Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de la recherche forestière

Ce mémoire contient un errata à la page ii du document

Mémoire n° 58

TAUX DE SURVIE ET ACCROISSEMENT EN HAUTEUR OBTENUS APRÈS CINQ ANS À LA SUITE D'ESSAIS DE REBOISEMENT CONTINU

par Jean-Marc Veilleux

ERI-5310-58

JEAN-MARC VEILLEUX est bachelier ès sciences appliquées (foresterie) de l'université Laval depuis 1965 et maître ès sciences forestières de la même institution depuis 1975. En 1965, il entrait à la division des sols de l'ancien Bureau de sylviculture et de botanique du ministère des Terres et Forêts du Québec et, en 1967, il passait au Service de la recherche, à titre de chargé de recherches en fertilité des sols et reboisement.

TAUX DE SURVIE ET ACCROISSEMENT EN HAUTEUR OBTENUS APRES CINQ ANS A LA SUITE D'ESSAIS DE REBOISEMENT CONTINU

par

JEAN-MARC VEILLEUX

avec la collaboration technique de

YVON LEVESQUE

MEMOIRE N° 58

SERVICE DE LA RECHERCHE FORESTIERE

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES

1979

ERRATA

p. 17, fig. 2 année 1970, colonne 10 août
plants entreposés, taux de survie: 75,3 p. 100

p. 20, fig. 3 année 1969, colonne 8 juin
plants entreposés, hauteur initiale: 16,2 cm

" " année 1970, colonne 24 août
plants entreposés, hauteur initiale: 15,0 cm

p. 23, fig. 4 année 1969, colonne 19 octobre
plants entreposés, taux de survie: 51,3 p. 100

p. 25, fig. 5 année 1970, colonne 8 juin
plants de pépinière, hauteur initiale: 20,3 cm

" " année 1970, colonne 10 août
plants entreposés, hauteur initiale: 18,9 cm

p. 27, fig. 6 année 1970, colonne 27 juillet
plants entreposés, taux de survie: 47,0 p. 100

p. 28, Tableau de l'analyse de variance

	VALEURS DE *F*	
SOURCE DE VARIATION	HAUTEUR INITIALE	ACCR. EN HAUTEUR
aj. *T* X *S*	10,96**	5,39**

p. 29, fig. 7 Remplacer par la figure ci-jointe Fait PDF

p. 32, fig. 8 année 1969, colonne 17 août
plants entreposés, taux de survie: 83,0 p. 100

p. 34, fig. 9 année 1970, colonne 24 août
plants de pépinière, accroissement quinquennal en hauteur: 52,3 cm
plants entreposés, accroissement quinquennal en hauteur: 80,8 cm

ISBN 2-550-00549-X

Dépot légal

Bibliothèque nationale du Québec

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier M. Carol La Barre, ing.f., maintenant au Service de l'aide à la forêt privée, pour son étroite participation à ce projet de 1969 à 1972, alors qu'il assurait la continuité des travaux.

Nos remerciements s'adressent aussi au personnel de la région administrative du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, principalement celui des pépinières de Luceville et de New Carlisle, pour leur contribution à la bonne marche de ce projet.

Enfin, nous sommes particulièrement redevables au personnel du Service de la recherche: au Dr Yvon Richard, ing.f., et à M. Mario Ménard, ing.f., pour les traitements et l'interprétation statistiques des données; à M. Raymond Castonguay pour la préparation des figures et aux secrétaires pour la dactylographie des textes.

RESUME

Il est possible d'allonger avec succès la période de reboisement printanier, à l'aide de semis de pépinière entreposés et gardés en chambre froide, à l'état dormant, jusqu'au moment d'être plantés. Ces observations valent pour les quatre essences utilisées au cours de ces essais, c'est-à-dire l'épinette blanche, l'épinette de Norvège, le pin rouge et le pin gris. Cette méthode est préférable et moins risquée que celle qui utilise des plants directement de la pépinière, surtout lorsque les conditions d'humidité du sol et de température sont défavorables et particulièrement à l'époque de l'année où les arbres atteignent leur activité physiologique maximale.

La durée de l'allongement du reboisement varie selon les essences. Ainsi, les épinettes entreposées ont pu être plantées avec succès jusqu'à la fin de juillet tandis que pour les pins, cette période n'a guère dépassé la fin du mois de juin.

Le phénomène le plus important qui a été observé en regard de la croissance chez les quatre essences est le fait que les accroissements en hauteur après cinq ans sont plus faibles à mesure que la plantation a été plus tardive.

ABSTRACT

It is possible to extend the planting season in the spring with dormant nursery stock held in cold storage until planting. Those observations are valid with the four coniferous species used in our trials: white spruce, Norway spruce, red pine, and jack pine. This method is preferable to, and more successful than the use of fresh nursery stock especially during the summer when the prevailing weather and soil moisture conditions are unfavorable and when the trees reach their maximum physiological activity.

The length of extending the planting season varies with the species. Thus the stored spruces could be planted successfully till the end of July while the pines could not be used after the end of June.

After five years, the most important observation concerning the height growth of the four species shows that the heights of the fall plantings as a group are significantly shorter than those planted earlier.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

Pour relever le défi de reboiser l'immensité des terrains à vocation forestière, il faudra non seulement accroître la main-d'oeuvre qualifiée et la mécanisation, mais surtout développer des méthodes qui permettent d'allonger la période affectée au reboisement, laquelle est relativement courte dans nos régions particulièrement défavorisées au point de vue du climat.

A cette fin, l'utilisation de chambres froides pour la conservation de semis de pépinière offre beaucoup d'avantages. Elle permet en outre:

a) d'allonger de plusieurs semaines la période du reboisement;
b) d'allonger aussi la période du repiquage;
c) de hâter ou de retarder selon les régions, les envois de plants au printemps vers les sites de reboisement;
d) de faciliter l'exécution des travaux de pépinière durant la période d'affluence du printemps et de mieux planifier les opérations;
e) de créer des emplois plus stables avec une main-d'oeuvre spécialisée qui fournira un travail plus efficace et moins coûteux.

Ainsi, depuis 1968, le Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts a entrepris un projet dans le but d'étudier le comportement des plants de quatre essences plantées continuellement depuis le printemps jusqu'à l'automne. L'étude consiste à comparer la survie et le taux de croissance des plants provenant hebdomadairement de la pépinière avec ceux de plants entreposés en chambre froide. Enfin, l'expérience vise à étudier les effets possibles du climat sur le succès des plantations.

Le présent rapport donne les taux de survie et l'accroissement en hauteur obtenus cinq ans après les essais de 1969 et 1970. Comme le projet de 1968 avait été écourté à quatre semaines au lieu des quatorze prévues, c'est volontairement que ces résultats ne sont pas présentés ici puisqu'ils ne sont pas comparables.

CHAPITRE I

TRAVAUX ANTERIEURS

1.1 PLANTATION CONTINUE

Les études scientifiques visant à connaître la possibilité de planter durant toute la période de croissance, à l'aide de plants extraits directement de la pépinière, sont relativement rares. Cependant, Crossley (1956) a obtenu en Alberta une mortalité acceptable à la suite d'essais de plantation d'épinette blanche (var. *albertiana*), pendant la période sans gel, au cours de trois années consécutives. De plus, il constate que la hauteur était moindre pour des plants mis en terre lorsque la saison était avancée. Ackerman et Johnson (1962), qui ont étudié ces mêmes plantations après cinq ans, trouvent la mortalité acceptable tandis que l'effet de la date de plantation est encore évident sur la croissance en hauteur.

En Ontario, Burgar et Lyon (1968) ont étudié les taux de survie et de croissance de l'épinette blanche (2-2), entreposée ou non

en chambre froide, et plantée durant la période sans gel. Ils concluent que cette essence pouvait être plantée avec succès, directement de la pépinière, pendant tout le printemps et l'été, à l'exception de la période de développement maximal qui coincide avec l'allongement rapide des tiges et la formation des bourgeons. La croissance en hauteur a été relativement élevée durant toute la période. Par contre, les plants entreposés ont démontré un excellent taux de survie losqu'on les plantait jusqu'à la fin de la saison de croissance. Toutefois, après trois mois d'entreposage, la méthode s'est avérée insatisfaisante à cause de la mort en cime observée sur les plants utilisés après cette période et qui a affecté la survie et la croissance en hauteur.

Plus récemment, Gagnon *et al.* (1971) signalaient une étude identique à celle de l'Ontario, effectuée avec l'épinette de Norvège au cours de trois années consécutives, dans la région de Portneuf au Québec. Leurs résultats montrent que l'épinette de Norvège peut être plantée durant toute la période sans gelée en utilisant des plants extraits de la pépinière 24 heures avant la plantation. Ils affirment que la croissance en hauteur des arbres plantés après la mi-juillet est supérieure à celle des arbres plantés avant cette date. De plus, il semblerait risqué de planter cette essence durant la période sans gelée avec des plants emballés et gardés en chambre froide, si la période de conservation dépasse six semaines.

1.2 ENTREPOSAGE EN CHAMBRE FROIDE

Les nombreuses études publiées avant 1968 démontrent que, sous des conditions appropriées, il est possible d'entreposer avec succès,

dans des chambres froides, des semis de conifères à l'état de dormance pour des périodes relativement longues.

Même si les essais semblent différents tant au point de vue des méthodes que des essences utilisées, les résultats sont relativement semblables. Le Douglas, l'épinette blanche, le pin rouge, le pin blanc, le mélèze et le sapin baumier sont les principales essences dont le comportement a été étudiée en chambre froide.

Selon les expériences, la durée de conservation fut de deux à huit mois. Ruth (1953) ne signale aucune différence significative en ce qui regarde le taux de survivance et la croissance en hauteur entre les plants entreposés et les plants fraîchement extraits d'une pépinière. Deffenbacker et Wright (1954) font remarquer qu'il est difficile de maintenir l'humidité supérieure à 90 pour 100 à des températures plus basses que 0,5°C, ce qui occasionne une évapo-transpiration chez les plants. Par contre, au dessus de 2°C, la moisissure se forme sur les semis. Ce dernier phénomène se produit aussi lorsque la circulation d'air est inadéquate à l'intérieur de la chambre. D'après les études de Baldwin et Pleasanton (1952) et de Bjorkman (1956), il semble préférable de ne pas soumettre les semis à une congélation rapide lors de l'entreposage tandis qu'au moment de les sortir de la chambre froide, il est bénéfique de leur donner une adaptation physiologique lente afin d'éviter les changements trop brusques du milieu environnant.

Les résultats de telles expériences sont grandement affectés par l'état des semis entreposés. Il est nécessaire que ces plants

soient à l'état de dormance profonde, de bonne qualité et sans aiguilles desséchées. Ainsi, Kahler et Gilmore (1961) concluent que l'état des plants entreposés est tout aussi important que les conditions de conservation pour la survie en reboisement.

Quelques projets démontrent des performances peu enviables. Dans la plupart des cas, les résultats inconsistants reflètent le manque de surveillance dans les méthodes et les techniques de conservation au froid.

Pour ce qui est des effets physiologiques de l'entreposage sur les plants, Landquist et Doll (1960) signalent une relation possible entre le taux de survie et la quantité d'amidon contenue dans les plants entreposés. Cette hypothèse est d'ailleurs confirmée par Hellmers (1962) qui constate une diminution de la teneur en réserves nutritives chez les semis entreposés, laquelle se traduit par un faible taux de survie lors de la plantation. Tarrant (1964) et Hellmers (1962) s'accordent à dire que la perte en eau par les semis de conifères lors de la conservation en chambre froide peut être critique et même néfaste.

A la lumière des recherches antérieures, il semble possible d'entreposer à froid la plupart des essences résineuses en s'en tenant aux conditions et techniques appropriées de conservation telles que:

- maintenir la température d'entreposage entre -2° et $+ 2^{o}C$;
- garder l'humidité relative de l'air de la chambre à un niveau élevé, soit 90 pour 100 et plus;
- assurer une circulation adéquate de l'air;
- n'entreposer que des plants d'excellente qualité;
- et que ces derniers soient en état de dormance profonde au moment de l'entreposage.

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES EXPERIMENTALES

2.1 CHOIX DES STATIONS

Les essais ont été effectués dans les régions de la Gaspésie qui offrent d'immenses territoires à reboiser (brûlis, terres abandonnées, etc.). Ce choix a été influencé surtout par la disponibilité des chambres froides que l'on trouvait dans les entrepôts frigorifiques construits dans presque tous les villages côtiers de ces régions et opérés par la Direction générale des Pêches maritimes du ministère de l'Industrie et du Commerce.

En 1969, les plantations ont été effectuées dans le canton de Tourelle, comté de Matane, tandis que le dispositif de 1970 fut établi dans la Seigneurie du Grand-Pabos, comté de Gaspé (Figure 1). Le choix de deux régions devrait nous permettre de comparer des effets climatiques différents sur le succès des plantations.

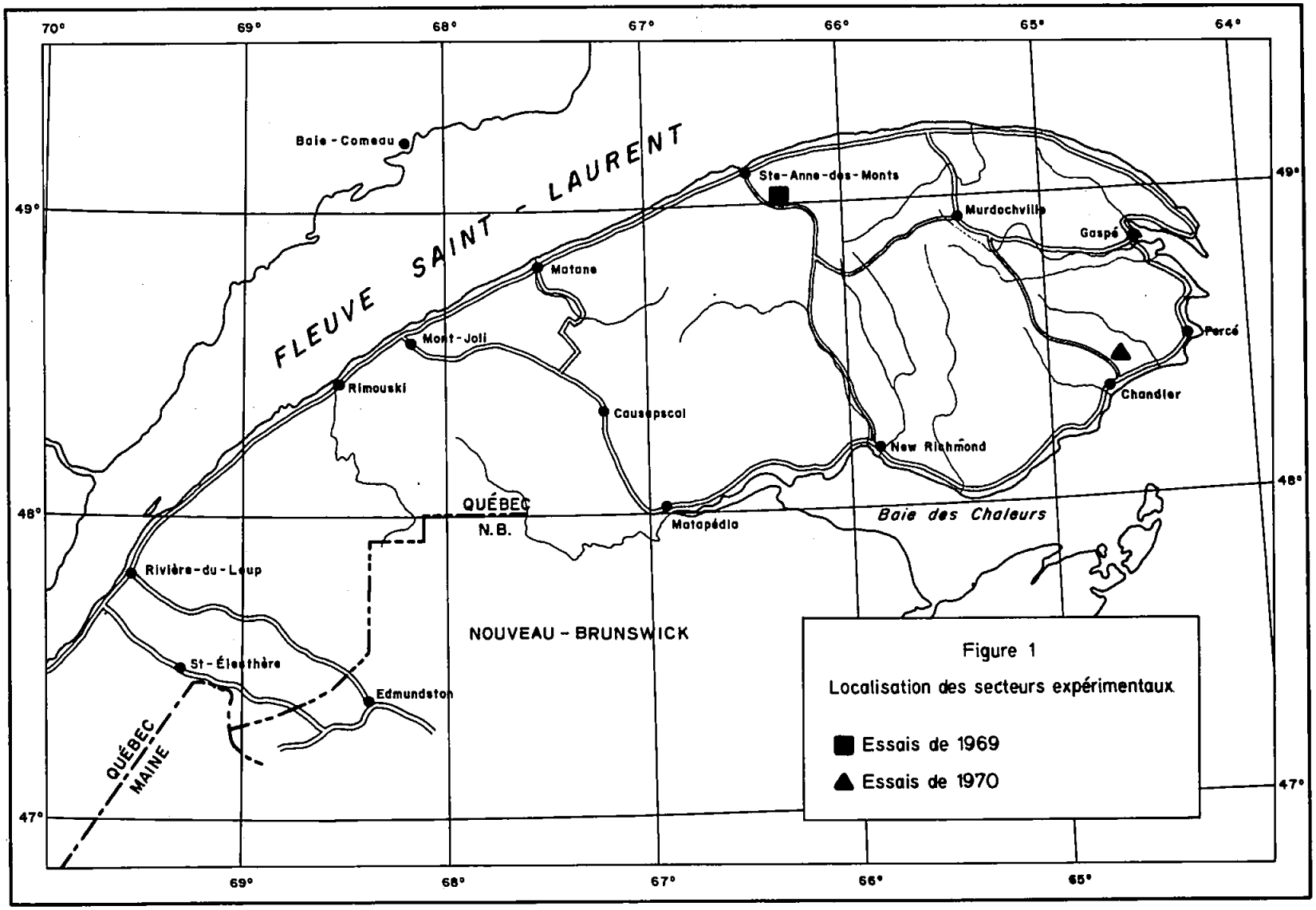


Figure 1
Localisation des secteurs expérimentaux

2.2 DESCRIPTION DES STATIONS

2.2.1 ESSAIS DE 1969

Les essais de 1969 ont été effectués dans le rang X du canton de Tourelle, comté de Matane. Ils sont situés à une vingtaine de kilomètres au sud-est de Sainte-Anne-des-Monts (Figure 1), dans la région forestière Boréale, section Gaspésie (B.2) de Rowe (1972), plus précisément à 49°02' de latitude nord et à 66°19' de longitude ouest.

Cette région se trouve dans le nord-ouest du plateau gaspésien où l'association de la sapinière à bouleau blanc domine. L'altitude varie de 380 à 490 mètres, avec un relief légèrement ondulé. La température moyenne annuelle s'élève aux environs de 2,0°C, celle de janvier est de -13,5°C et celle de juillet, de 16°C. Le nombre de jours sans gel varie de 80 à 90 et la longueur moyenne de la période de végétation est inférieure à 160 jours. Les précipitations annuelles moyennes sont supérieures à 100 cm. Les tills glaciaires qui dominent la région sont constitués de différentes roches: schiste, grès, conglomérat et quartzite. Des podzols humo-ferriques se sont développés sur ces dépôts assez bien drainés.

En 1969, la végétation existante, qui faisait suite au feu de 1959, formait un gaulis clairsemé d'essences pionnières telles que le peuplier faux-tremble, le bouleau blanc et le cerisier de Pennsylvanie. L'épilobe à feuilles étroites et l'anaphale marguerite composaient la strate herbacée.

2.2.2 ESSAIS DE 1970

En 1970, les plantations ont été établies à près de 150 kilomètres au sud-est des essais précédents, dans le rang VIII de la Seigneurie du Grand-Pabos, comté de Gaspé, à quelque 15 kilomètres au nord de Chandler, à la latitude 48°28' nord et la longitude 64°41' ouest (Figure 1).

Cette région est située à la limite est de la section L.6 Témiscouata-Restigouche (Rowe, 1972), dans la zone de la sapinière à bouleau jaune. On y rencontre des tills glaciaires minces à bon drainage dans lesquels des podzols humo-ferriques se sont développés. Le relief légèrement ondulé fait varier l'altitude de 200 à 225 mètres. La température annuelle moyenne se situe autour de 2,5°C; le nombre de jours sans gel n'excède pas 110 et la longueur de la période de végétation s'étend jusqu'à 160 jours.

La végétation existante succède à un feu et les mêmes espèces que précédemment composent les strates arbustive et herbacée. Dans cette dernière, il faut ajouter la présence du ptéridium des aigles.

2.3 PREPARATION DU SOL

Dans les brûlis, les coupes de récupération avaient été effectuées mais il a quand même fallu procéder à une scarification à l'aide d'un tracteur à chenilles afin d'éliminer la végétation existante et de briser les souches en voie de pourrissement.

2.4 ESSENCES ET AGE DES PLANTS UTILISES

Le choix des essences a été décidé non seulement en raison de leurs performances antérieures en plantations mais aussi en fonction de leur popularité au moment des essais. De même, l'âge des plants repiqués (2-2) était identique à celui des plants normalement produits pour le reboisement par les pépinières du Ministère. Le seul critère de sélection des plants utilisés concernait leur hauteur qui devait varier entre 15 et 25 cm, selon la classification alors en vigueur. Les essences utilisées en 1969 et 1970 sont:

l'Epinette blanche: *Picea glauca* (Moench) Voss

l'Epinette de Norvège: *Picea abies* (L.) Karsten

le Pin rouge: *Pinus resinosa* Ait.

le Pin gris: *Pinus banksiana* Lamb.

2.5 METHODES DE PREPARATION ET DE CONSERVATION DES PLANTS

Les plants devant être entreposés en chambre froide étaient extraits de la pépinière le plus tôt possible au printemps afin qu'ils soient encore à l'état de dormance profonde. Ils étaient ensuite emballés de la manière usuelle, c'est-à-dire attachés par paquets de 25 ou 50 plants, puis mis en ballots avec les aiguilles exposées à l'air tandis que les racines étaient couvertes de sphaigne humide et enveloppées de papier ciré et de jute. Pour fins de comparaisons, des plants de même provenance étaient gardés en pépinière où ils ne devaient subir aucun traitement particulier, à l'exception d'arrosages en cas de sécheresse.

En chambre froide, les ballots de plants étaient placés sur des tablettes de bois recouvertes d'un polyéthylène. Les ballots étaient détachés pour éviter le surchauffement entre des paquets de plants trop serrés; toutefois les racines étaient toujours recouvertes de sphaigne humide. La température de la chambre était maintenue entre 0 et 2° C; l'humidité de l'air ambiant variait de 85 à 90 p. 100 tandis que des ventilateurs assuraient une circulation adéquate de l'air.

Durant le reboisement, les quantités requises de plants étaient sorties de la chambre froide ou extraites de la pépinière chaque semaine. Les plants étaient transportés sur le terrain puis mis dans une jauge humide et ombragée pour une durée d'au moins trois jours avant d'être replantés. Au préalable, les plants entreposés étaient entièrement trempés dans l'eau froide afin de briser leur dormance; toutes ces précautions devaient leur permettre une certaine adaptation physiologique lente, particulièrement durant le mois de juillet.

2.6 PLANTATION ET DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La plantation s'est effectuée à la pelle avec un espacement de 1,8 mètre, selon les méthodes usuelles du Ministère. Au cours des essais de 1969, à chaque semaine et pour chacune des quatre essences utilisées, six placettes d'échantillonnage de 0,04 ha (121 plants par placette) ont été établies à raison de trois placettes pour chacun des deux traitements (pépinière et chambre froide), pour fins d'études sur les taux de survie et de croissance, les hauteurs initiales étant mesurées au moment de la plantation. Ainsi, chaque semaine, un bloc de 24 placettes d'échantillonnage était mis en place selon un dispositif systématique.

Par contre, en 1970, un dispositif du type *split plot design* a été utilisé, dans lequel les trois répétitions constituaient trois grands blocs à l'intérieur desquels étaient distribués aléatoirement les dates de plantation, les deux traitements et les quatre essences. La dimension des placettes de même que les mesures effectuées étaient identiques à celles du projet de 1969.

Afin de réduire les possibilités d'une variation dans la qualité de la plantation, c'est la même équipe de planteurs qui effectuait le travail au cours d'une même année.

2.7 DUREE DES ESSAIS

Initialement, la durée de chacun des essais avait été prévue pour 14 semaines, soit à partir de la fonte de la neige et du dégel du sol jusqu'aux premières gelées, c'est-à-dire en début de septembre. Toutefois, des circonstances incontrôlables obligeaient à mettre fin aux essais de 1968 après quatre semaines, à cause de la fermeture de l'entrepôt frigorifique. En 1969, la plantation avait débuté en juin et s'est prolongée jusqu'à la fin du mois d'octobre. L'année suivante, les travaux se déroulaient tel que prévu.

La durée des essais pourrait se résumer ainsi:

1969: 21 semaines, du 1er juin au 25 octobre;

1970: 14 semaines, du 24 mai au 29 août.

2.8 METEOROLOGIE

Afin de vérifier les effets possibles du climat sur le succès des plantations, les observations météorologiques journalières du lieu de reboisement ont été obtenues. En 1969, la station météorologique de Cap-Seize (721) située à proximité dans le canton de Tourelle, à moins de 2 km du site des expériences, fournissait les données journalières concernant les températures minimales et maximales, les précipitations et le vent. En 1970, une station plus complète était installée sur le site même du reboisement pour une période de six mois; des renseignements supplémentaires ont été obtenues sur l'humidité de l'air, l'évaporation ainsi que les températures et l'humidité du sol.

2.9 TRAITEMENTS STATISTIQUES

Les résultats hebdomadaires moyens obtenus après cinq ans, sur les taux de survie et l'accroissement en hauteur, pour les 14 premières semaines d'essais, ont été soumis séparément à des analyses de variance, pour chaque traitement, pour chaque essence et pour chaque année. Les résultats montrent, pour chaque essence, s'il y a des différences significatives entre les dates de plantation pour les deux traitements, c'est-à-dire pour les plants entreposés ou non.

L'interprétation des résultats de l'analyse de variance combinée à celle des histogrammes montre les variations des taux de survie et de croissance; ainsi, il a été possible de faire ressortir les périodes de réussite des plantations ainsi que celles où il est préférable de ne pas reboiser.

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les plantations ont été remesurées à la fin de chaque saison de croissance afin de vérifier le taux de survie et l'accroissement annuel en hauteur. Conventionnellement, le succès d'une plantation s'exprime en combinant les résultats obtenus pour les deux mesures; dans ce cas-ci, ce sont les résultats quinquennaux qui font l'objet de ce rapport. La comparaison des résultats et l'utilisation de tests statistiques font ressortir s'il y a des différences ou non.

La décision de ne présenter les résultats qu'après cinq ans, permet de croire que les taux de survie se sont stabilisés, puisque cette période aura été suffisante pour que les arbres aient eu le temps soit de se récupérer après le choc de la plantation, soit de mourir. Quant aux données sur l'accroissement en hauteur après cinq ans, les résultats ne sont pas encore définitifs; toutefois, ils permettent de comparer les hauteurs initiales et d'évaluer l'effet préliminaire des traitements sur la croissance.

Afin d'assurer une comparaison à la fois valable et acceptable des résultats, plusieurs aspects ou facteurs pouvant influencer le rendement des plantations ont été délibérément uniformisés. Ainsi, le choix d'un site homogène dont le sol a été scarifié, l'utilisation de plants dont l'âge et les dimensions sont semblables et telles que normalement utilisés dans les reboisements du Ministère et, enfin, l'emploi du même personnel de travailleurs pour effectuer toutes les plantations.

3.1 EPINETTE BLANCHE

3.1.1 TAUX DE SURVIE

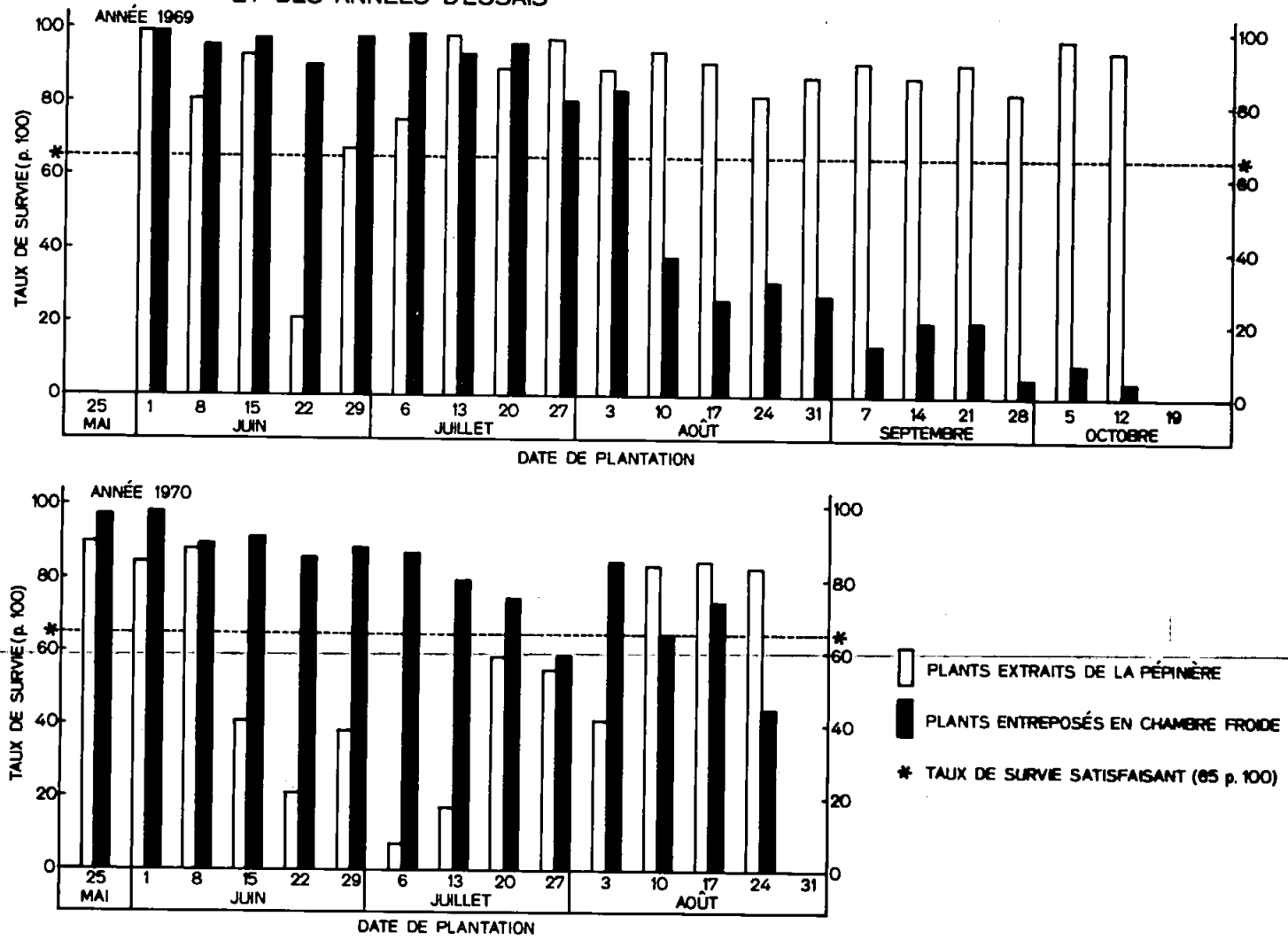
Les résultats sur les taux moyens de survie après cinq ans, pour l'épinette blanche, en fonction de la date de plantation et des années d'essais, sont exprimés au tableau 1. La figure 2 illustre bien les variations et fait surtout ressortir les périodes de réussite ainsi que celles où il est préférable de ne pas reboiser.

De plus, l'analyse de variance montre des différences significatives entre les traitements, entre les semaines de plantation et entre les années d'essais, dont les valeurs de *F* sont les suivantes:

SOURCE DE LA VARIATION		*F*
T	Traitements[1] :	39,91**
S	Semaines :	23,07**
	T X *S* :	48,87**
A	Années :	68,83**
	T X *A* :	161,58**
	S X *A* :	23,48**
	T X *S* X *A* :	12,82**
	Répétitions :	3,25*

*Significatif au seuil de 95 p. 100
**Significatif au seuil de 99 p. 100
[1]Traitements: pépinière *vs* chambre froide.

Figure 2 : VARIATIONS DES TAUX MOYENS DE SURVIE (p. 100) POUR L'ÉPINETTE BLANCHE, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



L'interprétation des résultats de l'analyse de variance de même que celle des histogrammes présentés à la figure 2 font ressortir, surtout pour les 14 premières semaines, des différences nettes entre les taux de survie obtenus pour les plants de pépinière et ceux des plants entreposés en chambre froide, par rapport aux dates de plantation et aux années d'essais. Les plants de chambre froide surpassent ceux de pépinière pour les sept ou huit premières semaines en 1969 et pour les 11 premières semaines en 1970. En général, les taux de survie ont été supérieurs la première année des essais, pour les deux traitements concernés. En considérant un taux de survie de 65 p. 100 comme satisfaisant, il semble possible d'allonger jusqu'à la fin de juillet, sans risque, la période de reboisement pour l'épinette blanche dans cette région en utilisant des plants entreposés en chambre froide très tôt au printemps.

3.1.2 ACCROISSEMENT QUINQUENNAL EN HAUTEUR

Les données sur la hauteur initiale des plants d'épinette blanche au moment de leur plantation et sur l'accroissement moyen en hauteur au cours des cinq premières années de la plantation sont condensées au tableau 2. Les variations pour ces données, si variation il y a, sont exprimées par les histogrammes de la figure 3.

Les valeurs de F pour les analyses de variance sont présentées dans le tableau qui suit:

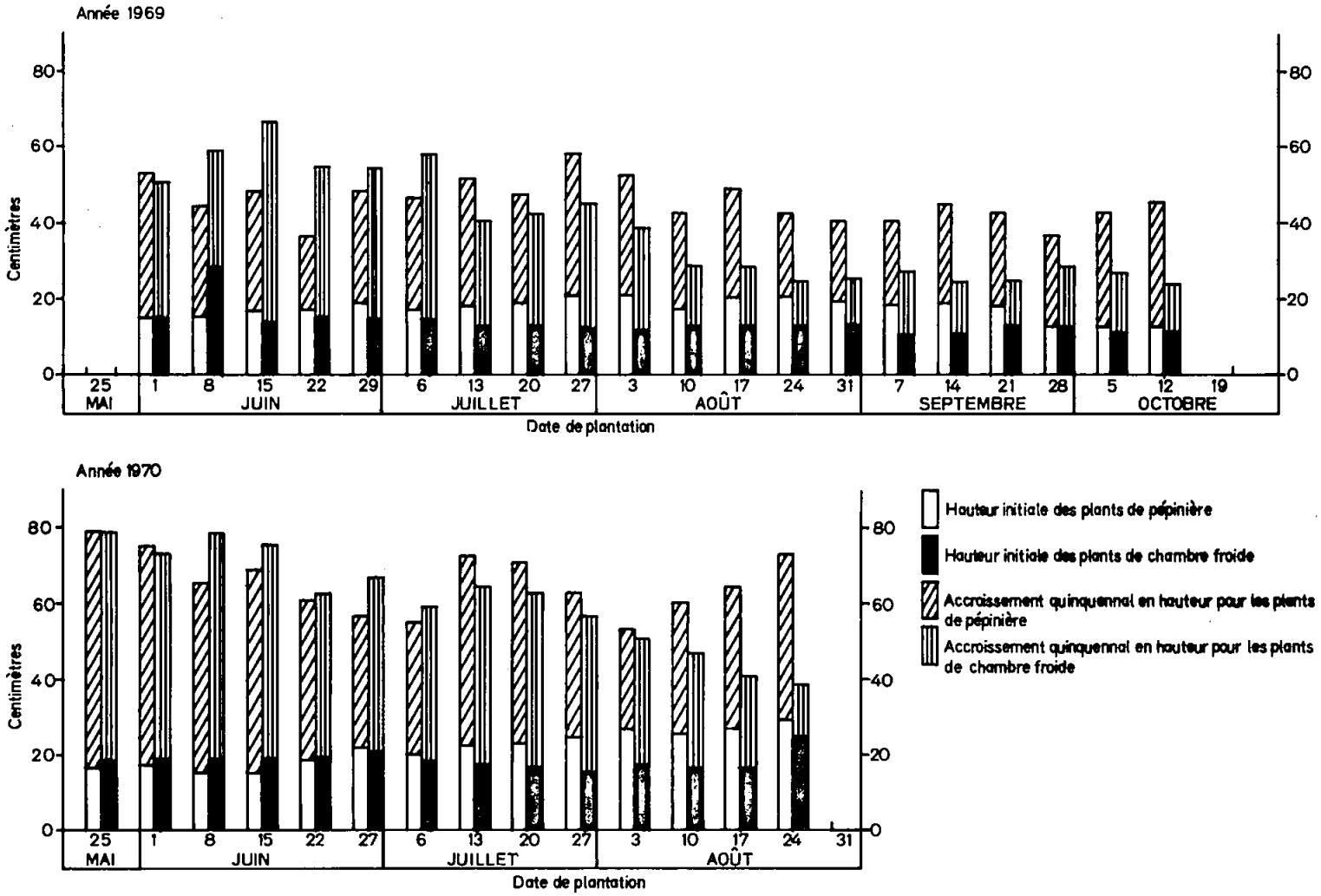
SOURCE DE LA VARIATION	VALEURS DE *F*	
	HAUTEUR INITIALE	ACCR. EN HAUTEUR
T Traitements	570,97**	0,05 n.s.
S Semaines	9,97**	13,64**
T X *S*	39,11**	3,97**
A Années	379,51**	135,02**
T X *A*	2,51 n.s.	0,73 n.s.
S X *A*	6,36**	1,77 n.s.
T X *S* X *A*	10,47**	1,50 n.s.
Répétitions	0,81 n.s.	1,00 n.s.

*Significatif au seuil de 95 p. 100
**Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s.Différence non significative

L'analyse de variance fait ressortir des différences significatives entre les traitements et entre les dates de plantation pour la hauteur initiale des plants. En général, celle des plants entreposés ne varie à peu près pas au cours d'une même saison, ce qui s'explique par le fait que les plants demeurent en dormance dans la chambre froide. Par contre, à l'instar des résultats de Burgar et Lyon (1968), la hauteur initiale des plants extraits de la pépinière est variable durant une même saison, parce qu'à partir de la mi-juin jusqu'à l'aoûtement, ces plants ont continué à croître normalement; en fait, dès l'aoûtement, ces semis ont atteint l'âge 2-3.

L'analyse des diagrammes montre que le modèle des accroissements en hauteur des plants, peu importe leur traitement, est semblable pour une même année de plantation. Dans l'ensemble, la croissance au cours des cinq premières années a été de beaucoup meilleure pour les plantations de 1970; selon Ackerman et Johnson (1962), ce sont les conditions de climat et d'humidité du sol qui prévalent au cours de la période d'établissement d'une plantation et qui causent toutes ces

Figure 3: VARIATIONS DE LA HAUTEUR INITIALE MOYENNE (cm) ET DE L'ACCROISSEMENT QUINQUENNAL MOYEN EN HAUTEUR (cm) POUR L'ÉPINETTE BLANCHE, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



variations dans le rendement des plantations d'une année à l'autre. D'après les données d'accroissement, il semble que les plants entreposés et plantés au cours des cinq ou six premières semaines des essais, ont crû plus rapidement et ont atteint, après cinq ans, une taille légèrement plus élevée que ceux de pépinière. De plus, tel que le mentionnent Burgar et Lyon (1968) ainsi qu'Ackerman et Johnson (1962), l'effet de la date de plantation se fait sentir sur la croissance en hauteur puisqu'après cinq ans, les accroissements sont plus faibles à mesure que la plantation a été tardive dans la saison, surtout pour les plants entreposés.

3.2 EPINETTE DE NORVEGE

3.2.1 TAUX DE SURVIE

Le tableau 3 présente les taux moyens de survie après cinq ans pour l'épinette de Norvège, exprimés séparément en fonction des dates de plantations et des années d'essais. La figure 4 fait ressortir les variations des taux de survie au cours des deux années de plantations.

Les analyses de variance montrent des différences très significatives entre les traitements, entre les dates de plantation au cours d'une même année et entre les années d'essais, telles qu'observées dans le tableau qui suit:

SOURCE DE VARIATION	F
T Traitements	37,14**
S Semaines	21,09**
T X *S*	37,79**
A Années	302,77**
T X *A*	76,48**
S X *A*	11,61**
T X *S* X *A*	20,69**
R Répétitions	0,25 n.s.

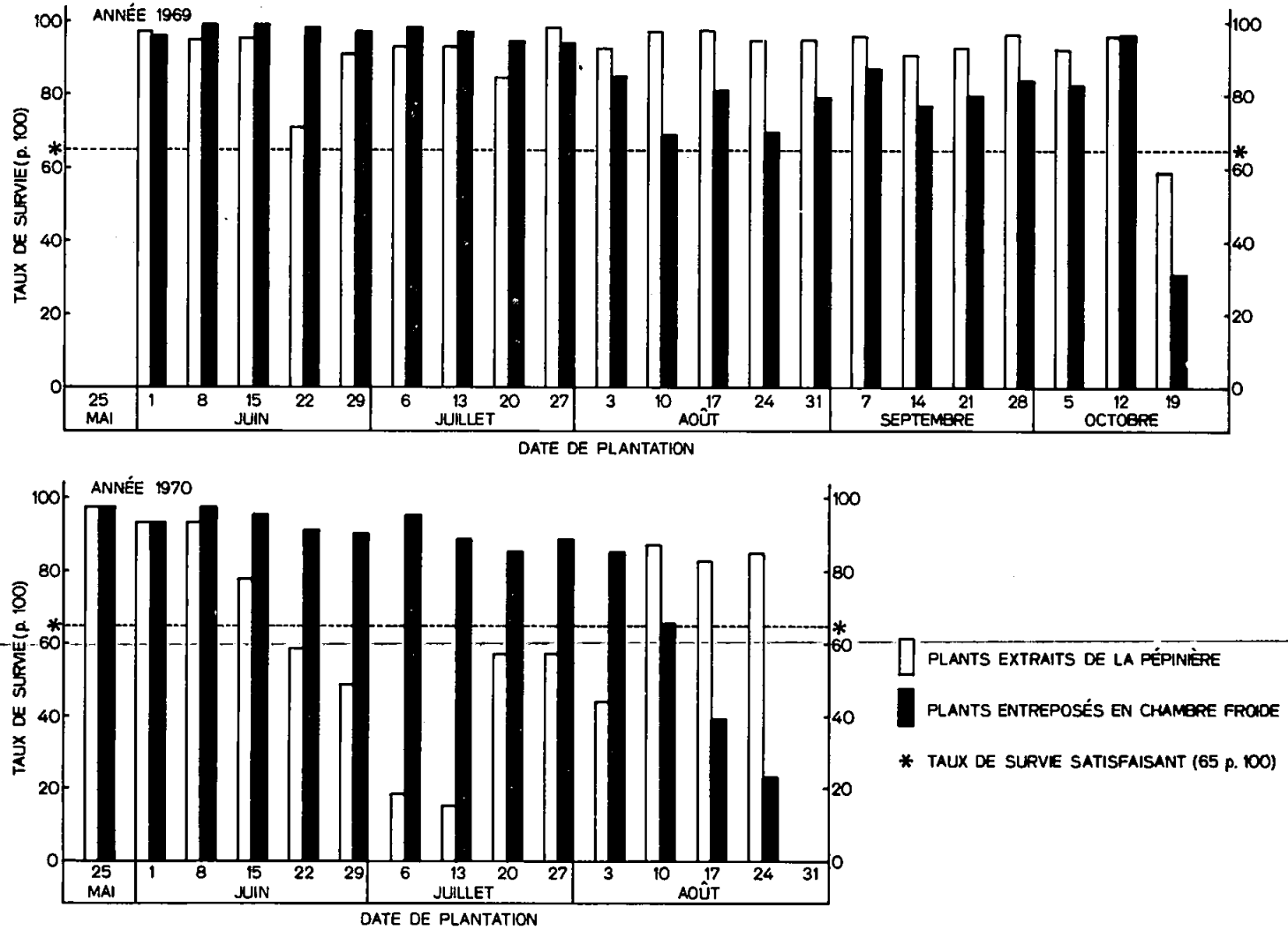
* Significatif au seuil de 95 p. 100
** Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s. Différence non significative

L'interprétation des résultats de l'analyse de variance ainsi que l'examen des histogrammes de la figure 4 font ressortir la nette supériorité du reboisement à l'aide de plants entreposés en chambre froide, de la fin mai jusqu'au début d'août. Dans chaque traitement, on dénote des résultats différents entre les dates de plantation au cours d'une même saison et entre les années des essais. D'ailleurs, des taux de survie inférieurs au niveau de succès (65 p. 100) ont été enregistrés en 1970 pour les plants de pépinière, parce que les conditions d'humidité du sol ont été très défavorables, particulièrement pendant la période où les plants connaissent leur maximum d'activité physiologique, c'est-à-dire de la mi-juin jusqu'au début d'août. En général, les taux de survie des plants d'épinette de Norvège, entreposés ou non, ont été supérieurs à ceux de l'épinette blanche.

3.2.2 ACCROISSEMENT QUINQUENNAL EN HAUTEUR

Les données sur la hauteur initiale des plants d'épinette de Norvège au moment de leur plantation et l'accroissement moyen en

Figure 4: VARIATIONS DES TAUX MOYENS DE SURVIE (p. 100) POUR L'ÉPINETTE DE NORVÈGE, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



hauteur au cours des cinq premières années de la plantation sont condensées au tableau 4. Les variations pour ces données, si variation il y a, sont exprimées par les histogrammes de la figure 5.

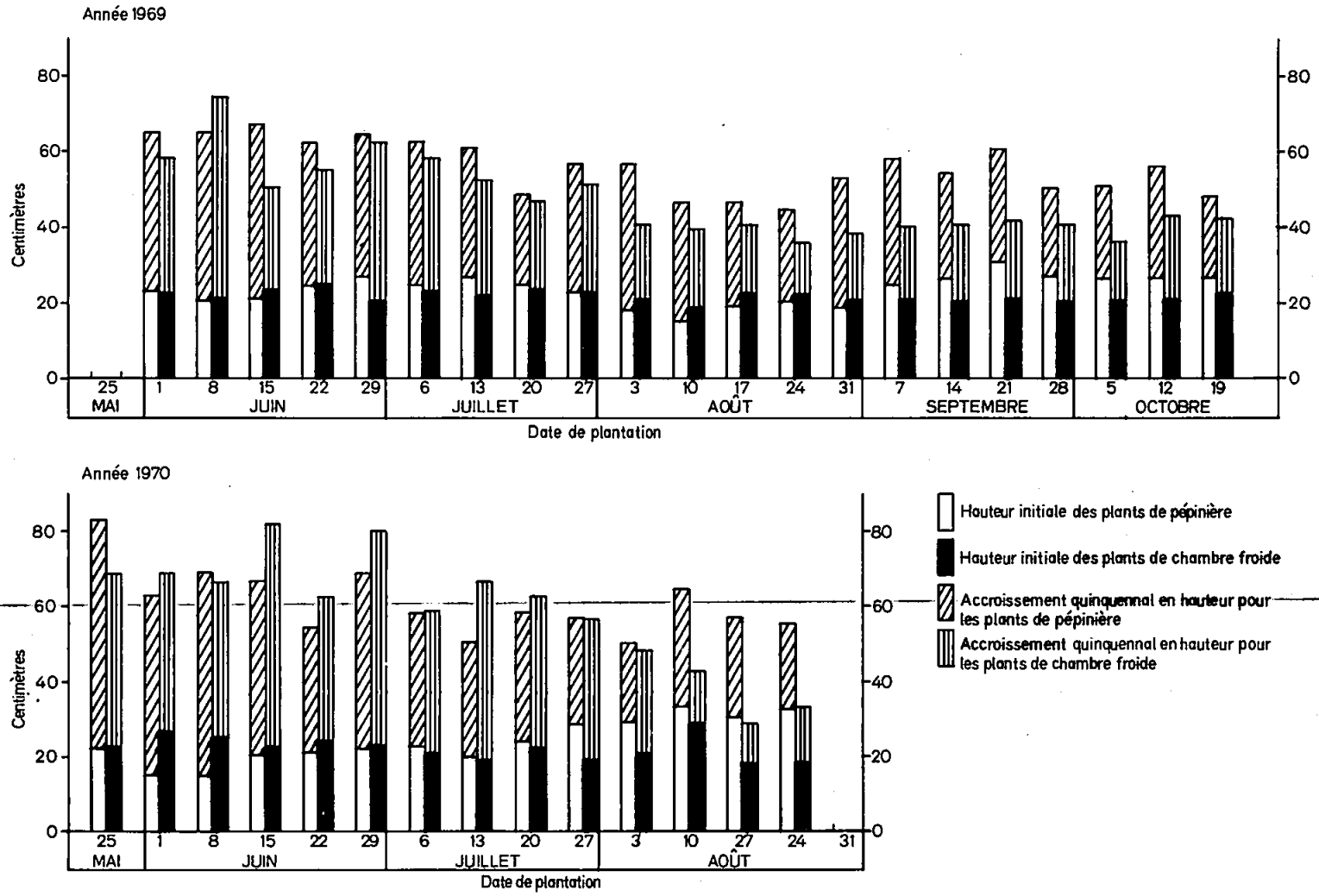
Les valeurs de *F* obtenues par les analyses de variance donnent ce qui suit:

		VALEURS DE *F*	
SOURCE DE VARIATION		HAUTEUR INITIALE	ACCR. EN HAUTEUR
T	Traitements	29,30**	9,27**
S	Semaines	3,79**	19,17**
	T X *S*	12,72**	2,93**
A	Années	8,72**	26,43**
	T X *A*	62,96**	13,99*
	S X *A*	17,20**	3,78**
	T X *A* X *A*	28,50	2,07*
R	Répétitions	0,41 n.s.	1,15 n.s.

* Significatif au seuil de 95 p. 100
** Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s. Différence non significative.

Les analyses de variance font ressortir des différences très significatives entre les traitements, entre les dates de plantation et entre les années d'essais pour la hauteur initiale des plants. Tout comme pour l'épinette blanche, la hauteur initiale des plants entreposés et dormants n'a à peu près pas changé au cours des deux années d'essais. Par contre, celle des plants de pépinière varie très différemment entre les deux années; c'est en 1969 que le modèle est le plus variable par suite des différences de hauteur qui existaient dans la provenance choisie pour nos essais.

Figure 5: VARIATIONS DE LA HAUTEUR INITIALE MOYENNE (cm) ET DE L'ACCROISSEMENT QUINQUENNAL MOYEN EN HAUTEUR (cm) POUR L'ÉPINETTE DE NORVÈGE, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



L'analyse des diagrammes montre également que le modèle des accroissements en hauteur est très différent entre les deux années de plantation. Toutefois, les taux d'accroissement sont à peu près semblables tandis que la date de plantation affecte encore la croissance en hauteur après cinq ans, puisque les accroissements sont plus faibles à mesure que la plantation a été tardive dans la saison.

3.3 PIN ROUGE

3.3.1 TAUX DE SURVIE

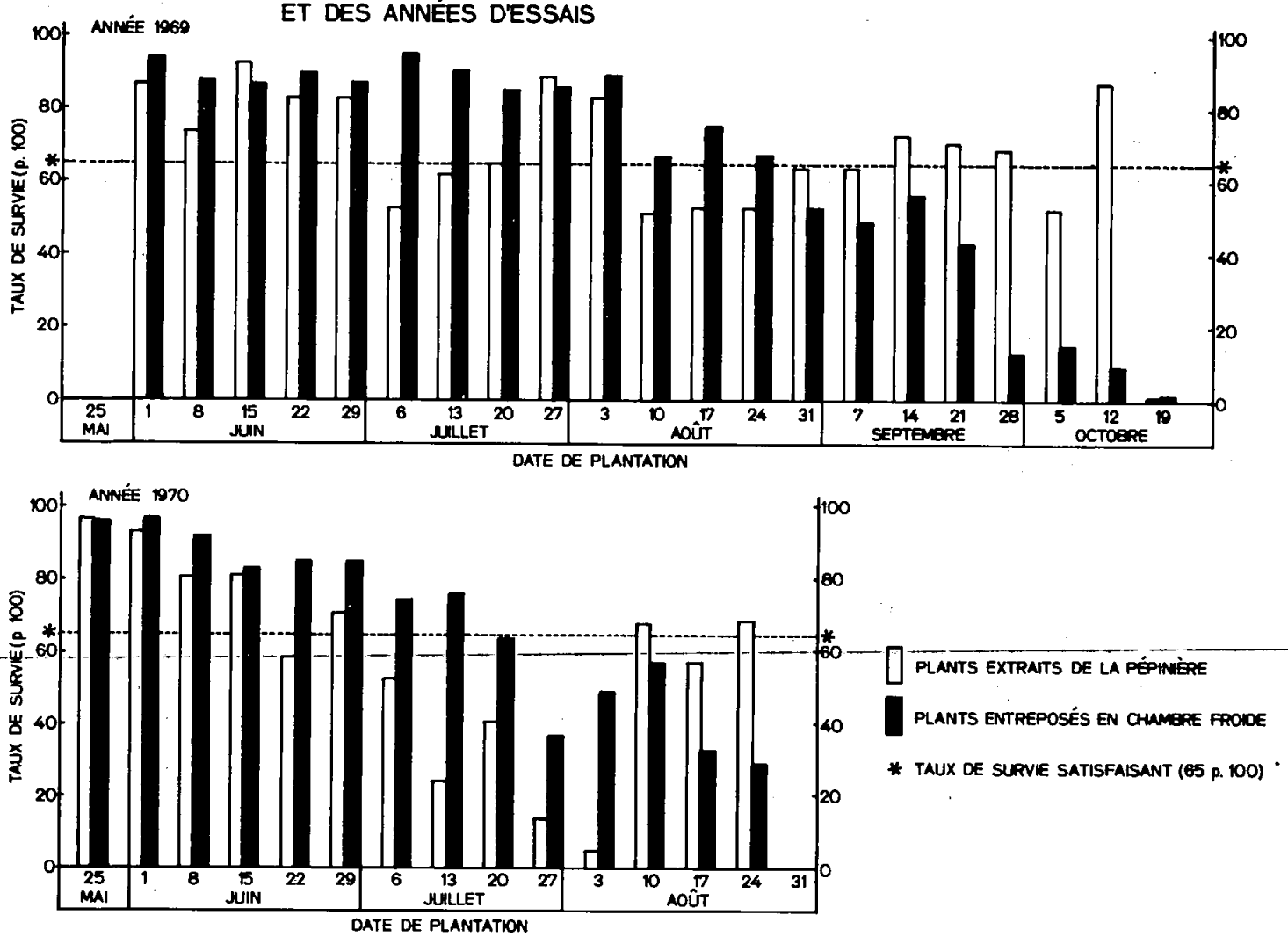
Les données sur les taux de survie obtenus après cinq ans pour le pin rouge, en fonction de la date de plantation et des années d'essais, sont exprimées au tableau 5. La figure 6 illustre bien les variations et fait surtout ressortir les périodes de réussite des plantations.

L'analyse de variance montre des différences significatives entre les traitements, entre les semaines de plantation et entre les années d'essais. Les valeurs de *F* ainsi obtenues sont les suivantes:

SOURCE DE VARIATION		*F*
T	Traitements	63,69**
S	Semaines	32,87**
	T X *S*	9,15**
A	Années	87,89**
	T X *A*	0,02 n.s.
	S X *A*	12,33**
	T X *S* X *A*	5,74**
R	Répétitions	1,10 n.s.

* Significatif au seuil de 95 p. 100
** Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s. Différence non significative.

Figure 6 : VARIATIONS DES TAUX MOYENS DE SURVIE (p. 100) POUR LE PIN ROUGE, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



L'interprétation de l'analyse de variance ainsi que l'étude des histogrammes de la figure 6 démontrent que les meilleurs taux de survie ont été obtenus de la fin mai jusqu'en août à l'aide de plants entreposés en chambre froide. Toutefois, lorsque les conditions d'humidité sont défavorables, surtout pendant la période de forte croissance, la plantation du pin rouge ne pourra guère dépasser la mi-juillet avec des plants entreposés tandis qu'avec des plants extraits directement de la pépinière, le succès de la plantation est incertain à partir de la troisième semaine de juin. De plus, les taux de survie ont été meilleurs en 1969 parce que, comme on le verra plus loin, les précipitations ont été plus abondantes et plus régulières cette année-là.

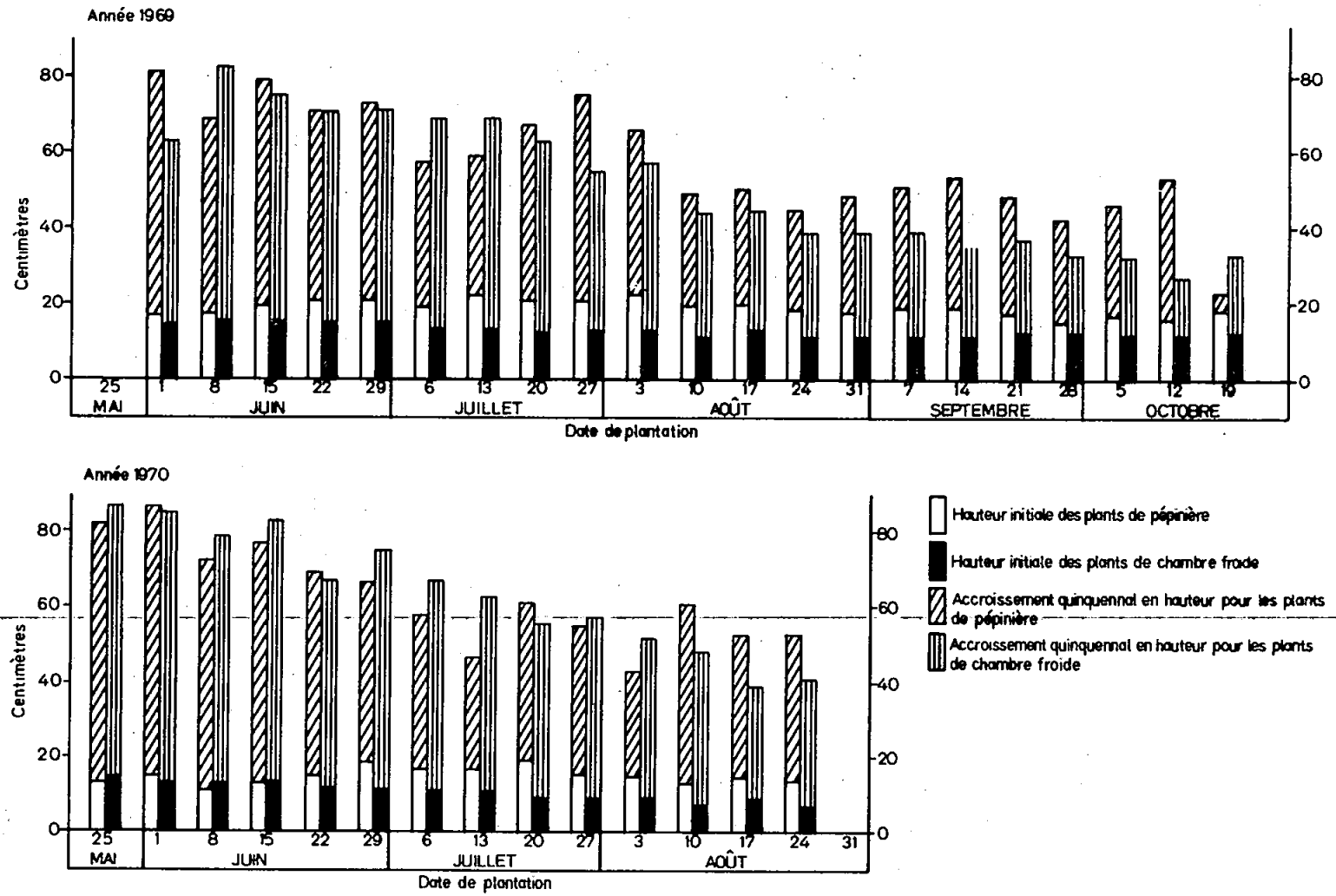
3.3.2 ACCROISSEMENT QUINQUENNAL EN HAUTEUR

Le tableau 6 présente les données sur la hauteur initiale moyenne des plants de pin rouge au moment de leur plantation ainsi que sur leur accroissement moyen au cours des cinq premières années de la plantation. Les variations pour ces données sont exprimées par les histogrammes de la figure 7. Les valeurs de *F* obtenues par les analyses de variance donnent ce qui suit:

		VALEURS DE *F*	
SOURCE DE VARIATION		HAUTEUR INITIALE	ACCR. EN HAUTEUR
T	Traitements	582,68**	22,41**
S	Semaines	5,83**	46,49**
A	Années	238,26**	33,71**
	T X *A*	20,76**	2,37 n.s.
	S X *A*	2,73**	4,01**
	T X *S* X *A*	1,67 n.s.	2,49**
R	Répétitions	0,81 n.s.	0,49 n.s.

* Significatif au seuil de 95 p. 100
** Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s. Différence non significative

Figure 7 VARIATIONS DE LA HAUTEUR INITIALE MOYENNE (cm) ET DE L'ACCROISSEMENT QUINQUENNAL MOYEN EN HAUTEUR (cm) POUR LE PIN ROUGE EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



Les différences sont donc très significatives entre les traitements, entre les dates de plantation et entre les années d'essais. A l'instar des deux épinettes précédemment étudiées, la hauteur initiale des plants entreposés et dormants n'a pas changé au cours des deux années d'essais. Celle des plants extraits de la pépinière est variable durant une même saison, surtout entre la mi-juin et l'aoûtement, période pendant laquelle ces plants croissent normalement.

L'examen des diagrammes montre que le modèle des accroissements en hauteur des plants est à peu près semblable pour une même année de plantation, indépendamment du traitement. Dans l'ensemble, la croissance au cours des cinq premières années a été légèrement meilleure pour les plantations de 1970. De plus, il semble que les plants entreposés et plantés au cours des cinq ou six premières semaines des essais, ont crû plus rapidement; cependant, ce sont généralement les plants de pépinière qui sont les plus hauts après cinq ans à cause de leur hauteur initiale plus élevée. Par ailleurs, chez le pin rouge, l'effet de la date de plantation se fait sentir sur la croissance puisque les accroissements sont plus faibles à mesure que la plantation a été tardive dans la saison.

3.4 PIN GRIS

3.4.1 TAUX DE SURVIE

Le tableau 7 présente les taux moyens de survie après cinq ans pour le pin gris, exprimés séparément en fonction des dates de plantations et des années d'essais. La figure 8 fait ressortir les variations des taux de survie pour les deux années de plantation.

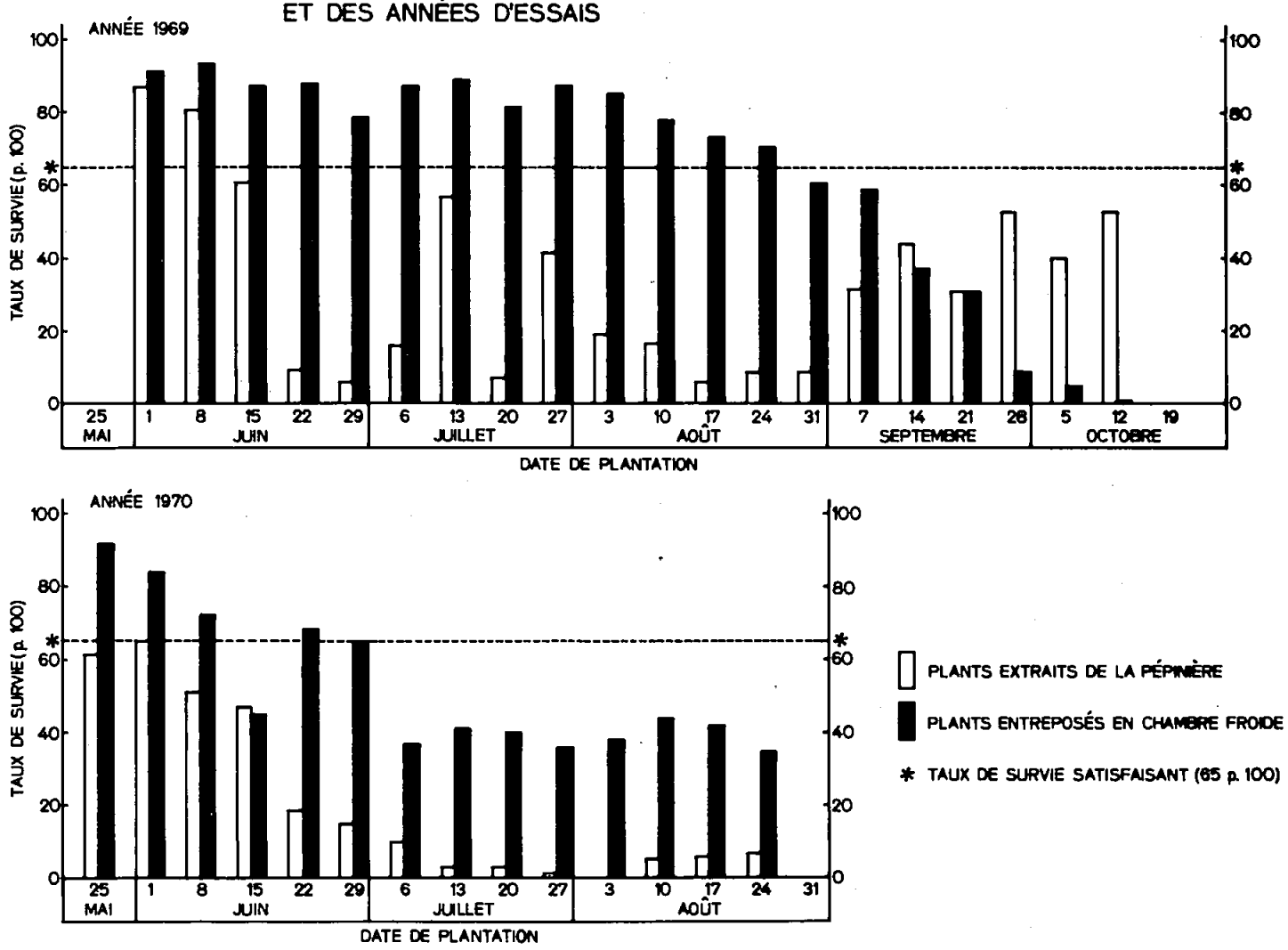
Les analyses de variance font ressortir des différences très significatives entre les traitements, entre les dates de plantation au cours d'une même année et entre les années d'essais, telles que le démontre le tableau qui suit:

SOURCE DE VARIATION	VALEUR DE *F*
T Traitements	1347,51**
S Semaines	68,91**
T X *S*	13,09**
A Années	295,11**
T X *A*	83,24**
S X *A*	11,48**
T X *A* X *A*	8,17**
R Répétitions	0,80 n.s.

* Significatif au seuil de 95 p. 100
** Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s. Différence non significative.

L'interprétation des résultats de l'analyse de variance ainsi que l'examen des histogrammes de la figure 8 font ressortir la nette supériorité, au point de vue survie, du reboisement à l'aide de plants entreposés en chambre froide. Dans chaque traitement, des résultats différents sont notés entre les dates de plantation au cours d'une même saison et, surtout, entre les années d'essais; les taux de survie ont été les meilleurs en 1969. Les échecs constatés en 1970 seraient attribuables en grande partie à des conditions d'humidité du sol très défavorables combinées à des plants de qualité médiocre puisque leur cîme était beaucoup trop développée comparativement à leur système radiculaire. En général, les taux de survie des plants de pin gris, entreposés ou non, ont été inférieurs à ceux du pin rouge.

Figure 8 : VARIATIONS DES TAUX MOYENS DE SURVIE (p. 100) POUR LE PIN GRIS, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



3.4.2 ACCROISSEMENT QUINQUENNAL EN HAUTEUR

Les données sur la hauteur initiale des plants de pin gris au moment de leur plantation et sur l'accroissement moyen en hauteur au cours des cinq premières années de la plantation sont condensées au tableau 8. Les variations pour ces données sont exprimées par les histogrammes de la figure 9.

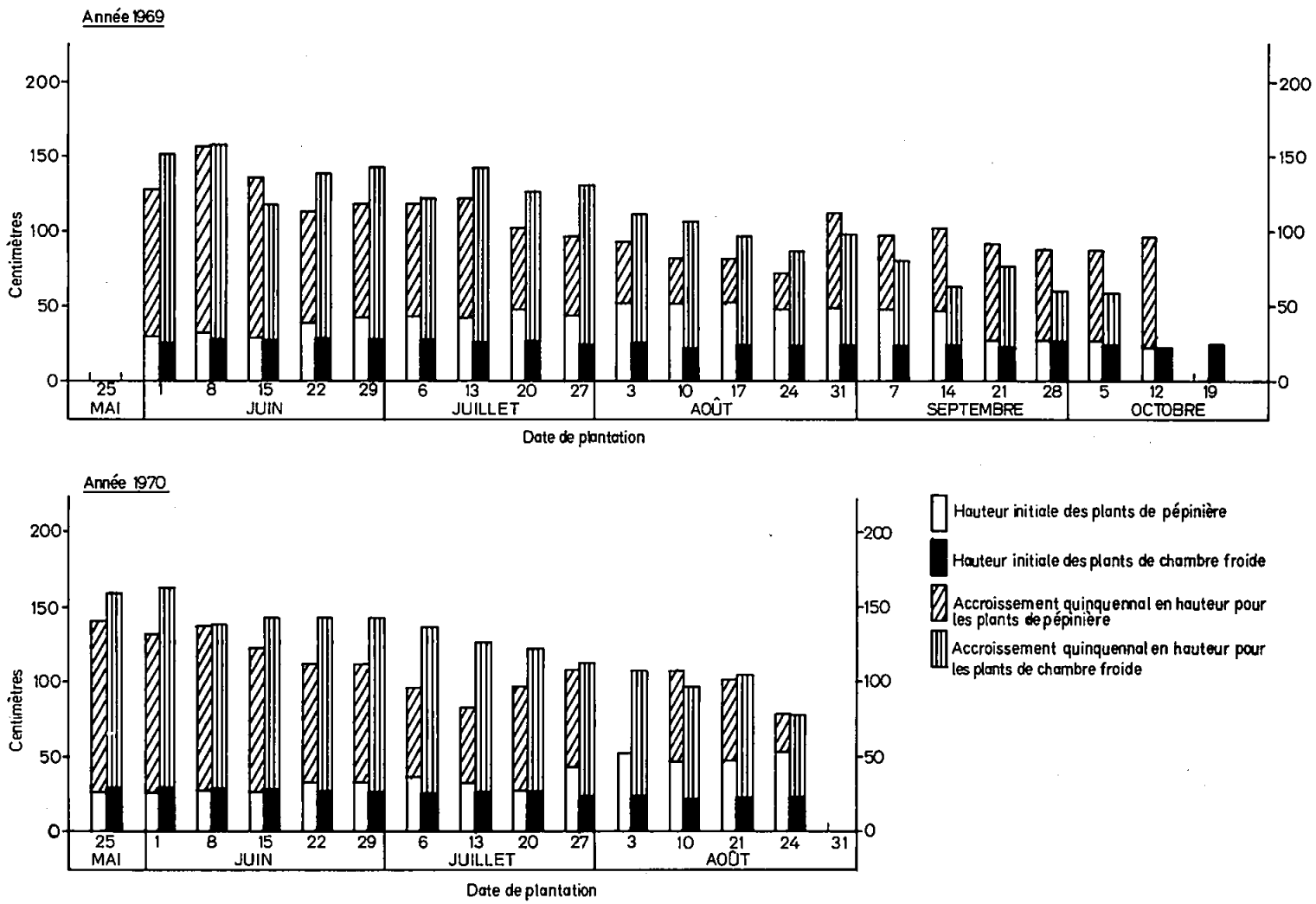
Les valeurs de *F* obtenues par les analyses de variance donnent ce qui suit:

	VALEURS DE *F*	
SOURCE DE VARIATION	HAUT. INITIALE	ACCR. EN HAUTEUR
T Traitements	452,87**	226,70**
S Semaines	7,73**	33,34**
T X *S*	17,47**	4,57**
A Années	19,74**	0,36 n.s.
T X *A*	26,46**	1,50 n.s.
S X *A*	1,76 n.s.	2,13*
T X *S* X *A*	1,60 n.s.	0,91 n.s.
R Répétitions	0,62 n.s.	1,56 n.s.

* Significatif au seuil de 95 p. 100
** Significatif au seuil de 99 p. 100
n.s. Différence non significative.

L'analyse de variance fait ressortir des différences significatives entre les traitements et entre les dates de plantation pour la hauteur initiale des plants. En fait, celle des plants entreposés ne varie pas au cours d'une même saison puisque les plants restent en dormance dans la chambre froide. Par contre, la hauteur initiale des plants extraits de la pépinière est variable durant une même saison parce qu'ils ont continué à croître en pépinière; à l'aoûtement, ces semis ont atteint l'âge 2-3.

Figure 9: VARIATIONS DE LA HAUTEUR INITIALE MOYENNE (cm) ET DE L'ACCROISSEMENT QUINQUENNAL MOYEN EN HAUTEUR (cm) POUR LE PIN GRIS, EXPRIMÉS SÉPARÉMENT EN FONCTION DES DATES DE PLANTATION ET DES ANNÉES D'ESSAIS



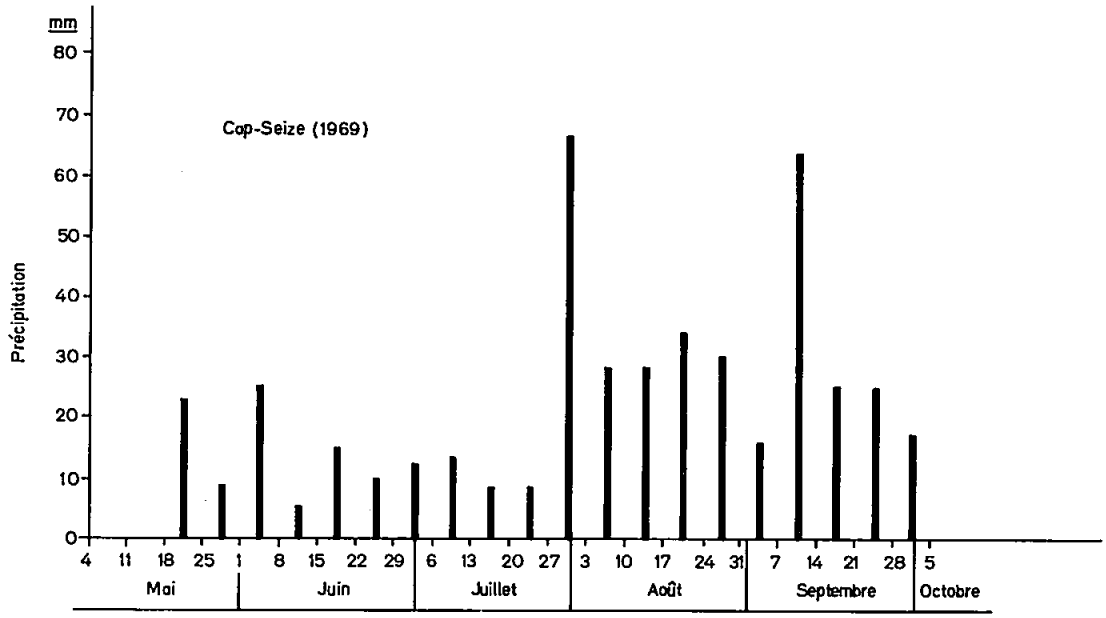
L'analyse des diagrammes de la figure 9 montre que le modèle des accroissements en hauteur des plants, peu importe le traitement, est semblable pour une même année de plantation et entre les années d'essais. Au cours des cinq premières années, ce sont les plants entreposés qui ont démontré les meilleures croissances puisqu'après cette période, ils sont plus hauts même si, au départ, la hauteur initiale des plants de pépinière était plus élevée. A l'instar des trois autres essences étudiées, la date de plantation affecte la croissance en hauteur puisque les accroissements quinquennaux sont plus faibles à mesure que la plantation a été tardive dans la saison.

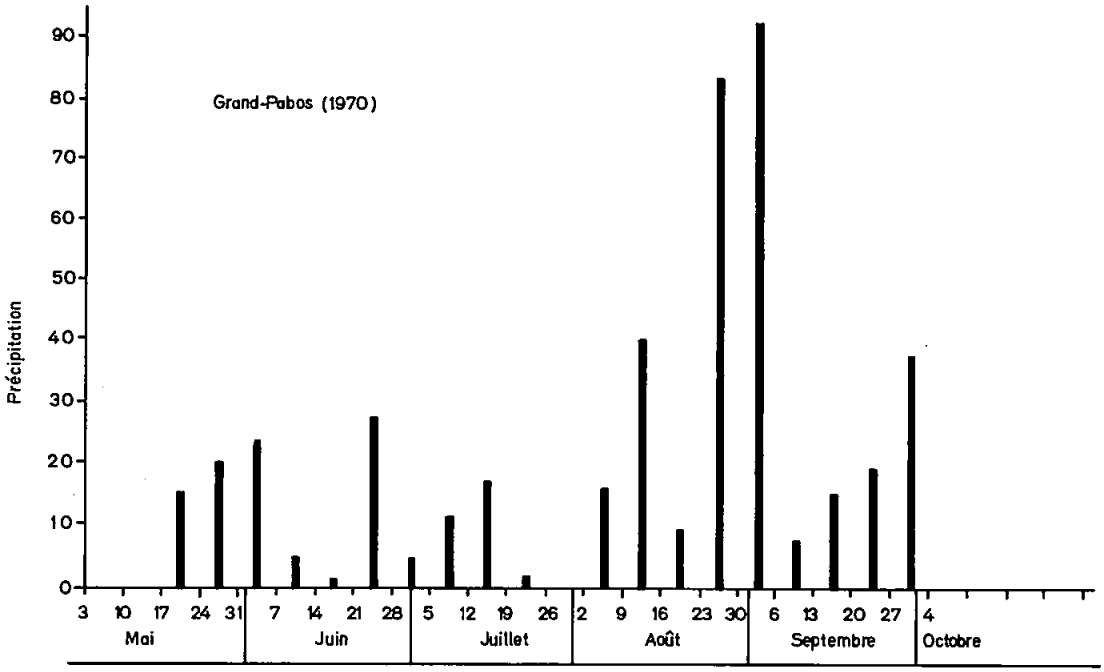
3.5 OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions de climat et d'humidité du sol qui prévalent au moment d'une plantation ainsi qu'au cours de la période d'établissement affectent son rendement et, particulièrement, son taux de survie (Ackerman et Johnson, 1962). Les principales données enregistrées au cours des essais de 1969 et de 1970 sont présentées en annexe, au tableau 9. La précipitation et la perte en eau nette du bac évaporatoire sont exprimées sous forme de totaux hebdomadaires et les températures maximum et minimum en valeur absolue de la semaine tandis que la température moyenne est inscrite sous forme de moyenne hebdomadaire. Les données compilées chaque semaine correspondent à une période de reboisement.

Même si ces données ne concernent pas toutes les conditions climatologiques qui peuvent affecter l'établissement d'une plantation, elles permettent quand même de faire ressortir les variations des conditions d'humidité disponible pour la plante. Ainsi, la comparaison

Figure10: VARIATIONS DANS LES PRÉCIPITATIONS HEBDOMADAIRES COMPILÉES À PARTIR DES DONNÉES JOURNALIÈRES ENREGISTRÉES AUX STATIONS DE CAP-SEIZE EN 1969 ET DE GRAND-PABOS EN 1970





des histogrammes de la figure 10 portant sur les précipitations de 1969 et 1970 enregistrées au cours de la période de reboisement, démontrent que les quantités totales de pluie tombées sont équivalentes pour ces deux années. Cependant, en juillet et en août 1970, les pluies ont été moins abondantes et d'une fréquence très irrégulière, causant même une période de sécheresse assez prolongée. Ce déficit en eau combiné à des températures beaucoup plus élevées qu'en 1969, au cours de la même période, ont certes contribué à rendre les conditions d'humidité du sol plus défavorables aux jeunes plants, d'où les augmentations sensibles du taux de mortalité enregistrées en 1970. D'ailleurs, pour cette période, les pertes en eau du bac évaporatoire ont été les plus élevées.

3.6 DEVELOPPEMENT DE MOISISSURES

En 1969, des moisissures ont été observées sur les plants gardés en chambre froide. A la suite d'observations sur place et de cultures effectuées par le Dr Marcel Lortie (1969), ce dernier signalait que la majorité des paquets de plants d'épinette blanche et de pin gris étaient affectés tandis que ceux de pin rouge et d'épinette de Norvège ne présentaient que peu ou pas de moisissure et que leur état de santé était relativement bon. Ces champignons provoquent la pourriture des aiguilles et des bourgeons.

Toujours selon Lortie, la différence entre les dommages observés sur l'épinette de Norvège et le pin rouge d'une part et le pin gris et l'épinette blanche d'autre part n'est pas liée aux essences en cause. Les champignons isolés sont presque tous des champignons du sol qui se sont développés à partir du centre des paquets. Leur importance

et leur développement sont liés à certaines conditions particulières de température, d'humidité, de ventilation et d'éclairement. L'origine de ces champignons se retrouve dans les particules de sol qui accompagnent les racines ; celles de pin gris et d'épinette blanche en contenaient beaucoup plus que celle des deux autres essences, parce qu'elles venaient d'une même pépinière dont le sol était très argileux et que des particules atteignant jusqu'à 1 cm de diamètre étaient présentes à l'intérieur des paquets. La situation était moins grave pour le pin rouge et l'épinette de Norvège, car le sol sableux n'avait pratiquement pas laissé de particules.

Même si en 1969, les deux essences affectées par les moisissures ont démontré un taux de survie inférieur aux autres, il est impossible de préciser l'effet des moisissures sur la mortalité des tiges après la plantation sur le terrain puisque les plants dont les aiguilles étaient très affectées ont été rejetés au moment du reboisement.

Le problème des moississures ne s'est pas présenté en 1970 puisque les plants entreposés avaient été traités au préalable avec le fongicide *Captan 50-W*, afin de prévenir le développement des champignons. De plus, certaines précautions ont été prises au moment de l'emballage de ces plants afin d'éliminer tout surplus de sol au niveau des racines et d'éviter une compacité trop forte des paquets de plants afin de permettre une meilleure aération.

CONCLUSION

Ce rapport présente les résultats obtenus au cours d'essais de reboisement visant à étudier les possibilités d'allonger la période affectée au reboisement depuis le printemps jusqu'à l'automne. Pour réaliser cet objectif, deux méthodes différentes de reboisement ont été étudiées. On a utilisé hebdomadairement au cours de la période, des plants provenant directement de la pépinière et des plants entreposés en chambre froide à l'état dormant très tôt au printemps.

A la lumière des résultats, on peut conclure qu'il est possible d'allonger avec succès la période de reboisement printanier pour la région concernée, à l'aide de semis de pépinière entreposés et gardés en chambre froide à l'état dormant jusqu'au moment d'être plantés. Ces observations valent pour les quatre essences utilisées lors de nos essais, c'est-à-dire l'épinette blanche, l'épinette de Norvège, le pin rouge et le pin gris. Cette méthode serait préférable et moins risquée que celle qui utilise des plants provenant directement de la pépinière chaque semaine, surtout pendant le stade où les arbres atteignent leur activité physiologique maximale, qui le plus souvent correspond à une époque de l'année où les conditions d'humidité du sol sont défavorables.

La durée de l'allongement du reboisement varie selon les essences: ainsi, au cours des deux années d'essais, les épinettes entreposés ont pu être replantées avec succès jusqu'à la fin de juillet tandis que pour les pins, cette période n'a guère dépassé la fin du mois de juin. L'épinette de Norvège est celle qui a démontré le plus de succès tandis que le pin rouge est celui des deux pins qui s'est le mieux comporté. En 1969, il a été impossible d'évaluer l'effet des moisissures, observées sur les paquets de plants d'épinette blanche et de pin gris, sur la survie de ces deux essences. En général, les taux de survie notés pour les essais de 1969 ont été meilleurs que ceux de 1970; ces différences seraient liées principalement à certaines conditions climatologiques comme les faibles précipitations et les températures élevées qui ont été moins favorables aux plantations en 1970.

Après l'aoûtement et pour les épinettes seulement, l'utilisation de plants de pépinière a donné d'excellents résultats; des détails plus complets sur les essais de reboisement d'automne réalisés sur une période plus étendue seront présentés dans un rapport ultérieur.

Cependant, l'humidité du sol est un facteur incontrôlable qui peut parfois expliciter les résultats obtenus et, à l'instar de Pierpoint (1962), Stephens (1965), Burgar et Lyon (1968) ainsi que Gagnon *et al.* (1971), nous croyons à l'importance relative de l'eau du sol sur la performance des plants de reboisement. Même si ce facteur n'a pas été mesuré directement au cours de ces essais, il est possible d'en déduire les conditions à partir des données de précipitations enregistrées sur les lieux mêmes ou à proximité. Ainsi, les données obtenues sont

représentatives du climat moyen des régions où les plantations ont été effectuées (Villeneuve, 1967); les quantités totales de pluie enregistrées au cours des deux années de plantation sont équivalentes mais la fréquence des précipitations fut très irrégulière en 1970, particulièrement en juillet et en début d'août, où elles furent peu abondantes. Cette sécheresse a sans aucun doute contribué aux insuccès connus en 1970, pendant la période d'activité physiologique intense des plants où le besoin en eau est essentiel. Puisque la plupart des autres facteurs pouvant influencer le rendement des plantations avaient été uniformisés, les résultats obtenus devraient être liés aux traitements en cause.

Les études sur la croissance en hauteur après les cinq premières années de plantation, révèlent que pour toutes les essences, le modèle des accroissements est à peu près semblable entre les deux années d'essais, même si la croissance au cours de la période a été supérieure chez les plants de 1970. En général, les plants entreposés en chambre froide montrent un meilleur accroissement dans les cinq ou six premières semaines des essais. Quant au phénomène le plus important qui a été observé en regard de la croissance chez les quatre essences, il ressort que les accroissements en hauteur sont plus faibles à mesure que la plantation a été tardive dans la saison: Ackerman et Johnson (1962) ainsi que Burgar et Lyon (1968) relatent des observations identiques au cours de leurs expériences.

BIBLIOGRAPHIE

ACKERMAN, R.F. et H.J. JOHNSON, 1962. *Continuous planting of white spruce throughout the frost-free period.* Canada, Dept. of For., For. Res. Br., Tech. Note 117, 13 p.

BALDWIN, H.I. et A. PLEASANTON, 1952. *Cold storage of nursery stock.* Fox For. Notes 48.

BJORKMAN, E., 1956. *Om lagring an tall-och grandplantor* (Storing pine and spruce plants). Norslands Skogsuforb. Tidskr. 4: 465-483.

BURGAR, R.J. et N.F. LYON, 1968. *Survival and growth of stored and unstored white spruce planted through the frost-free period.* Ontario, Dept. of Lands and Forests, Res. Branch. Res. Rep. 84, 37 p.

CROSSLEY, D.I., 1956. *The possibility of continuous planting of white spruce throughout the frost-free period.* Canada, Dept. of Northern Affairs and National Resources, For. Res. Div., Tech. Note 32, 31 p.

DEFFENBACHER, F.W. et E. WRIGHT, 1954. *Refrigerated storage of conifer seedlings in the Pacific Northwest.* Jour. For. 52 (12): 936-938.

GAGNON, J.D., S. POPOVICH et A. DEMERS, 1971. *Effet de la date de plantation sur la survie et la croissance de l'épinette de Norvège sur sols sablonneux.* Canada, Serv. Can. For., Min. Pêches et For., Lab. Rech. For. Ste-Foy, Rapp. Inf. Q-F-X-12, 24 p.

HELLMERS, H., 1962. *Physiological changes in stored pine seedlings.* Tree Plant. Notes 53: 9-10.

KAHLER, L.H. et A.R. GILMORE, 1961. *Field survival of cold stored loblolly pine seedlings.* Tree Plant. Notes 45: 15-16.

LANQUIST, K.B. et J.H. DOLL, 1960. *Effect of polyethylene and regular packing methods on Ponderosa pine and Douglas fir seedlings stored over winter.* Tree Plant. Notes 42: 29-30.

LORTIE, M., 1969. *Rapport concernant le développement de moisissures sur des plants gardés en entrepôt frigorifique à Rimouski.* Rapport non publié, 11 p.

PIERPOINT, G., 1962. *Soil moisture, an important factor in the establishment and early growth of conifer plantations.* Ontario, Dept. of Lands and Forests, Res. Inf. Paper (For.) 16-17 p.

ROWE, J.S., 1972. *Les régions forestières du Canada.* Min. de l'Environnement, Serv. Can. For., 1300 F., 172 p.

RUTH, R.E., 1953. *Survival and growth of fresh and stored planting stock.* U.S.D.A., For. Serv., Pacific Northwest Forest & Range Experiment Station, Res. Note 93.

STEPHENS, G.R., 1965. *Accelerating early height growth of white spruce.* Journ. For. 63 (9): 671-674.

TARRANT, R.E., 1964. *Top and rood moisture content of stored Douglas fir planting stock.* U.S.D.A., For. Serv., Pacific Northwest Forest Range Experiment Station, Res. Pap. PNW-13.

VEILLEUX, J.-M., 1972. *Perspective de l'entreposage à froid de semis de pépinière.* Forêt Conservation 38 (3): 17-18.

VEILLEUX, J.-M. et C. LABARRE, 1971a. *Reboisement expérimental continu et reboisement d'automne avec essais de fertilisation.* Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. Rech., Rapp. Int. 85, 24 p.

VEILLEUX, J.-M. et C. LABARRE, 1971b. *Résultats préliminaires des observations à la station météorologique de Grand-Pabos.* Québec, Min. Terres et Forêts, Serv. Rech., Rapp. Int. 69, 14 p.

VILLENEUVE, G.-O., 1967. *Sommaire climatique du Québec (Volume I).* Québec, Min. Rich. Rat., M-24, 168 p.

APPENDICE I

TABLEAUX

TABLEAU 1

Taux moyens de survie (p. 100), après 5 ans, pour l'épinette blanche, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Années des essais 1969 P[1]	1969 CF[2]	1970 P	1970 CF
Mai	25	**	**	90.0	97.0
Juin	1	99.0	99.7	84.7	98.0
"	8	80.3	95.3	88.7	89.7
"	15	92.3	97.0	40.7*	91.0
"	22	20.7*	90.0	21.7*	86.0
"	29	67.7	96.7	37.3*	88.3
Juillet	6	75.7	98.3	7.7*	86.7
"	13	98.0	93.3	17.7*	80.0
"	20	88.7	96.0	58.3*	75.0
"	27	97.7	80.3	55.0*	59.7*
Août	3	89.7	83.7	41.7*	84.7
"	10	94.0	38.0*	84.0	75.3
"	17	91.7	26.0*	85.7	74.0
"	24	82.0	31.7*	83.7	44.7*
"	31	87.3	26.7*	**	**
Moyenne pour 14 semaines		83.2	75.2	56.9*	80.7
Septembre	7	91.0	14.0*	**	**
"	14	86.7	20.3*	**	**
"	21	91.7	20.3*	**	**
"	28	83.0	5.3*	**	**
Octobre	5	98.0	9.7*	**	**
"	12	95.3	4.3*	**	**
"	19	**	**	**	**

[1]P.: Plants extraits de la pépinière.
[2]CF: Plants entreposés en chambre froide.
* : Taux de survie insatisfaisant.
** : Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 2

Hauteur initiale moyenne (cm) et accroissement moyen en hauteur (cm) après 5 ans, pour l'épinette blanche, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Année des essais 1969				1970			
		Pépinière		Chambre froide		Pépinière		Chambre froide	
		H.I.[1]	Accr.[2]	H.I. -	Accr.	H.I. -	Accr.	H.I. -	Accr.
Mai	25	**	**	**	**	16,7	62,9	18,6	60,8
Juin	1	14,9	38,7	14,7	36,1	16,8	58,4	19,2	54,2
"	8	15,6	28,5	16,2	43,0	15,4	50,5	19,1	59,2
"	15	17,5	32,0	14,0	52,5	15,8	53,3	19,2	56,6
"	22	17,8	18,4	15,5	40,2	18,6	42,7	19,4	43,3
"	29	19,0	29,2	14,9	41,6	22,0	34,4	20,9	46,4
Juillet	6	17,8	29,0	14,6	43,4	20,0	35,2	18,1	41,7
"	13	18,1	33,9	13,1	27,5	22,2	51,0	17,7	46,4
"	20	19,1	28,7	13,8	28,5	23,6	46,8	16,5	47,0
"	27	21,6	36,5	12,9	31,7	25,2	37,9	15,9	40,4
Août	3	21,3	31,1	12,4	27,1	27,1	26,7	17,3	34,0
"	10	17,7	26,0	13,0	16,4	25,9	35,4	16,1	31,2
"	17	20,2	29,5	13,9	14,2	26,6	38,7	16,5	24,6
"	24	20,3	23,3	13,3	11,3	29,9	43,9	15,0	23,2
"	31	19,7	21,8	13,5	11,9	**	**	**	**
Moyenne 14 semaines		18,6	29,0	14,0	30,3	21,8	44,1	17,8	43,5
Septembre	7	18,3	22,6	10,4	17,1	**	**	**	**
"	14	18,9	26,8	10,4	14,6	**	**	**	**
"	21	18,0	25,0	13,1	11,9	**	**	**	**
"	28	13,4	23,5	13,4	15,8	**	**	**	**
Octobre	5	12,5	30,5	11,6	15,5	**	**	**	**
"	12	12,8	33,2	11,9	12,2	**	**	**	**
"	19	**	**	12,5	5,8	**	**	**	**

[1]H.I. : Hauteur initiale moyenne (cm)
[2]Accr.: Accroissement quinquennal moyen en hauteur (cm)
**: Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 3

Taux moyens de survie (p. 100), après 5 ans, pour l'épinette de Norvège, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Années des essais 1969 P[1]	1969 CF[2]	1970 P	1970 CF
Mai	25	**	**	96.7	96.7
Juin	1	97.7	96.0	93.3	92.7
"	8	95.0	99.7	93.7	96.7
"	15	95.3	99.7	78.0	94.3
"	22	71.3	98.3	58.3*	91.3
"	29	91.7	97.7	49.3*	90.0
Juillet	6	92.7	98.3	18.3*	95.7
"	13	93.0	97.3	15.7*	88.7
"	20	85.3	95.3	56.7*	85.7
"	27	98.7	94.3	56.7*	88.0
Août	3	93.7	84.7	44.0*	85.7
"	10	97.0	69.3	87.3	65.7
"	17	98.0	81.0	82.7	39.7*
"	24	95.3	70.0	85.0	23.3*
"	31	95.7	79.7	**	**
Moyenne pour 14 semaines		92.9	90.1	65.4	81.0
Septembre	7	96.3	86.7	**	**
"	14	91.7	77.0	**	**
"	21	93.7	80.0	**	**
"	28	96.7	84.0	**	**
Octobre	5	93.7	82.7	**	**
"	12	96.0	96.0	**	**
"	19	59.7*	51.3*	**	**

[1]P : Plants extraits de la pépinière
[2]CF: Plants entreposés en chambre froide
*: Taux de survie insatisfaisant
**: Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 4

Hauteur initiale moyenne (cm) et accroissement moyen en hauteur (cm) après 5 ans, pour l'épinette de Norvège, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Année des essais 1969				1970			
		Pépinière		Chambre froide		Pépinière		Chambre froide	
		H.I.[1]	Accr.[2]	H.I.	Accr.	H.I.[1]	Accr.	H.I.	Accr.
Mai	25	**	**	**	**	22,7	61,0	22,9	46,1
Juin	1	23,6	41,7	23,4	35,1	15,0	48,6	25,9	43,4
"	8	20,8	44,1	21,1	53,3	20,3	49,0	22,6	43,9
"	15	21,4	46,3	23,8	26,3	20,2	46,9	22,2	59,8
"	22	24,3	38,0	24,5	31,1	21,1	33,9	24,3	39,0
"	29	26,5	37,7	22,3	39,8	22,2	47,4	23,7	56,4
Juillet	6	24,9	38,2	23,5	34,7	22,3	35,9	20,8	37,7
"	13	26,7	34,9	22,2	30,9	21,3	31,5	19,7	47,6
"	20	24,9	24,3	23,9	22,8	24,0	34,3	22,2	41,4
"	27	23,1	34,8	23,4	28,5	28,4	28,6	19,6	37,1
Août	3	18,1	38,4	21,7	19,9	29,7	20,6	21,4	27,5
"	10	15,1	31,3	19,6	20,4	33,7	31,2	18,9	24,0
"	17	19,5	27,7	23,3	18,2	30,3	26,5	18,2	11,1
"	24	20,4	25,1	22,2	13,8	32,7	23,2	18,3	15,1
"	31	19,0	34,7	21,8	16,8	**	**	**	**
Moyenne 14 semaines		22,0	35,5	22,6	28,0	24,6	37,0	21,5	37,9
Septembre	7	25,4	33,2	21,3	19,5	**	**	**	**
"	14	27,4	27,1	20,1	21,0	**	**	**	**
"	21	30,8	30,8	21,6	20,4	**	**	**	**
"	28	27,7	23,2	20,4	21,0	**	**	**	**
Octobre	5	26,2	25,3	20,7	15,8	**	**	**	**
"	12	26,5	29,9	21,9	21,9	**	**	**	**
"	19	26,8	21,6	22,2	20,1	**	**	**	**

[1]H.I. : Hauteur initiale moyenne (cm)
[2]Accr.: Accroissement quinquennal moyen en hauteur (cm)
**: Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 5

Taux moyens de survie (p. 100), après 5 ans, pour le pin rouge, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Années des essais 1969 P[1]	1969 CF[2]	1970 P	1970 CF
Mai	25	**	**	96.3	96.0
Juin	1	87.7	94.0	92.7	96.3
"	8	74.0	88.0	80.3	92.0
"	15	92.3	86.3	81.7	82.7
"	22	83.0	90.0	58.7*	85.3
"	29	82.7	87.7	70.3	84.3
Juillet	6	53.3*	95.0	52.3*	74.3
"	13	62.3*	90.3	24.0*	76.0
"	20	64.7*	85.3	40.3*	64.0*
"	27	89.0	86.0	14.0*	47.0*
Août	3	83.3	89.7	5.7*	49.0*
"	10	51.7*	67.0	68.0	57.3*
"	17	53.0*	75.7	57.7*	32.3*
"	24	53.0*	67.3	68.7	29.7*
"	31	64.0*	52.7*	**	**
Moyenne pour 14 semaines		71.0	82.5	57.9*	69.0
Septembre	7	64.0*	48.7*	**	**
	14	73.7	56.3*	**	**
"	21	71.0	42.7*	**	**
"	28	69.0	12.3*	**	**
Octobre	5	52.7*	15.3*	**	**
"	12	87.7	9.0*	**	**
"	19	1.0*	1.3*	**	**

[1]P. : Plants extraits de la pépinière
[2]CF.: Plants entreposés en chambre froide
* : Taux de survie insatisfaisant
** : Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 6

Hauteur initiale moyenne (cm) et accroissement moyen en hauteur (cm) après 5 ans, pour le pin rouge, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Année des essais							
		1969				1970			
		Pépinière		Chambre froide		Pépinière		Chambre froide	
		H.I.	Accr.	H.I.	Accr.	H.I.	Accr.	H.I.	Accr.
Mai	25	**	**	**	**	13,7	68,4	14,1	72,2
Juin	1	16,4	64,8	14,3	48,2	14,9	71,2	13,3	72,5
"	8	17,8	50,9	15,9	66,4	11,6	60,7	13,6	64,8
"	15	19,5	60,3	15,8	59,3	13,1	63,9	13,3	69,7
"	22	20,7	49,4	14,7	55,5	14,8	55,1	11,7	55,7
"	29	21,4	51,6	15,1	56,2	18,6	48,0	11,0	63,4
Juillet	6	19,4	37,7	12,7	56,3	16,9	41,0	11,3	55,3
"	13	22,2	36,8	13,8	54,9	17,2	29,1	10,6	52,4
"	20	20,7	46,9	12,0	50,9	19,2	41,9	9,0	46,9
"	27	21,2	54,3	12,2	42,8	15,9	38,9	9,0	48,7
Août	3	22,2	43,8	12,8	44,8	14,5	28,5	8,9	43,0
"	10	19,9	29,3	11,0	33,0	13,8	47,6	7,7	40,8
"	17	20,0	30,6	12,7	31,9	15,0	38,4	9,4	29,5
"	24	18,3	27,0	10,7	28,2	14,0	39,3	7,2	33,5
"	31	17,9	30,4	11,6	27,3	**	**	**	**
Moyenne 14 semaines		19,8	43,9	13,2	46,8	15,2	48,0	10,7	53,5
Septembre	7	18,9	32,3	11,9	27,7	**	**	**	**
"	14	19,5	34,4	11,9	23,2	**	**	**	**
"	21	17,1	31,1	12,5	24,7	**	**	**	**
"	28	15,5	26,8	12,2	21,0	**	**	**	**
Octobre	5	17,1	29,0	11,9	20,4	**	**	**	**
"	12	16,1	37,8	11,9	15,8	**	**	**	**
"	19	18,3	5,2	12,2	21,3	**	**	**	**

[1]H.I. : Hauteur initiale moyenne (cm)
[2]Accr.: Accroissement quinquennal moyen en hauteur (cm)
**: Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 7

Taux moyens de survie (p. 100) du pin gris après 5 ans, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Année des essais 1969 P[1]	1969 CF[2]	1970 P[1]	1970 CF[2]
Mai	25	**	**	61.7*	92.0
Juin	1	86.3	91.3	64.7	84.0
"	8	80.7	92.3	51.0*	72.7
"	15	60.3*	87.0	47.0*	44.3*
"	22	9.7*	88.0	18.7*	68.7
"	29	6.0*	78.3	15.0*	64.3*
Juillet	6	16.0*	87.7	10.0*	36.3*
"	13	57.3*	89.7	3.0*	41.0*
"	20	6.7*	81.7	3.3*	40.0*
"	27	41.0*	87.7	0.7*	36.0*
Août	3	19.7*	85.3	0.0*	38.0*
"	10	16.3*	78.0	5.3	44.0*
"	17	6.0*	83.0	6.0*	42.0*
"	24	8.3*	70.3	7.3*	34.3*
"	31	9.0*	60.7*	**	**
Moyenne pour 14 semaines		30.2*	82.9	21.0*	52.7*
Septembre	7	31.3*	59.0*	**	**
"	14	44.0*	36.7*	**	**
"	21	31.7*	31.7*	**	**
"	28	53.7*	8.3*	**	**
Octobre	5	40.0*	4.3*	**	**
"	12	53.7*	0.0*	**	**
"	19	**	**	**	**

[1]P.: Plants extraits de la pépinière
[2]CF.: Plants entreposés en chambre froide
* : Taux de survie insatisfaisant
** : Aucune plantation.

TABLEAU 8

Hauteur initiale moyenne (cm) et accroissement moyen en hauteur (cm) après 5 ans, pour le pin gris, exprimés séparément en fonction des dates de plantation et des années d'essais

Date de plantation		Année des essais 1969 Pépinière H.I.[1]	Accr.[2]	Chambre froide H.I.	Accr.	1970 Pépinière H.I.	Accr.	Chambre froide H.I.	Accr.
Mai	25	**	**	**	**	27,5	114,4	29,3	130,6
Juin	1	29,8	98,4	25,6	126,3	25,9	108,5	29,9	132,2
"	8	32,9	122,3	27,4	127,9	27,0	109,8	27,4	110,9
"	15	29,0	106,6	26,8	91,6	26,5	97,7	28,0	114,9
"	22	38,5	75,8	28,6	109,5	33,3	77,5	27,6	114,8
"	29	40,3	75,2	27,8	114,9	34,0	76,7	27,7	118,2
Juillet	6	43,1	76,8	26,3	97,8	36,2	59,0	27,1	108,3
"	13	42,1	82,5	25,7	118,1	32,9	52,0	25,1	100,2
"	20	48,5	53,8	25,4	100,4	27,8	69,9	26,2	98,4
"	27	44,2	54,1	24,9	105,8	42,9	65,5	24,0	86,3
Août	3	53,1	40,4	25,0	85,6	53,6	0,0	24,8	83,1
"	10	51,3	32,6	21,7	84,8	47,1	59,3	22,3	75,1
"	17	51,0	37,7	24,5	72,6	45,4	55,4	22,2	82,4
"	24	47,8	24,5	24,7	62,9	52,6	52,3	23,8	80,8
"	31	48,9	65,8	24,6	72,5	**	**	**	**
Moyenne 14 semaines		42,9	67,6	25,7	97,9	36,6	71,3	26,1	102,6
Septembre	7	48,8	48,8	24,1	56,1	**	**	**	**
"	14	46,0	57,9	24,7	38,4	**	**	**	**
"	21	26,5	64,0	22,6	54,2	**	**	**	**
"	28	25,6	63,4	25,6	34,4	**	**	**	**
Octobre	5	26,2	63,4	24,4	35,0	**	**	**	**
"	12	22,9	73,1	24,4	0,0	**	**	**	**
"	19	**	**	25,0	0,0	**	**	**	**

[1]H.I. : Hauteur initiale moyenne (cm)
[2]Accr.: Accroissement quinquennal moyen en hauteur (cm)
**: Aucune plantation à cette date.

TABLEAU 9

Données météorologiques hebdomadaires compilées à partir des données journalières enregistrées aux stations de Cap-Seize en 1969 et de Grand-Tabos en 1970

Date Semaine se terminant le:	Température °C moyenne 1969	moyenne 1970	max. absolue 1969	max. absolue 1970	min. absolue[1] 1969	min. absolue[1] 1970	Précipitation[2] totale (mm) 1969	Précipitation[2] totale (mm) 1970	Evaporation[3] du bac (mm) 1970
24 mai	6,1	10,5	14,4	17,8	$-4,4^{4}$	3,9	23^{4}	16^{1}	12
31 mai	5,6	11,1	15,6	26,1	$-3,3^{4}$	$-0,5^{4}$	8^{5}	21^{5}	32
7 juin	12,2	10,0	21,7	23,9	1,1	2,2	25^{4}	24^{1}	14
14 juin	14,4	13,9	29,4	31,1	1,1	2,8	5^{5}	5^{5}	32
21 juin	13,3	16,3	21,7	30,0	1,1	1,7	15^{4}	1^{5}	36
28 juin	16,1	13,3	29,4	25,6	1,7	3,3	10^{5}	27^{5}	28
5 juillet	15,0	15,0	24,4	27,8	1,7	3,9	13^{3}	5^{4}	27
12 juillet	12,2	18,9	23,9	30,0	2,8	3,9	14^{6}	12^{4}	36
19 juillet	16,7	17,8	24,4	27,2	6,7	5,0	9^{5}	17^{4}	40
26 juillet	15,6	18,3	25,0	30,0	5,0	7,2	9^{6}	2^{4}	34
2 août	18,9	22,8	27,8	32,2	13,3	11,1	67^{3}	0^{7}	45
9 août	17,8	20,0	23,9	31,1	7,8	5,6	28^{3}	16^{5}	29
16 août	17,2	20,0	23,9	32,2	6,7	11,1	28^{4}	41^{5}	38
23 août	14,4	16,7	26,1	30,0	3,9	3,9	35^{7}	10^{3}	24
30 août	13,3	13,9	21,7	22,2	1,1	5,6	30^{5}	84^{1}	18
6 septembre	12,2	10,0	27,8	19,4	1,7	2,2	16^{4}	93^{2}	18
13 septembre	8,9	11,7	15,0	20,0	1,1	3,3	63^{4}	8^{3}	15
20 septembre	6,7	8,3	21,1	16,7	$-3,8^{5}$	1,1	26^{5}	16^{4}	15
27 septembre	11,7	8,3	20,0	18,3	5,5	0,6	25^{4}	20^{1}	8
4 octobre	6,7	8,3	13,9	14,4	$-3,3^{2}$	$-2,2^{2}$	18^{2}	38^{1}	13

[1] L'exposant indique le nombre de jours où la température a été $\leq 0°C$ au cours de la semaine.

[2] L'exposant indique le nombre de jours où aucune précipitation n'a été enregistrée.

[3] Quantité d'eau évaporée dans un bac évaporatoire de classe A. Cet appareil n'existait pas à la station de Cap-Seize pour les données de 1969.

APPENDICE II

PHOTOGRAPHIES

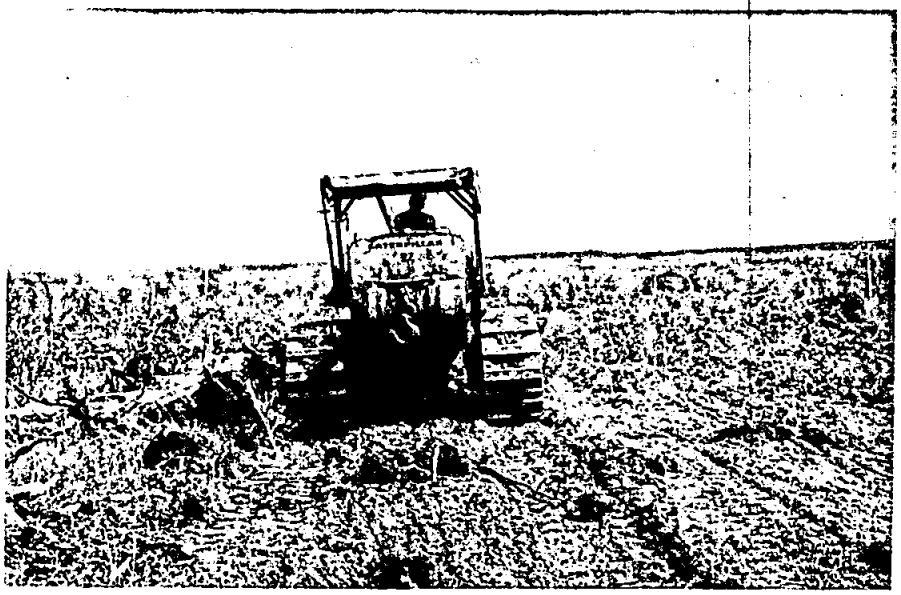


Figure 11 Scarification du sol à l'aide d'un tracteur à chenilles afin d'éliminer la végétation existante et de briser les souches en voie de pourrissement

Figure 12 Aspects du site avant et après la scarification

Figure 13 Plants d'épinette de Norvège entreposés en chambre froide

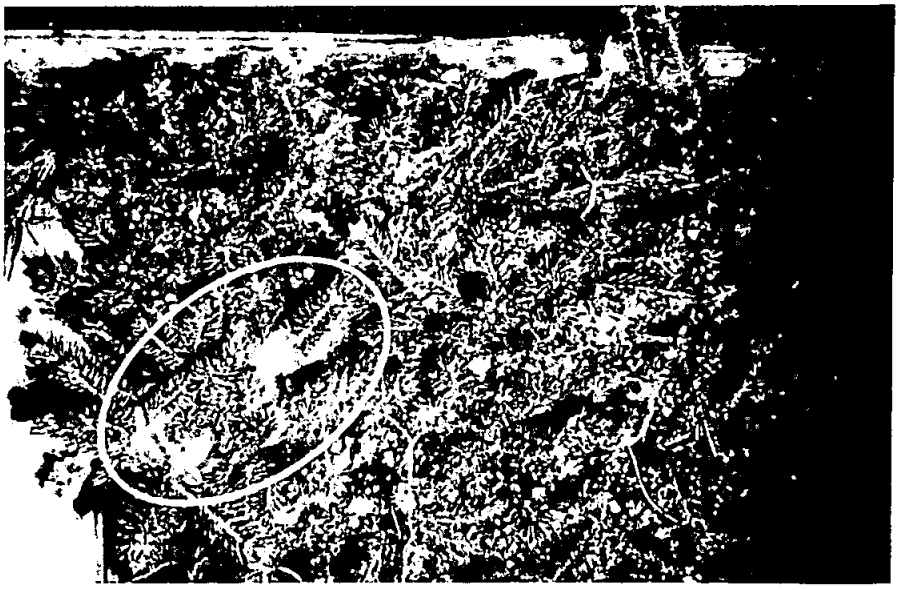


Figure 14 Moisissures blanches observées sur les plants d'épinette blanche gardés en chambre froide

Figure 15 Belle croissance montrée par le pin gris, trois ans après la plantation

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

Le ministère de l'Énergie et des Ressources est responsable de l'administration des terres et des forêts publiques dans l'intérêt général du Québec. C'est au Service de la recherche forestière qu'il a confié la responsabilité de diriger les recherches dont il a besoin pour définir et appliquer ses politiques. Dans les limites de sa juridiction, le Service de la recherche forestière contribue donc à un aménagement rationnel et à une saine utilisation des richesses forestières du Québec. La plus grande partie du budget du Service est consacrée aux recherches ayant pour but d'accroître et d'améliorer la production des forêts québécoises.

Éditeur officiel du Québec
Imprimé au Québec