
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>- bourgeon terminal généralement identique aux bourgeons latéraux de stade 4</li> <li>- pousses latérales en élongation avec aiguilles accolées à la pousse.</li> </ul>
6		<ul style="list-style-type: none"> <li>- pousses bien allongées avec aiguilles bien écartées.</li> </ul>





**Achévé d'imprimer à  
Québec en novembre 1979, sur  
les presses du Service des impressions en régie  
du Bureau de l'Éditeur officiel  
du Québec**



Le programme de recherche et de développement forestiers en regard de la tordeuse des bourgeons de l'épinette a vu le jour au sein d'un groupe de travail du ministère des Terres et Forêts en 1975. Depuis 1978, un comité, regroupant des chercheurs du gouvernement du Canada, de l'université Laval et du gouvernement du Québec, coordonne les travaux regroupés autour de quatre grands thèmes: l'épidémiologie; les interventions de lutte tant chimique que biologique; les pertes encourues en termes de matière ligneuse et de son utilisation future; enfin, les interventions d'aménagement et de gestion susceptibles de réduire ou de compenser les pertes qui s'ajoutent au déficit ligneux déjà prévu.



Éditeur officiel du Québec  
Imprimé au Québec