

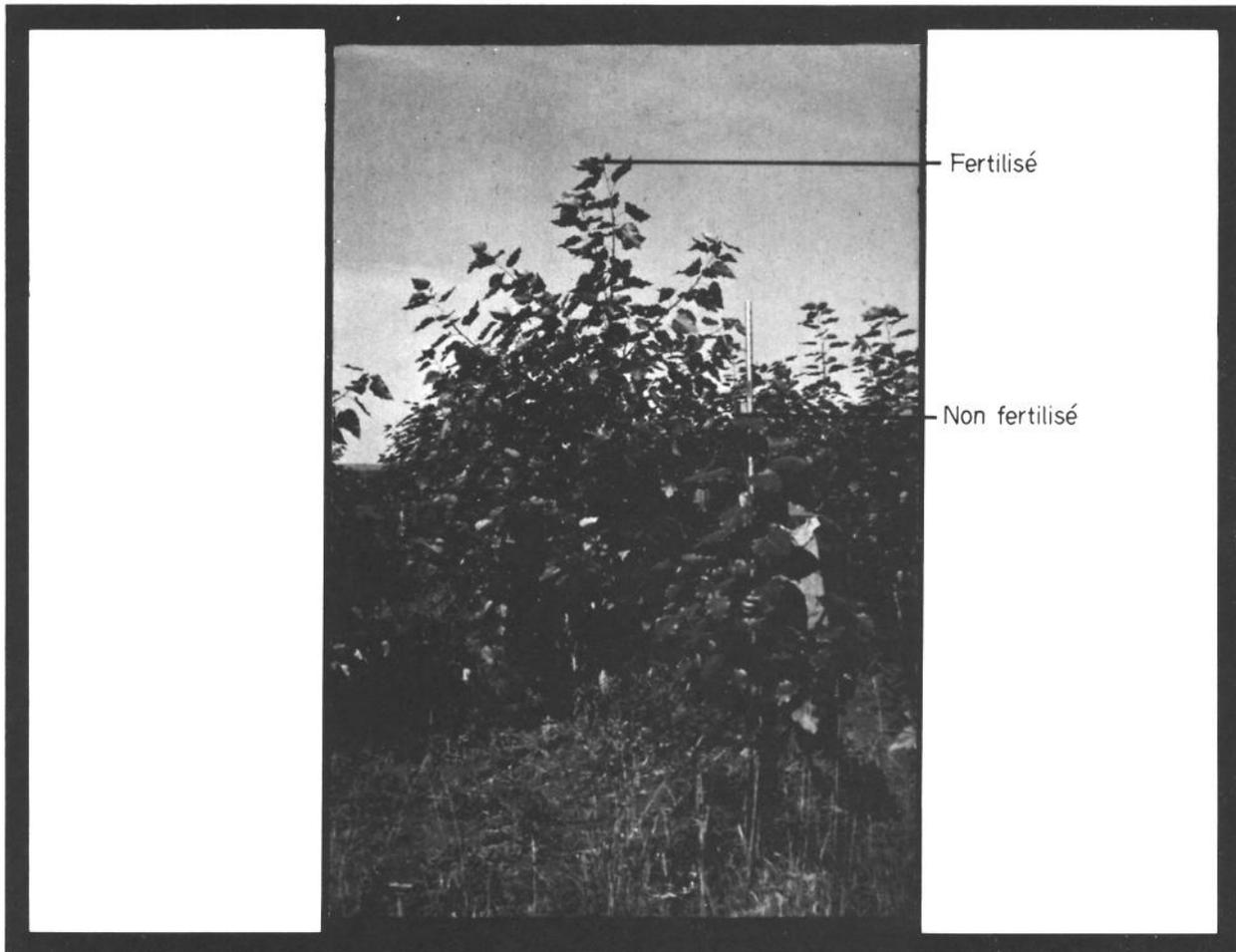


MÉMOIRE N°34

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT SUR LE PEUPLIER DANS LA RÉGION DE L'EST-DU-QUÉBEC

IX-CROISSANCE ET RÉSISTANCE AU GEL SUITE À L'APPLICATION D'ENGRAIS

par Gilles Sheedy et Gilles Vallée



GILLES SHEEDY a fait ses études à la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'université Laval où il obtenait son baccalauréat en foresterie en 1969. Il est depuis lors à l'emploi du Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts, à titre de chargé de recherche en fertilité et fertilisation des forêts. L'université Laval lui a décerné en 1976 le diplôme de Maître ès sciences forestières.

GILLES VALLÉE est bachelier ès sciences de l'Université de Montréal depuis 1959 et bachelier ès sciences appliquées (foresterie) de l'université Laval depuis 1963. Stagiaire au Centre national de recherches forestières et à l'École nationale des eaux et forêts de Nancy en 1963-64, il reçoit en 1966 le diplôme de docteur ingénieur (pédologie) de l'Université de Nancy et entre alors au service du ministère des Terres et Forêts comme chargé de recherches en génétique forestière. En 1968, 1969 et 1970, il est de nouveau stagiaire à la Station d'amélioration des arbres forestiers du Centre de recherches de Nancy.

RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT SUR LE PEUPLIER
DANS LA REGION DE L'EST-DU-QUEBEC

IX - CROISSANCE ET RESISTANCE AU GEL
SUITE A L'APPLICATION D'ENGRAIS*

par

GILLES SHEEDY

et

GILLES VALLEE .

MEMOIRE N^o 34

SERVICE DE LA RECHERCHE
DIRECTION GENERALE DES FORETS
MINISTERE DES TERRES ET FORETS

1976

* Ce mémoire est extrait d'une thèse de maîtrise soumise à l'université Laval par monsieur Gilles Sheedy.

1977

1977

1977

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

Cette publication fait état des résultats du premier essai de fumure faisant partie d'un projet de recherche sur la fertilisation, qui s'inscrit dans le programme de recherche et de développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec.

Ce programme a débuté en 1971 en collaboration avec la Coopération technique franco-québécoise, qui a été impliquée jusqu'en 1974, et avec la région administrative du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie du ministère des Terres et Forêts. Nous remercions tous ces organismes pour leur participation à ce programme.

Les résultats présentés dans cette publication ont été extraits de la thèse de maîtrise de monsieur Gilles Sheedy présentée en 1975 à la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'université Laval.

Nous remercions le Docteur Bernard Bernier qui a dirigé la thèse, le Docteur Yvon Richard pour l'aide apportée dans l'analyse statistique des résultats et messieurs Conrad Thomassin et Jacques Haelters pour leur assistance technique.

RESUME

Ce mémoire étudie les effets d'une fertilisation en N, P, K sur la croissance et la résistance au gel de six clones de peuplier. Les résultats de cette étude montrent que la croissance des clones est très affectée par la fertilisation. Ainsi, certains traitements de fertilisation ont permis de tripler le volume des tiges, mais l'addition d'engrais augmente la sensibilité de certains clones au gel. L'azote est un des éléments qui stimulent le plus la croissance du peuplier. Presque tous les clones utilisés pour cette étude sont sensibles au gel dans les conditions qui existent au populetum de Matane.

SUMMARY

This research paper studies the effects of N, P, K fertilization on growth and frost resistance of six clones of poplar. Results show that growth is much affected by fertilization: certain treatments have resulted in tripling stem volume, but fertilizer has increased frost sensitiveness of some clones. Nitrogen is one of the elements that most stimulate growth of poplar. Almost all of the clones used in this study are frost sensitive in the conditions existing at the Matane populetum.

TABLE DES MATIERES

	Page
AVANT-PROPOS	iii
RESUME	v
<i>SUMMARY</i>	vii
TABLE DES MATIERES	ix
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
INTRODUCTION	
CHAPITRE I MATERIEL ET METHODE	3
1.1 Description de la station	3
1.2 Préparation du terrain et plantation	4
1.3 Fertilisation	5
1.4 Observations et entretien de la plantation	7
1.5 Echantillonnage du sol et échantillonnage des feuilles	9
1.5.1 Echantillonnage du sol	9
1.5.2 Echantillonnage des feuilles	9
1.6 Analyses statistiques	10
CHAPITRE II RESULTATS POUR LE CLONE B-201-B	11
2.1 Le clone B-201-B	11

	Page
2.1.1 Résultats et discussion	11
CHAPITRE III RESULTATS POUR L'ENSEMBLE DES CLONES	25
3.1 Plan d'expérience utilisé	25
3.2 Dégâts par le gel	26
3.3 Effets des engrais sur la croissance	27
3.4 Effets des engrais sur la concentration en éléments des feuilles	32
CONCLUSION	35
BIBLIOGRAPHIE	37
APPENDICE A DESCRIPTION D'UN PROFIL DE SOL ET RESULTATS DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL	41
APPENDICE B BREF APERCU DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES DE LA REGION	45

LISTE DES TABLEAUX

		Page
TABLEAU 1	Traitements de fertilisation appliqués	6
TABLEAU 2	Echelles d'évaluation des dégâts causés par le gel sur les pousses et les feuilles de peupliers . .	8
TABLEAU 3	Dégâts causés par le gel sur les pousses et les feuilles	12
TABLEAU 4	Résultats des mesures dendrométriques effectuées sur le clone B-201-B pour les années 1970, 1971 et 1972	17
TABLEAU 5	Analyse de variance sur la moyenne des croissances en hauteur et des diamètres pour l'ensemble des traitements par année et séparation des moyennes par le test de Tukey	18
TABLEAU 6	Résultats de l'analyse de variance et du test de Tukey sur la croissance cumulée en hauteur de 1970, 1971 et 1972, sur le diamètre moyen et sur le volume total par acre en 1972	21
TABLEAU 7	Coût des engrais par acre de plantation	22
TABLEAU 8	Résultats des analyses foliaires de 1970, 1971 et 1972 - Clone B-201-B	23
TABLEAU 9	Classification des clones en fonction de leur sensibilité au gel et taux de mortalité	28

	Page
TABLEAU 10	Résultats des mesures dendrométriques de 1971 et de 1972 par clone, pour le témoin et pour l'ensemble des traitements de fertilisation 29
TABLEAU 11	Volume total à l'acre, par traitement et par clone, trois ans après la fertilisation 30
TABLEAU 12	Résultats de l'analyse foliaire de 1970 et de 1971 par clone pour le traitement témoin et pour l'ensemble des traitements de fertilisation 33
TABLEAU 13	Résultats des analyses physico-chimiques du sol . . . 43
TABLEAU 14	Température moyenne et précipitation. Station météorologique du dépôt John 46
TABLEAU 15	Température moyenne et précipitation pour la période de mai à septembre 1971. Station météorologique du dépôt John 46

LISTE DES FIGURES

	Page
FIGURE 1	Représentation graphique des croissances annuelles de 1970, 1971 et 1972 du clone B-201-B montrant l'interaction entre les traitements et les années 19
FIGURE 2	Représentation graphique des effets des divers traitements de fertilisation sur le volume total par acre (1972) pour le clone B-201-B 20
FIGURE 3	Description sommaire du profil de sol 42

INTRODUCTION

Dans le cadre du programme de recherche et de développement en populiculture pour la région de l'Est-du-Québec (9, 23, 24, 25)*, nous avons entrepris, en 1970, des essais de fertilisation sur des clones de peuplier. Ce rapport porte sur les résultats d'un essai qui avait pour but de déterminer les combinaisons et les doses d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) permettant d'obtenir les meilleures croissances selon les clones de peuplier hybride.

Comme on le sait, les peupliers sont des essences à croissance rapide qui sont largement distribués au Canada (14, 19). Leur utilisation et leur exploitation diffèrent cependant d'une province à une autre.

En culture intensive, les peupliers hybrides peuvent produire des quantités importantes de matière ligneuse. Etant donné que l'industrie forestière fait de plus en plus face à des difficultés d'approvisionnement et que la demande des produits forestiers est à la hausse, il est à prévoir qu'il faudra, dans un proche avenir, procéder à des cultures intensives d'essences à croissance rapide telles que les peupliers hybrides. Il est donc important de connaître l'impact de la fertilisation sur la croissance de ces arbres.

* Ces chiffres correspondent à des références contenues dans la liste placée à la fin du texte.

Il est intéressant de noter que les peupliers sont reconnus pour réagir d'une façon très marquée à l'application d'engrais (2, 8, 10, 11, 12, 13). Cette réaction à la fertilisation dépend de la quantité d'éléments essentiels que contient le sol, des besoins en éléments de l'espèce ou du clone et des facteurs limites de la station tels que l'humidité, le volume de sol disponible, le climat et la concurrence des herbes. Cette dernière peut jouer un rôle important sur la disponibilité en eau et en éléments minéraux (20); il est donc important de l'éliminer car les difficultés d'alimentation en eau peuvent diminuer l'efficacité des engrais. La fertilisation des peupliers est surtout intéressante au cours des premières années d'installation; les effets des engrais sur la croissance peuvent se prolonger de 4 à 6 ans en général (2, 3, 16).

CHAPITRE I

MATERIEL ET METHODE

1.1 DESCRIPTION DE LA STATION

Cette étude a été réalisée au populetum de Matane, situé à 48°40' de latitude nord et 67°15' de longitude ouest dans la section forestière L.6 (section Témiscouata-Restigouche) de Rowe (21).

Le dispositif a été établi sur le site d'une ancienne sapinière à bouleau jaune qui a brûlé et s'est régénérée en tremblaie de faible densité. Il se trouve sur une terrasse alluviale de la rivière Matane, de 10 à 15 pieds (3,0 à 4,6 m) au-dessus du niveau de l'eau et à une altitude d'environ 300 pieds (100 m) au-dessus du niveau de la mer.

Le type de sol est celui d'un podzol orthique (7). Après essouchement, les horizons L, F, H, Ae et la partie supérieure de B ont été mélangés. La texture de la couche superficielle du sol est un loam sableux.

L'analyse du sol, avant fertilisation, ne montre aucune déficience marquée pouvant affecter la croissance des peupliers. Les résultats de l'analyse du sol ainsi que la description du profil sont présentés à l'appendice A. On remarquera qu'en profondeur, le sol est constitué de matériel grossier, qui empêche les remontées capillaires de la nappe d'eau.

La précipitation totale moyenne annuelle est de 37 pouces (98 cm). La température moyenne des mois de juin, juillet et août est de 58.9°F (15°C). La période sans gelée est en moyenne de 90 à 100 jours. Les données météorologiques sont compilées à l'appendice B: ces données proviennent des bulletins météorologiques du ministère des Richesses naturelles (26).

1.2 PREPARATION DU TERRAIN ET PLANTATION

Le dispositif expérimental a été établi sur une station qui a été défrichée à l'aide d'un *bulldozer* muni d'un râteau épierreur. Le sol n'a pas été labouré avant la plantation qui s'est faite manuellement en creusant des trous d'un pied de côté par un pied de profondeur (0,3 m x 0,3 m) à un espacement de 10 pieds par 10 pieds (3,2 m x 3,2 m). Lors de la plantation, les plants étaient âgés d'un an et avaient en moyenne 2 pieds (0,6 m) de hauteur. Ces plants ont été élagués et seuls les cinq ou six bourgeons supérieurs sont demeurés intacts.

Les clones suivants ont été utilisés:

B-201-B: *P. cv. 'angulata'* x *P. trichocarpa*

B-202-B: *P. x euramericana cv. 'eugeneii'*

B-203-B: *P. x euramericana cv. 'robusta'*

B-204-B: *P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*

B-207-B: *P. trichocarpa* x *P. tacamahaca*

B-208-B: *P. cv. 'candicans'*

1.3 FERTILISATION

Les fertilisants ont été appliqués manuellement et par pied d'arbre, au printemps de 1970, un an après la plantation. Les engrais étaient appliqués sur une surface circulaire d'environ 2 pieds (60 cm) de rayon. Les doses par plant ont été calculées en divisant la quantité d'élément à l'acre par 436, ce qui correspond au nombre de plants à l'acre. Le dispositif comprend 6 blocs de 90 à 104 plants; chaque bloc représente un clone différent de peuplier et est subdivisé en parcelles de 2 plants.

Les traitements de fertilisation présentés au tableau 1 ont été appliqués au hasard pour chaque clone selon les parcelles de deux plants. Chaque traitement a été répété 5 fois pour chacun des clones, sauf pour le traitement 10 qui n'a été appliqué que sur trois clones.

Les formes d'engrais appliqués selon les dix traitements indiqués au tableau 1 sont les suivantes: l'azote (N) sous forme d'urée (46 p. 100 de N), le phosphore (P) sous forme de superphosphate triple (45 p. 100 de P₂O₅), le potassium (K) sous forme de chlorure de potassium (61 p. 100 de K₂O).

Tableau 1 Traitements de fertilisation appliqués

N°	Traitement par acre de plantation			Dose effective d'élément par acre			Dose d'élément appliqué par arbre			Dose correspondante d'engrais par arbre	
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	UREE	T.Sp.** KCl*** (once)
*1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	25	25	200	194	189	0.9	0.9	0.9	2	4.5
3	50	50	50	400	389	378	1.8	1.8	1.8	4	9
4	50	100	50	400	778	378	1.8	3.6	1.8	4	18
5	50	50	100	400	389	756	1.8	1.8	3.5	4	9
6	100	50	50	800	389	378	3.7	1.8	1.8	8	9
7	50	0	50	400	0	378	1.8	0	1.8	4	0
8	50	50	0	400	389	0	1.8	1.8	0	4	9
9	100	100	100	800	778	756	3.7	3.6	3.5	8	18
10	200	200	200	1600	1556	1512	7.4	7.2	7.0	16	36

* N.B. Dans le texte, référence aux traitements est faite sur la base des doses appliquées par acre de plantation.

** T.Sp.: Superphosphate triple de calcium. 1 livre/acre = 1,12 kg/ha

*** KCl : Chlorure de potassium. 1 once = 28,3 g

1.4 OBSERVATIONS ET ENTRETIEN DE LA PLANTATION

A l'automne de chaque année, les mesures suivantes sont effectuées sur les plants: hauteur totale, longueur de la pousse annuelle et diamètre à trois pieds (0,91 m) du sol. Les observations sur l'état de santé des plants sont notées au même moment. A la fin d'août des deux premières années de la plantation, seul un sarclage autour des plants a été effectué. Cet entretien n'a pas empêché la végétation herbacée de proliférer jusqu'à devenir très dense et atteindre une hauteur de deux à trois pieds (0,6 m à 0,9 m), concurrençant ainsi les peupliers. Au printemps de 1971, on s'aperçut que les mulots causaient des dégâts à la base des tiges; on a appliqué, à l'automne 1971, un répulsif (*Mulox*). En juin et août 1971, en plus de sarcler autour des plants, un travail du sol entre les lignes fut effectué à l'aide d'un *rotavator* pour réduire la végétation herbacée. On remarqua par la suite que les blessures s'étaient cicatrisées et que la population de mulots était presque disparue. Le travail du sol entre les lignes fut effectué de nouveau en juillet 1972 et 1973.

En juin 1971, on constata des dégâts de gel sur les pousses de tous les clones, occasionnés par des gelées précoces de l'automne précédent, et sur les feuilles, suite à une gelée tardive. Le fait que le dispositif de Matane soit situé dans une région où le climat est rigoureux et dans un fond de vallée expliquerait en partie cette situation. En effet, il semble que nous soyons en présence d'un trou de gelée. Les observations sur les dégâts de gel ont été notées au moyen d'une échelle d'évaluation (tableau 2) et seront discutées avec la présentation des résultats.

Tableau 2 Echelles d'évaluation des dégâts causés par le gel sur les pousses et les feuilles de peupliers.

Echelle	Atteinte aux pousses (terminales et latérales)	Echelle	Atteinte à la masse foliaire
1	intact	1	intact
2	de 1 à 25 p. 100	2	de 1 à 25 p. 100
3	de 26 à 50 p. 100	3	de 26 à 50 p. 100
4	de 51 à 75 p. 100	4	de 51 à 75 p. 100
5	de 76 à 100 p. 100	5	de 76 à 100 p. 100

A titre d'exemple, si la pousse a été atteinte sur une longueur de 1 à 25 p. 100 et que la masse foliaire a été atteinte de 51 à 75 p. 100 par le gel, le code 2-4 est noté.

1.5 ECHANTILLONNAGE DU SOL ET ECHANTILLONNAGE DES FEUILLES

1.5.1 ECHANTILLONNAGE DU SOL

Un échantillonnage du sol a été effectué avant la plantation en 1969. Les échantillons recueillis sur le terrain ont été préparés et analysés au laboratoire selon les méthodes usuelles. En général, les échantillons sont séchés à l'air libre, tamisés et broyés. L'azote total a été déterminé par la méthode Macro-Kjeldahl; le fer échangeable et le phosphore disponible par colorimétrie; le fer libre, l'aluminium, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium et le manganèse par spectrophotométrie d'absorption atomique. Le carbone organique a été déterminé par oxydation humide (1).

1.5.2 ECHANTILLONNAGE DES FEUILLES

A l'automne 1970, 1971 et 1972, un échantillonnage foliaire a été effectué afin de déterminer le statut nutritif des plants. Les feuilles bien développées ont été recueillies dans le tiers supérieur de la cime. Chaque échantillon a été analysé pour les éléments N, P, K, Mg, et Ca selon les méthodes décrites par Amiot et Bernier (1). Les échantillons ont préalablement été séchés à 70°C pendant 24 heures et broyés à 20 mailles. L'azote total a été déterminé par la méthode Macro-Kjeldahl, le phosphore total par colorimétrie (1), les cations K, Mg et Ca par spectrophotométrie d'absorption atomique.

1.6 ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse statistique des résultats consiste en une analyse de variance par clone pour un dispositif établi complètement au hasard (15). Cette analyse est complétée par le test de Tukey. Les variables utilisées dans l'analyse statistique sont les croissances annuelles cumulées pour les années 1970, 1971 et 1972, le diamètre de 1972 pris à 3 pieds (1 m) du sol et le volume total par acre de 1972.

CHAPITRE II

RESULTATS POUR LE CLONE B-201-B

Parce que les clones ont subi des dommages importants sur les pousses et les feuilles dans les conditions qui prévalent au populetum de Matane (creux de gel), seul les résultats et les analyses statistiques des résultats pour le clone B-201-B, qui a été le moins affecté par le gel, sont présentés dans ce chapitre. Toutefois, les résultats pour l'ensemble des clones seront discutés au chapitre III.

2.1 LE CLONE B 201 B

2.1.1 RESULTATS ET DISCUSSION

Dégâts par le gel. Le clone B-201-B semble assez résistant au gel et les dégâts observés sont les mêmes, en moyenne, quel que soit le traitement considéré (tableau 3). En général, les pousses de ce clone ont été très peu affectées et moins de 25 p 100 de la masse foliaire a été endommagée. Des dégâts maximums ont été observés pour les traitements

Tableau 3: Dégâts causés par le gel sur les pousses et les feuilles du clone B-201-B

Traitement		Moyenne des dégâts de gel	Maximum des dégâts de gel observé
No	N-P-K		
1	0- 0- 0	1-2*	2-2
2	25- 25- 25	1-2	1-2
3	50- 50- 50	1-2	1-2
4	50-100- 50	1-2	1-2
5	50- 50-100	1-2	1-2
6	100- 50- 50	1-2	5-2
7	50- 0- 50	1-2	2-2
8	50- 50- 0	1-2	1-2
9	100-100-100	1-2	2-5

* La signification de l'échelle d'évaluation des dommages est présentée au Tableau 4. Le premier chiffre indique les dégâts sur la pousse de 1970 tandis que le deuxième indique ceux sur les feuilles printanières de 1971. Les observations ont été effectuées en juin 1971.

6 (100-50-50) et 9 (100-100-100); ces traitements représentent les doses les plus fortes en azote. La croissance en hauteur de 1971 semble avoir été ralentie par suite de la gelée tardive de juin et aussi à cause d'un été peu favorable (appendice B).

Effets sur la croissance. La fertilisation a fortement affecté la croissance en hauteur du clone B-201-B (tableau 4). En effet, après trois ans, on constate que la hauteur moyenne de l'ensemble des 8 traitements de fertilisation était de 31 p.100 supérieure à celle du témoin. Le traitement 100-50-50 a favorisé la plus forte croissance avec une augmentation de 47 p.100. L'analyse statistique des données (tableau 5) montre que l'augmentation sur la croissance cumulée de 1970, 1971 et 1972 est significative pour tous les traitements de fertilisation à l'exception du traitement 2 (25-25-25). Les traitements 9 et 6 ayant 100 livres d'azote à l'acre se classent parmi les meilleurs.

L'année de la fertilisation, la croissance moyenne en hauteur pour les traitements de fertilisation a été trois fois supérieure à celle du témoin (tableau 4). Cet effet très marqué des traitements a diminué rapidement au cours des années subséquentes (figure 1). L'augmentation moyenne de croissance en hauteur pour l'ensemble des traitements d'engrais, en comparaison avec le témoin, est passée de 212 p.100 en 1970 à 11 p.100 en 1972. Cette diminution peut être due au type de dispositif utilisé, une contamination pouvant se produire entre les parcelles de deux arbres après quelques années. La figure 2 montre aussi que les traitements n'ont pas tous eu le même classement au cours des trois années après traitement. L'analyse de variance sur les croissances moyennes en hauteur pour

l'ensemble des traitements en 1970, 1971 et 1972 indique une différence significative entre les années et confirme l'interaction des facteurs climatiques et de la croissance, celle-ci ayant fortement varié d'une année à l'autre (tableau 5).

Après 3 ans, le diamètre moyen pour le traitement 6 était de 77 p.100 supérieur à celui du témoin, alors que la moyenne pour l'ensemble des 8 traitements de fertilisation était de 51 p. 100 supérieure au témoin. L'analyse statistique des données (tableau 6) montre que l'augmentation en diamètre en 1972 est, comme pour la croissance en hauteur, significative pour tous les traitements de fertilisation à l'exception du traitement 2. Les trois meilleurs traitements pour la croissance en diamètre sont 100-50-50, 50-50-0 et 50-50-50.

Le volume total par acre pour chaque traitement en 1972 confirme le classement des traitements d'après la croissance en diamètre. Les traitements 8 et 6 (50-50-0 et 100-50-50) permettent de tripler le volume total par acre par rapport au témoin. L'examen des traitements 8, 3 et 5 à la figure 2 montre que l'addition de K sous forme de chlorure n'a pas eu d'effet positif sur la croissance, tandis que la comparaison des traitements 7, 3 et 4 montre que la dose optimale de P se situe autour de 50 livres par acre (56 kg/ha). D'ailleurs, le volume total par acre pour les traitements 50-100-50 et 50-0-50 ne présente pas de différences significatives par rapport au témoin. Si l'on compare les traitements 0-0-0, 50-0-50, 50-50-0 et 50-50-50, il ressort que la combinaison N-P en proportions égales est la meilleure. Le traitement 50-50-0 est d'ailleurs presque aussi bon que le 100-50-50 pour un coût moins élevé.

En tenant compte du coût des traitements (tableau 7), des réponses de croissance et des dangers de gel que présente la région, c'est le traitement 50-50-0 qui semble le plus avantageux. Trois ans après l'application des engrais, ce traitement permet de presque tripler le volume total à l'acre, par rapport au témoin, pour un coût de \$38.00 l'acre (\$94/ha) au prix de 1976. L'azote est l'élément qui apporte les meilleures réponses au plan de la croissance, mais précisément à cause des dangers de gel, il est préférable d'appliquer des doses inférieures à 100 livres par acre (112 kg/ha) de cet élément. D'autre part, il semble que la dose de P à appliquer se situe à environ 50 livres par acre (56 kg/ha), alors qu'une faible dose de K (inférieure à 25 livre/acre) serait valable pour équilibrer la formule d'engrais. Ces constatations permettent de déduire que l'application d'une livre (0,45 kg) par arbre d'un fertilisant dont la formule se rapprocherait de "10-25-5"* (N, P₂O₅, K₂O) serait très valable pour stimuler la croissance des peupliers hybrides en plantation.

Analyses foliaires. Particulièrement en 1970, année de l'application des engrais, la fertilisation a eu un effet marqué sur la couleur (vert foncé) et la taille des feuilles (2 à 3 fois plus grandes que celles des témoins). Les concentrations foliaires ne permettent pas de montrer pleinement cet effet des engrais puisqu'on n'a pas tenu compte de la masse foliaire. Ainsi, le contenu en éléments de la masse foliaire provenant d'arbres fertilisés peut être très supérieur à celui des arbres témoins sans affecter sensiblement les concentrations en éléments de ces feuilles.

* Dans le commerce, les chiffres de cette proportion correspondent à des pourcentages. Ne pas confondre avec les "livres par acre" de nos traitements, p. ex. 50-50-0 ci-dessus.

Les résultats des analyses foliaires présentés ici nous renseignent surtout sur les variations annuelles des concentrations foliaires et sur l'état nutritif général des peupliers. On remarquera certaines différences dans les concentrations en éléments, particulièrement pour l'azote, en fonction des traitements de fertilisation. La concentration en N des feuilles de 1970 varie positivement avec les doses d'engrais. Les concentrations en N et en P des feuilles ont atteint leur maximum la deuxième année après la fertilisation (1971), pour diminuer légèrement en 1972. Les échantillonnages de 1970 et de 1971 montrent que les teneurs en K, Ca et Mg sont restés assez stables durant cette période; toutefois, en 1972, les teneurs en Ca et Mg ont diminué alors que la teneur en K a légèrement augmenté. Selon les normes de fertilité proposées pour cette essence (18, 27), on peut dire que dans l'ensemble, les concentrations en éléments des feuilles sont normales et suffisantes pour assurer une bonne croissance des peupliers.

Tableau 4: Résultats des mesures dendrométriques effectuées sur le clone B-201-B pour les années 1970, 1971 et 1972

Trait.	Hauteur totale (pieds)			Croissance en hauteur (pieds)			Diamètre (pouces)			Vt/ac** (pi ³) 1972	Mort. Nombre d'indi- vidus		
	1969*	1970	1971	1972	1969*	1970	1971	1972	1970			1971	1972
	1	3.0	4.3	5.2	8.3	1.1	0.8	1.0	3.7			0.30	0.49
2	3.0	4.9	5.7	9.4	1.0	1.9	0.9	3.8	0.31	0.57	1.39	23.1	1
3	4.0	6.6	7.4	11.5	1.1	2.6	0.9	3.8	0.60	0.99	1.88	51.8	-
4	2.9	5.6	6.1	10.0	1.0	2.7	1.0	4.1	0.40	0.67	1.48	30.4	-
5	3.5	6.3	7.2	11.3	1.3	2.9	1.0	4.3	0.42	0.88	1.87	49.2	-
6	3.9	6.4	7.6	12.2	1.2	2.5	1.7	4.6	0.60	1.03	2.05	62.6	-
7	3.3	5.3	6.7	10.4	1.0	2.0	1.2	4.3	0.52	0.70	1.56	35.2	-
8	3.5	6.3	7.2	11.3	1.2	2.7	1.0	4.1	0.52	0.93	1.98	61.8	1
9	3.2	5.9	6.8	10.9	1.1	2.7	1.3	4.1	0.44	0.80	1.83	47.4	1
***	3.4	5.9	6.8	10.9	1.1	2.5	1.1	4.1	0.48	0.82	1.75	45.2	-
****	13	37	31	31	0	212	10	11	60	67	51	112	-

* Hauteur des plants au moment de la mise en place du dispositif et croissance en hauteur avant fertilisation
 ** $V_t/ac = \text{volume total à l'acre calculé à partir des mesures de diamètre prise à 3 pieds } (0.91 m)$
 du sol avec une densité de 436 tiges par acre. $V_t \text{ (d'une tige)} = \frac{D^2 \times \pi \times H}{4} = \frac{D^2 \times \pi \times (H-3)}{3} + D^2 \times \pi \times 0.005454 \times 3$

*** Moyenne pour l'ensemble des traitements sans le témoin.

**** Pourcentage d'augmentation de la moyenne par rapport au témoin. 1 pied = 0,305 m 1 pouce = 2,54 cm

Tableau 5: Analyse de variance sur la moyenne des croissances en hauteur et des diamètres pour l'ensemble des traitements par année et séparation des moyennes par le test de Tukey.

Année	Croissance moy. en hauteur (pieds)	Diamètre moy. (pouces)
1970	2.31 a (1)	0.46 a
1971	1.14 b	0.78 a
1972	4.17 c	1.69 b
F	633.6 ** (N.D.L. 2,104)	222 **

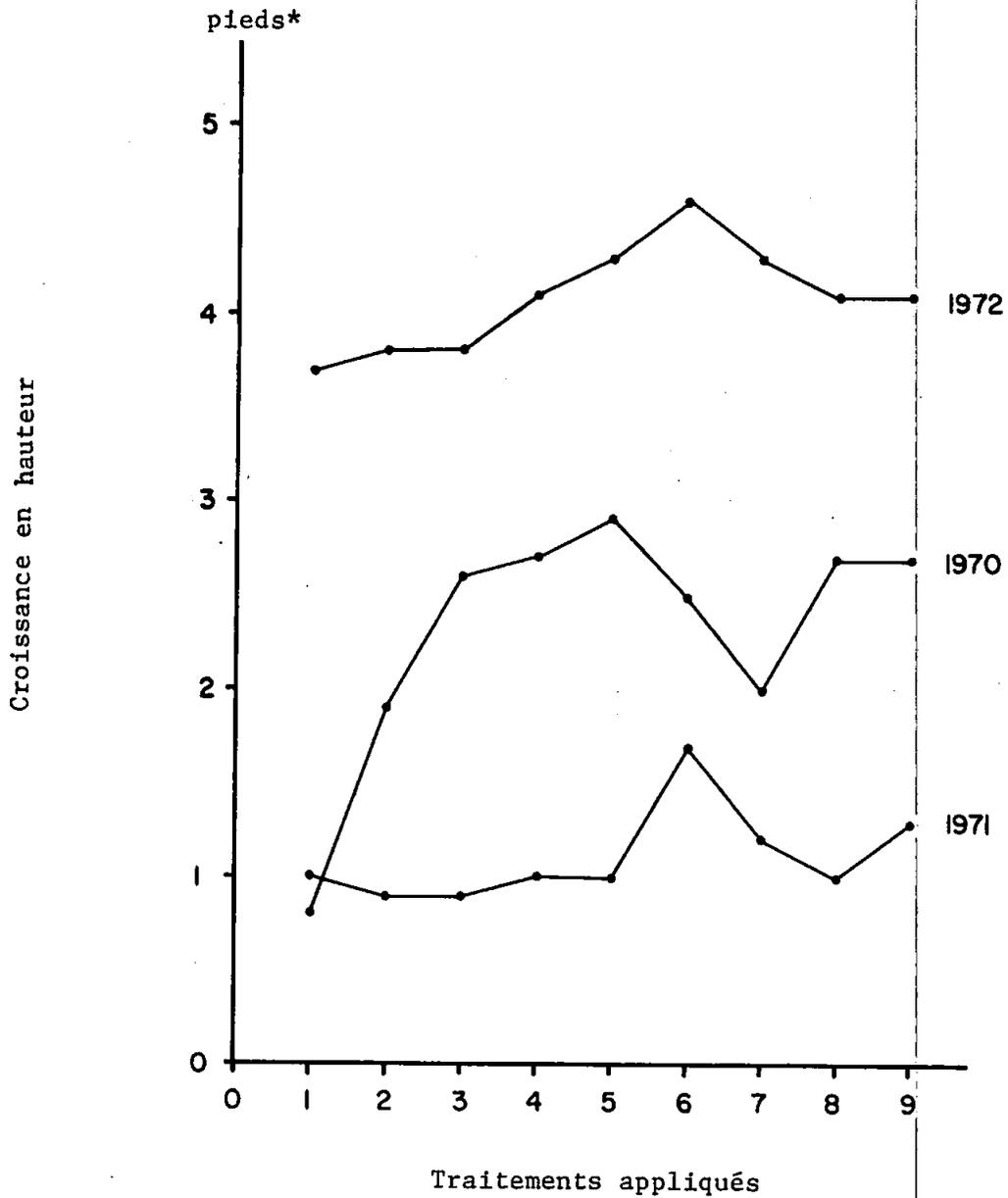
(1) Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes portant le même indice alphabétique.

1 pied = 0,305 m

1 pouce = 2,54 cm

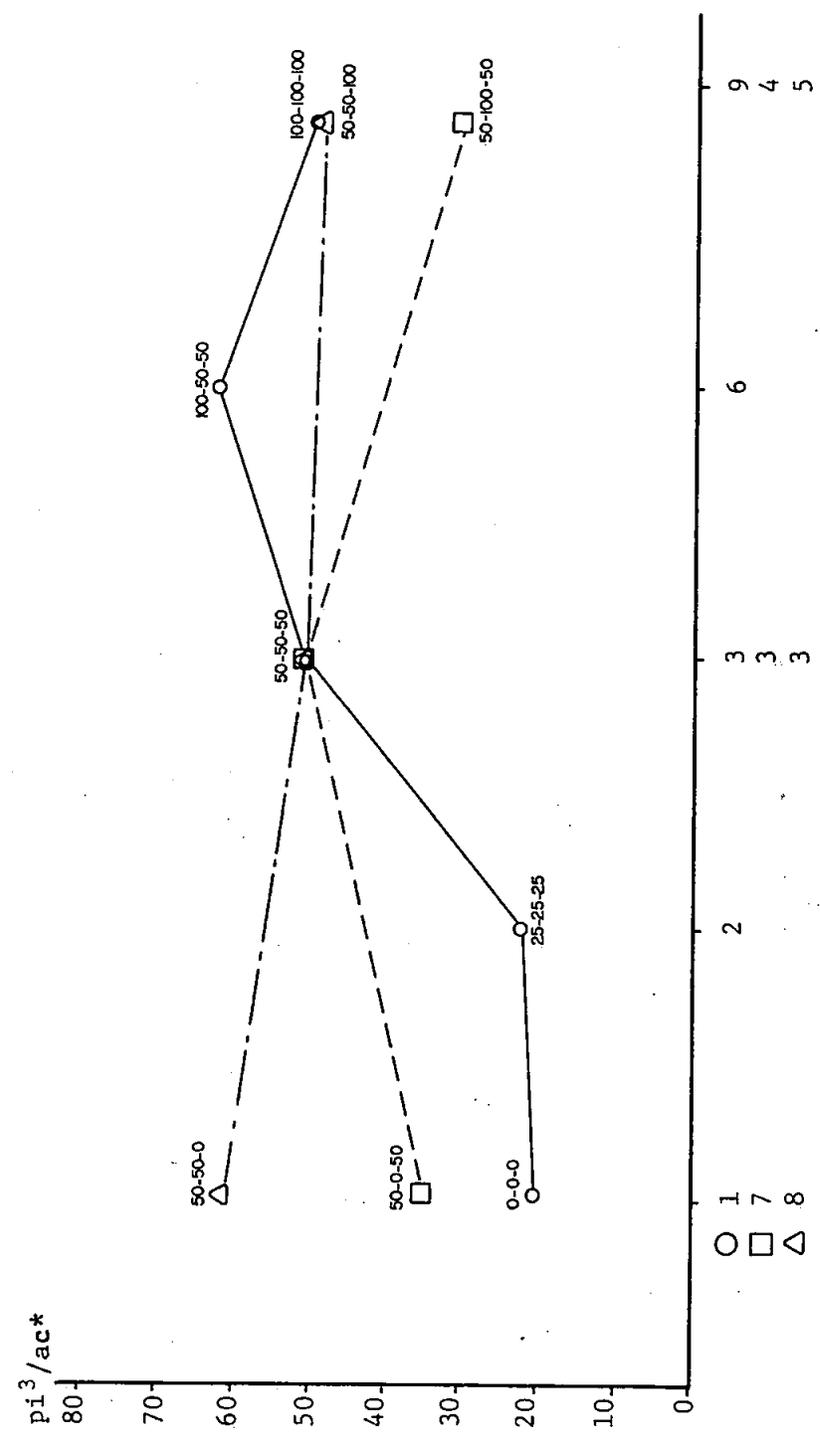
** Différence significative au seuil de 0,01

Figure 1: Représentation graphique des croissances annuelles de 1970, 1971 et 1972 du clone B-201-B montrant l'interaction entre les traitements et les années.



* 1 pied = 0,305 m

Figure 2: Représentation graphique des effets des divers traitements de fertilisation sur le volume total par acre (1972) pour le clone B-201-B



Traitements appliqués (la signification des numéros est donnée au tableau 3)
 * 1 pi³/ac = 0,069 m³/ha

- Traitements où P varie alors que N et K restent constants.
- △ Traitements où K varie alors que N et P restent constants.
- Autres traitements.

Tableau 6: Résultats de l'analyse de variance et du test de Tukey sur la croissance cumulée en hauteur de 1970, 1971 et 1972, sur le diamètre moyen et sur le volume total à l'acre en 1972.

Croissance cumulée en hauteur (pieds) 1970, 1971 et 1972		Diamètre moyen (pouce) 1972		Volume total à l'acre (pieds cubes)	
T	\bar{X}	T	\bar{X}	T	\bar{X}
1	5.58	1	1.16	1	21.3
2	6.78	2	1.39	2	23.1
7	7.50	4	1.48	4	30.4
3	7.79	7	1.56	7	35.2
4	7.83	9	1.83	9	47.4
8	7.86	5	1.87	5	49.2
5	8.21	3	1.88	3	51.8
9	8.32	8	1.98	8	61.8
6	8.90	6	2.05	6	62.6
F = 7.82**		F = 5.03**		F = 3.1*	

* : Indique une différence significative au seuil de 0.05

** : Indique une différence significative au seuil de 0.01

1 pied = 0,305 m

1 pouce = 2,54 cm

1 pied cube = 0,028 m³

Tableau 7 : Coût des engrais par acre de plantation.*

Traitement	N	P	K	Coût 1976
1	0	0	0	\$00.00
2	25	25	25	\$21.50
3	50	50	50	\$43.00
4	50	100	50	\$69.50
5	50	50	100	\$48.50
6	100	50	50	\$55.00
7	50	0	50	\$17.00
8	50	50	0	\$38.00
9	100	100	100	\$86.50
10	200	200	200	\$173.00

* Ces coûts ne comprennent que l'achat des engrais, les frais d'épandage et de transport ne sont pas compris. Ces coûts sont calculés à partir des prix suivants (1976) Urée: \$215/Tn; KCl: \$105/Tn; Triple super: \$205/Tn. A remarquer que les coûts présentés ici ne représentent que les coûts par acre de plantation pour une fertilisation par pied d'arbre tel qu'indiqué au tableau 3. Ces coûts seraient multipliés par 8 si les traitements étaient appliqués en plein.

1 acre = 0,404 ha

1 tn = 0,907 tonne

Tableau 8 : Résultats des analyses foliaires de 1970, 1971 et 1972 - Clone B-201-B *

Trait	Concentration en éléments												
	Azote en p. 100		Phosphore ppm		Potassium ppm		Calcium ppm		Magnésium ppm				
	1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971	
1	1.62	2.99	1750	1974	1811	11000	10300	12349	10250	8479	4989	3588	2487
2	1.68	2.85	1650	2347	2138	11400	11825	13750	6750	7244	5126	3035	2418
3	2.09	2.79	1650	2098	1932	10100	9250	12399	8000	8165	5967	3200	2522
4	1.91	2.77	1700	2438	1972	9300	11175	14299	5750	6941	6111	2700	2522
5	2.09	2.78	1925	2132	1811	11400	9975	13499	7250	8165	5967	2600	2286
6	2.21	2.75	1600	2098	1891	8000	9200	13399	8000	8479	5403	3200	2452
7	1.87	2.86	1350	2178	2181	12300	10275	14249	6750	8165	5264	2600	2418
8	1.57	2.87	1650	2223	1972	7200	8875	13799	8250	7862	5543	3850	2592
9	2.07	2.64	1500	2098	2055	12300	9975	14449	7500	7862	5683	3000	2452
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Les échantillons ont été prélevés du 10 au 15 septembre 1970, 1971 et 1972.

CHAPITRE III

RESULTATS POUR L'ENSEMBLE DES CLONES

3.1 PLAN D'EXPERIENCE UTILISE

Les essais sur de petites parcelles et sur un nombre restreint d'arbres (deux arbres par parcelle dans ce cas-ci) présentent le grand intérêt de pouvoir comparer de nombreux traitements sur une superficie restreinte. La rigueur de l'interprétation des résultats de l'expérience est assurée par un grand nombre de répétitions de chacun des traitements. Ce genre d'essai nécessite une très bonne reprise et des plants initialement comparables sur le plan dendrométrique. Par contre, ce type d'essai présente l'inconvénient de ne fournir des résultats variables que pendant quelques années (essais à court terme), car dans les sols sableux des terrasses alluviales, les racines de peuplier ont des croissances très rapides (de l'ordre de 3 à 5 pieds par année selon Pourtet (22) (1 à 1,5 m/an). Après 3 ou 4 ans (selon l'espacement entre les plans), les racines d'arbres ayant reçu des traitements différents se rejoignent. Il y a donc après quelques années une contamination

entre les traitements, ce que l'on constate dans notre cas à la troisième année. Ces études permettent toutefois un dégrossissage ayant de passer aux essais classiques avec des parcelles plus grandes et plus coûteuses mais dans lesquelles seul un petit nombre de traitements peuvent être comparés sur une période plus longue.

Il est à remarquer que la contamination entre les traitements empêche de poursuivre la présente étude au delà de 3 ans. Mais les meilleurs traitements ont permis aux plants de croître plus vite en hauteur et en diamètre et ils ont favorisé le développement d'une cime et d'un système racinaire plus important. L'impulsion initiale (sur 2 ou 3 ans) à la croissance des plants nous apparaît donc très intéressante, particulièrement lorsque les facteurs climatiques (le gel par exemple) ne limitent pas les effets des engrais.

3.2 DEGATS PAR LE GEL

Les clones utilisés pour cette étude se sont montrés sensibles au gel dans les conditions rencontrées au populetum de Matane. Il faut préciser que ce dispositif expérimental a été établi dans un creux de gel. L'appendice B montre, par exemple, que les températures minimales absolues pour les mois de mai à septembre 1971 étaient toutes sous le point de congélation et que lorsqu'on plante les mêmes clones sur les plateaux environnants, les dégâts de gel sont beaucoup moins importants. Dans l'ensemble, trois clones ont été particulièrement sensibles au gel: ce sont les clones B-203-B, B-204-B et B-207-B. Le tableau 10 montre en effet que le gel a eu un effet plus marqué sur la croissance de ces clones que sur celle des trois

autres. Le gel a aussi un effet sur le taux de mortalité comme l'indique le tableau 9 où le taux de mortalité pour les deux clones sensibles au gel est anormalement élevé. De légers dégâts de gel sur les pousses (parties de la pousse gelées et noircies) ont aussi été notés lors de remesurages annuels de 1971 et de 1972. L'examen des résultats de croissance en hauteur, pour les plants témoins de chaque clone, montre qu'il y a eu gel d'une partie de la pousse tous les ans et sur tous les clones.

Les engrais semblent d'ailleurs augmenter la sensibilité des clones au gel bien qu'il n'existe pas de relation précise entre les dégâts observés et les traitements appliqués. Il est possible que la fertilisation, en activant la croissance, retarde l'aoûtement et ainsi la lignification des tiges, du moins pour certains clones.

Même avec des clones plus rustiques, il serait préférable d'appliquer des doses moyennes d'engrais (de l'ordre de 50 livres par acre (56 kg/ha) par exemple). Compte tenu de la courte saison de végétation, les résultats montrent bien que ces clones ne devraient plus être plantés dans la partie inférieure du populetum de Matane, sauf peut-être le clone B-201-B. Les autres ne sont pas adaptés aux conditions rencontrées ici.

3.3 EFFETS DES ENGRAIS SUR LA CROISSANCE

Les tableaux 10 et 11 présentent un sommaire des résultats des observations faites en 1971 et 1972 sur tous les clones.

Tableau 9 : Classification des clones en fonction de leur sensibilité au gel et taux de mortalité

Clone	Degre de sensibilité au gel	Evaluation des dommages moyens	Taux de mortalité (p. 100)
B-201-B	légèrement sensible	1-2	3
B-202-B	assez sensible	2-2	2
B-203-B	sensible	3-2	19
B-204-B*	très sensible	5-2	4
B-207-B	sensible	3-3	26
B-208-B	assez sensible	2-2	8

* Depuis 1972 ce clone subit chaque année des dégâts importants sur la tige.

Tableau 10: Résultats des mesures dendrométriques de 1971 et de 1972 par clone, pour le témoin et pour l'ensemble des traitements de fertilisation.

Clones	Trait.	Croissance en hauteur (pieds) 1971	Croissance en hauteur (pieds) 1972	Hauteur moyenne (pieds) 1971	Hauteur moyenne (pieds) 1972	Diamètre (pouces) 1971	Diamètre (pouces) 1972	Volume total à l'acre (pieds cubes) 1972
B-201-B	Témoins	1.0	3.7	5.2	8.3	0.49	1.16	21
	autres	1.1	4.1	6.8	10.9	0.82	1.75	45
B-202-B	autres	1.2	2.3	4.9	7.0	0.40	0.88	10
	autres	1.5	2.8	5.8	8.2	0.63	1.19	19
B-208-B	autres	0.8	2.9	3.3	6.1	0.26	0.68	5
	autres	1.3	3.1	5.0	8.0	0.56	1.26	20
*B-203-B	autres	0.5	2.4	3.0	4.9	0.19	0.40	2
	autres	1.3	2.7	3.9	6.4	0.31	0.78	8
*B-204-B	autres	2.4	4.3	4.6	6.5	0.36	0.48	3
	autres	2.6	4.4	4.6	7.0	0.34	0.54	4
*B-207-B	autres	0.7	2.6	3.6	6.1	0.29	0.62	5
	autres	1.6	3.3	4.3	7.5	0.42	0.95	12

Les clones B-202-B et B-203-B sont des hybrides euraméricains alors que les autres clones sont des hybrides de baumiers.

Autres: Moyenne pour l'ensemble des traitements de fertilisation.

*Clones les plus affectés par le gel.

1 pied = 0,304 m

1 pouce = 2,54 cm

Tableau 11: Volume total à l'acre, par traitement et par clone*, trois ans après la fertilisation

No	Traitement			Volume total à l'acre par clone (pi ³)**				M.T.	
	N	P	K	B-201-B	B-208-B	B-202-B	B-203-B		B-207-B
1	0	0	0	21	5	10	2	5	9
2	25	25	25	23	12	24	4	6	14
3	50	50	50	52	24	16	6	13	22
4	50	100	50	30	21	17	7	10	17
5	50	50	100	49	16	11	9	10	19
6	100	50	50	63	26	19	14	10	26
7	50	0	50	35	21	12	7	13	18
8	50	50	0	62	19	21	4	11	23
9	100	100	100	47	20	30	13	10	24
10	200	200	200	-	-	22	9	23	18
M.F. 1				45	20	19	8	12	20
M.F. 2				28				10	

M.F. 1 : Moyenne de tous les traitements de fertilisation

M.F. 2 : Moyenne de tous les traitements de fertilisation pour les clones moins sensibles au gel et pour les plus sensibles

M.T. : Moyenne pour chaque traitement

* Le clone B-204-B n'a pas été inclus à cause des dégâts trop importants occasionnés par le gel des pousses.

** 1 pi³/ac = 0,069 m³/ha

Le clone B-201-B est le plus productif des six clones utilisés avec un volume total par acre d'au moins deux fois supérieur à celui de chacun des autres clones. Cette constatation, qui s'applique pour le témoin et la moyenne des traitements de fertilisation, laisse entrevoir que la fertilisation n'accentue pas les différences clonales et qu'il est important de bien sélectionner les clones avant de pratiquer une populi-culture intensive.

Tous les traitements de fertilisation ont eu un effet sur la croissance en hauteur et en diamètre des plants (tableau 10) et donc, sur le volume total (tableaux 10 et 11) peu importe le clone. Les clones B-201-B et B-208-B, qui sont deux hybrides baumiers, répondent presque similairement aux traitements de fertilisation, le meilleur traitement pour ces deux clones étant le 100-50-50. Le clone B-207-B, qui est aussi un hybride de baumier mais plus sensible au gel, n'a pas répondu de la même façon et on ne peut pas définir avec précision le meilleur traitement pour ce clone. Les clones B-202-B et B-203-B, qui sont deux clones euraméricains, ont un comportement similaire par rapport aux traitements de fertilisation. Ils paraissent mieux répondre aux fortes doses (100-100-100) que les hybrides baumiers.

Le volume total moyen des clones pour chaque traitement fait ressortir que le meilleur traitement est 100-50-50, suivi de près par les traitements 100-100-100 et 50-50-0. Sur le plan économique, le traitement le plus intéressant est le 50-50-0 pour les hybrides baumiers (B-201-B, B-208-B et B-207-B), donnant un volume total au moins deux fois supérieur au témoin, tandis qu'un traitement général pour les hybrides euraméricains B-202-B et B-203-B ne peut être défini.

Compte tenu des résultats obtenus, de la sensibilité des clones au gel lié à une courte saison de végétation et du coût des engrais, les traitements à doses moyennes sont plus avantageux que les traitements à doses fortes. Il est donc préférable d'appliquer des doses de l'ordre de 50 livres par acre (56 kg/ha) pour un épandage par pied d'arbre (436 tiges/acre) et de répéter ces doses lorsque l'on constate une diminution de l'effet des fertilisants. Selon Barnéoud (4), la refertilisation devrait s'effectuer tous les quatre ans: cet auteur suggère une dose minimale de l'ordre de 70, 60 et 60 livres par acre (78, 67, 67, kg/ha) de N, P et K en culture intensive sur le 'I-214' en France.

Certains auteurs (3, 5, 17, 18) conseillent d'ailleurs une fertilisation N-P-K pour le peuplier en culture intensive: par contre, d'autres auteurs (6, 7, 11) insistent surtout sur l'effet de l'azote sur la croissance du peuplier.

3.4 EFFETS DES ENGRAIS SUR LA CONCENTRATION EN ELEMENTS DES FEUILLES

Les effets des traitements sur la concentration des éléments dans les feuilles sont sensiblement les mêmes pour tous les clones utilisés dans cette étude (tableau 12). En général, les traitements influencent la concentration en éléments dans les feuilles surtout la première année après la fertilisation et il existe des interactions entre les éléments. Par exemple, en 1970, la teneur en N des feuilles était plus élevée pour les doses d'azote les plus fortes. L'addition d'azote influençait, en même temps, les teneurs en P et en K des feuilles et vice-versa. Il existe aussi des variations annuelles dans les teneurs en éléments (tableau 12).

Tableau 12: Résultats de l'analyse foliaire de 1970 et de 1971 par clone pour le traitement témoin et pour l'ensemble des traitements de fertilisation.

Clone	Trait.	Concentration en éléments (p. 100)									
		Azote		Phosphore		Potassium		Calcium		Magnésium	
		1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971	1970	1971
B-201-B	Témoins	1.62	2.99	0.17	0.20	1.10	1.03	1.02	0.85	0.36	0.36
	autres	1.94	2.79	0.16	0.22	1.02	1.01	0.73	0.79	0.30	0.32
B-204-B	Témoins	1.32	2.62	0.19	0.21	1.05	1.13	1.17	0.79	0.29	0.24
	autres	2.28	2.53	0.16	0.22	1.02	1.32	0.96	0.75	0.27	0.24
B-207-B	Témoins	1.22	2.50	0.15	0.18	1.64	1.42	1.17	0.85	0.36	0.28
	autres	1.69	2.70	0.16	0.27	1.52	1.57	0.95	0.89	0.25	0.24
B-208-B	Témoins	1.13	2.62	0.16	0.23	1.24	1.07	1.27	1.13	0.30	0.30
	autres	1.95	2.46	0.16	0.24	0.88	1.05	1.17	1.13	0.33	0.31
*B-202-B	Témoins	2.28	3.67	0.17	0.23	1.32	1.69	0.95	0.88	0.21	0.18
	autres	2.53	3.43	0.19	0.26	1.38	1.59	1.01	1.06	0.24	0.22
*B-203-B	Témoins	1.43	2.99	0.19	0.23	1.39	0.98	1.45	1.17	0.41	0.32
	autres	2.09	2.90	0.18	0.31	1.11	1.31	1.04	1.02	0.28	0.27

* Clones hybrides euraméricains.

Les teneurs en N, P et K ont augmenté de 1970 à 1971, alors que les teneurs en Mg et Ca diminuaient durant cette période. Ces variations annuelles peuvent être causées en partie par des changements dans les conditions climatiques. On observe enfin que les concentrations foliaires des clones hybrides de baumiers (B-201-B, B-204-B, B-207-B et B-208-B) sont, en général, inférieures à celles des clones hybrides euraméricains (B-202-B et B-203-B) (tableau 12). Cette variation entre les clones laisse croire que les clones hybrides de baumiers sont moins exigeants que les clones hybrides euraméricains. On ne peut toutefois tirer de conclusions pertinentes de ces observations en raison du changement important dans la taille des feuilles induit par la fertilisation.

CONCLUSION

La culture intensive du peuplier peut donner de très bon résultats de croissance. Toutefois, le choix des clones à utiliser et des terrains à reboiser est particulièrement important comme le montrent les résultats de cet essai.

Tous les clones utilisés pour cette étude se sont montrés sensibles au gel dans les conditions de creux de gel rencontrées au populetum de Matane. Le gel a d'ailleurs eu un effet marqué sur la croissance et le taux de mortalité des clones les moins résistants (B-202-B, B-204-B et B-207-B), réduisant ainsi les effets des traitements de fertilisation sur ces clones. Les engrais semblent augmenter la sensibilité des clones au gel et cet effet des engrais est plus marqué en général sur les clones les plus sensibles.

L'application d'engrais stimule fortement la croissance en hauteur et en diamètre des peupliers. Il est préférable d'appliquer par pied d'arbre des doses de 50 livres par acre (*56 kg/ha*) de N et de P et de 25 livres par acre (*28 kg/ha*) de K appliquées sur 436 tiges. Ce traitement correspond environ à une livre (*0,45 kg*) par plant d'un engrais de formule 10-25-5, l'addition de K n'ayant pour but que d'é-

quilibrer la formule. La fertilisation pourrait être répétée après quelques années lorsqu'on constatera un ralentissement de la croissance.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- AMIOT, L.-F. et B. BERNIER, 1961. *Méthodes d'analyse chimique usuelle des sols et des tissus végétaux*. Les Presses de l'université Laval, 118 p.
- 2- BARNEOUD, C. et P. BONDUELLE, 1970. *Résultats d'essais de fertilisation du peuplier 'I 214' en France*. AFOCEL. Rapport annuel 1970, p. 135-189.
- 3- BARNEOUD, C., 1974. *La Fertilisation en populiculture. Rentabilité. Incidence de l'augmentation des engrais*. AFOCEL. Rapport annuel 1974, p. 93-109.
- 4- BAULE, H. et C. FRICKER, 1969. *La Fertilisation des arbres forestiers*. BLV Verlagsgesellschaft. m.b.h., Munich, 255 p.
- 5- BLACKMON, B.G. et W.M. BROADFOOT, 1970. *Fertilizer improves poplar growth*. Miss. Farm. Res. 33 (11): 7.
- 6- BLACKMON, B.G. et E.H. WHITE, 1972. *Nitrogen fertilization increases cottonwood growth on old-field soil*. U.S.D.A. For. Serv. Res. Note SO-132.
- 7- CANADA, MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1972. *Classification canadienne des sols*. Canada, Min. Agric. Ottawa, Information Canada. 270 p.
- 8- CHARDENON, J., 1957. *L'Emploi des fertilisants en populiculture: Essais d'engrais*. Congrès Int. du peuplier, VI^e, Paris, Actes, p. 312-318. F.A.O./C.I.P./91.
- 9- CHARDENON, J. et G. VALLEE, 1972. *Populiculture dans les comtés de l'Islet à Rimouski*. Québec, M.T.F., Serv. Rech., et Paris, Soc. Int. de Coopération pour les Réalisations Economiques et Sociales (S.I.C.O.R.E.S.). 62 p.

- 10- CURLIN, J.W., 1967. *Clonal differences in yield response of Populus deltoides to nitrogen fertilization.* Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 276-280.
- 11- ELLIS, R.C., 1973. *Fertilization of adult hardwood (in Ontario).* In Forest Fertilization, Symp. Proc., p. 174-183. U.S.D.A. For. Serv. Tech. Rep. NE-3.
- 12- FARMER, R.E. et J.S. MCKNIGHT, 1967. *Populus. A bibliography of world literature, 1854-1963.* U.S.D.A. For. Serv. Res. Pop. SO-27, 132 p.
- 13- GARBAYE, J. et P.H. LEROY, 1974. *Fertilisation, Désherbage chimique et Travail du sol dans une plantation de 'I 214'.* Rev. For. Franç., 26 (2): 139-145.
- 14- KEAYS, J.L., 1972. *The resource and its potential in North America.* In Aspen: Symp. Proc., p. 4-10. U.S.D.A. For. Serv. Tech. Rep. NC-1.
- 15- KIRK, R.E., 1968. *Experimental Design: Procedures for the behavioral sciences.* California, Brooks/Cole, 577 p.
- 16- LEROY, G., 1973. *Pour les propriétaires planteurs de peupliers.* For. Priv. Franç., n° 94, 20 p.
- 17- LEROY, P.H., 1969. *La fertilisation du peuplier.* Rev. For. Franç. 21 (3): 163-182.
- 18- LEROY, P.H., 1969. *Résultats précoces d'essais de fertilisation du peuplier sur sols à gley dans la Meuse.* Ann. Sci. For. 26 (3): 301-319.
- 19- MAINI, J.S., 1968. *Silvics and ecology of Populus in Canada.* In Growth and utilisation of poplars in Canada, p. 20-70. Can. Dep. For. Rur. Dev. Publ. No 1205.
- 20- PERALA, D.A., 1971. *Aspen successfully regenerated after killing residual vegetation with herbicides.* U.S.D.A. For. Serv. Res. Note NC-106, 2 p.
- 21- ROWE, J.S., 1959. *A Forest classification for Canada.* Can. Dep. of Northern Aff. and Nat. Res., For. Branch, For. Res. Div. Bull. 123, 71 p.
- 22- POURTET, J., 1969. *Progrès en populiculture.* Rev. For. Franç., 21 (No spécial: Sylviculture): 485-488.
- 23- VALLEE, G. et al., 1971. *La Populiculture au Québec: I Amélioration des peupliers. II Développement de la populiculture.* Québec, M.T.F., Cons. Rech. Dev. For., Comité Rech. Comité Rech. Gen. For., Rapport n° 1, 56 p.

- 24- VALLEE, G., et al., 1972. *Recherche et Développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec*. Québec, M.T.F. Serv. Rech. Mém. n° 8, 115 p.
- 25- VALLEE, G., et al., 1973. *Rétrospective sur les recherches et le développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec*. Québec, M.T.F. Serv. Rech. Rapport interne n° 112, 39 p.
- 26- VILLENEUVE, G.-O., 1967. *Sommaire climatique du Québec*. Québec, Min. Rich. Nat., Serv. de Météorologie. 168 p.
- 27- WHITE, E.H. et M.C. CARTER, 1970. *Relationships between foliage nutrient levels and growth of young natural stands of Populus deltoides Bartr.* In Proc. North America For. Soils Conf., North Carolina Sta. Univ., p. 283-295.

}

APPENDICE A

DESCRIPTION D'UN PROFIL DE SOL ET RESULTATS DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL

DESCRIPTION DU PROFIL DE SOL ECHANTILLONNE

Les échantillons ont été prélevés sur une terrasse alluviale ayant une dénivellation de 10 à 12 pieds (3 à 3,6 m) avec la rivière Matane. L'échantillonnage a été effectué en juin 1969 après que le sol fut débarrassé de toute végétation et qu'une herse à disque eut mélangé les horizons L, F, H, Ae et une partie du Bfh. Ce sol appartient au sous-groupe des podzols humo-ferriques orthiques (Classification canadienne des sols, 1972).

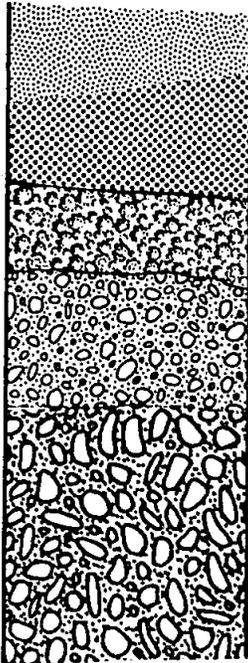
Le profil de sol est décrit sommairement à la figure 3 et les principales caractéristiques concernant chacun des horizons y sont inscrites.

RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES ET MECANIQUES

Les résultats des analyses des échantillons de sol sont consignés au tableau 13.

Figure 3: Description sommaire du profil de sol.

Horizon et épaisseur:



L-F-H-Ae/BFh: 3 à 4 po; Texture argilo-limoneuse.

BF: 4 à 12 po; horizon jaune brun texture limoneuse.

C₁: 12 à 17 po; sable moyen de plage avec lamelle de limon.

C₂: 17 à 30 po; sable grossier avec lamelle de limon à tous les 4 à 6 po.

C₃: 30 po et plus; cailloux de rivière, gravier et sable grossier.

* La profondeur de l'enracinement est d'environ 15 pouces (38 cm).

Le pH sur le terrain est de 3,5.

Tableau 13. Résultats des analyses physico-chimiques du sol

Horizon	N p.100	M.O. p.100	Carbone p.100	C/N	pH (eau)	Phos. Disp. p.p.m.	Cations échangeables m. é./100 g de sol						Total des cations	Hydro- gène Ech.	C.E.C.	p.100 Saturation en bases
							Fe ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺	Mn ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺				
L-F-H- Ae-Bfh	0.30	7.00	4.06	13.53	4.90	73	0.11	2.01	0.23	0.47	0.50	7.81	11.13	10.03	21.16	0.52
Bf-C	0.11	1.91	1.11	10.09	5.15	21	0.05	0.84	tra- ces	0.14	0.40	6.13	7.56	9.21	16.77	0.45
C1	0.04	0.47	0.27	6.75	4.90	17	0.10	0.69	tra- ces	0.12	0.30	2.38	3.59	1.92	5.51	0.65
C2	0.04	0.59	0.34	8.50	5.30	10	0.05	0.87	tra- ces	0.15	0.49	3.13	4.69	1.14	5.83	0.80

Les analyses mécaniques effectuées sur ce sol révèlent que la texture est un loam sableux.

APPENDICE B

BREF APERCU DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES DE LA REGION

Les données météorologiques consignées aux tableaux 14 et 15 proviennent de la station météorologique du dépôt John. Le dépôt John est situé tout près du populetum de Matane mais, depuis novembre 1971, cette station est fermée.

Le tableau 15 montre que les températures minimums absolues pour la période de mai à septembre 1971 sont toutes sous le point de congélation. Ce sont d'ailleurs les risques de gel en saison de végétation qui semblent être le facteur météorologique le plus défavorable à la croissance des peupliers.

Tableau 14: Température moyenne et précipitation. Station météorologique du dépôt John

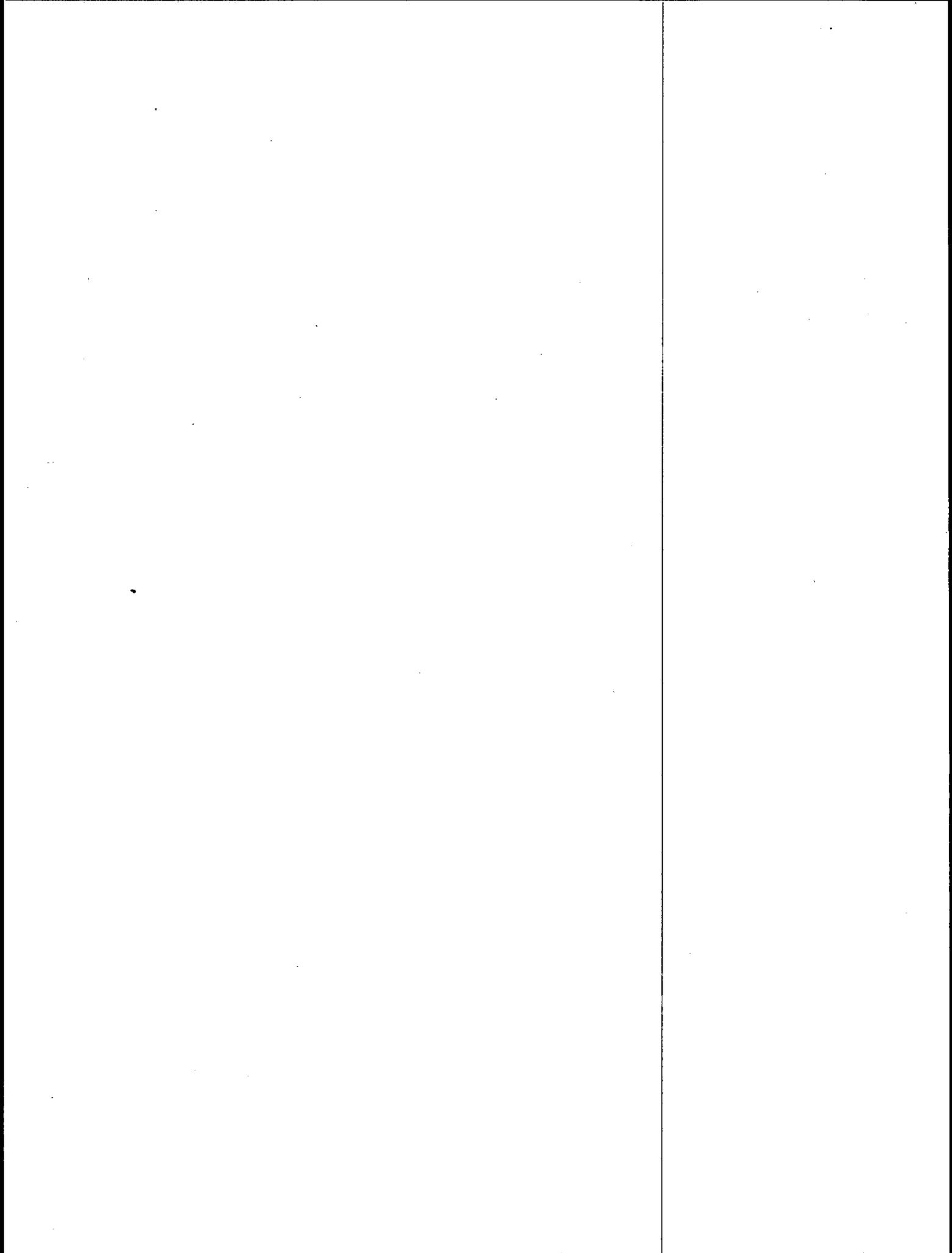
Moyenne	Température moyenne		Maximum absolu		Minimum absolu		Précipitation	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C	po	cm
Annuelle*	35.0	2	90	32	-44	-42	36.67	98.22
Saisonnrière**	58.9	15	100	38	22	6	11.56	29.34

* Moyenne annuelle calculée à partir des données de 1962 à 1967 (5 ans)

** Moyenne saisonnière calculée à partir de 1958 à 1972 (10 ans) pour les mois de juin, juillet et août

Tableau 15: Température moyenne et précipitation pour la période de mai à septembre 1971. Station météorologique du dépôt John

Mois	Température						Précipitation	
	Moyenne du mois		Maximum absolu		Minimum absolu		po	cm
	°F	°C	°F	°C	°F	°C		
Mai	49.0	9	81	27	25	-4	1.7	4.32
Juin	54.5	13	90	32	28	-2	0.62	1.52
Juillet	61.2	16	87	31	29	-2	2.62	6.86
Août	57.4	14	87	31	30	-1	6.70	17.02
Septembre	51.8	11	82	28	17	-8	4.40	11.18





Éditeur officiel du Québec
Imprimé au Québec