



Mémoire n° 68

COMPOSITION MINÉRALE DU FEUILLAGE DE DEUX GROUPES DE PEUPELEMENTS DE PIN GRIS SELON LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE, L'ÂGE DES ARBRES ET LA QUALITÉ DE STATION, ET RELATIONS AVEC QUELQUES INDICES DE CROISSANCE

par Gilles Sheedy



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 recherches en fertilité et fertilisation des forêts. L'université Laval lui a décerné en 1976 le diplôme de Maître ès sciences forestières.

COUVERTURE

1	2
3	4

- 1- Profil de sol typique des peuplements de pin gris; podzol humo-ferrique orthique
 - 2- Peuplement de pin gris avec quelques épinettes noires, site de classe II
 - 3- Peuplement de pin gris avec bouleaux à papier et épinettes noires, site de classe I
 - 4- Peuplement de pin gris avec épinettes noires, site de classe III
- (photos Gilles Sheedy)

COMPOSITION MINÉRALE DU FEUILLAGE
DE DEUX GROUPES DE PEUPLEMENTS DE PIN GRIS
SELON LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE,
L'ÂGE DES ARBRES ET LA QUALITÉ DE STATION,
ET RELATIONS AVEC QUELQUES INDICES DE CROISSANCE

par

GILLES SHEEDY

MÉMOIRE N° 68

SERVICE DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES

1980

Ce mémoire constitue un rapport partiel du projet de recherche TS 67-1

ISBN 2-550-01521-5

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

REMERCIEMENTS

C'est monsieur Laurent Marois qui a entrepris ce projet en 1967 et tout le travail de terrain (établissement des placettes, échantillonnage et mesurage des arbres, etc.), de même qu'une partie des travaux de laboratoire et des compilations, ont été effectués sous sa responsabilité. Nous le remercions sincèrement de nous avoir confié les dossiers de ce projet.

Nous remercions également tous ceux qui ont participé au mesurage, à l'échantillonnage, aux analyses chimiques des échantillons, aux compilations des résultats et aux analyses statistiques, de même que ceux qui ont bien voulu lire le manuscrit et participer à la correction ainsi que ceux qui ont dactylographié le texte.

RÉSUMÉ

Cette étude montre qu'il existe des variations significatives dans les concentrations en N, P, K et Ca des aiguilles de pin gris selon que les échantillons sont prélevés dans une région plutôt qu'une autre et selon l'âge des arbres, l'âge des aiguilles et la qualité de station. Les variations les plus fortes ont été observées avec l'azote alors que les plus faibles l'ont été avec le magnésium. Dans l'ensemble, les variations dans les concentrations en éléments s'atténuent légèrement avec l'âge des arbres mais restent significatives.

En général, les teneurs en azote et en phosphore des aiguilles dans ces peuplements sont faibles et il existe de nombreuses relations positives et très significatives entre les concentrations en N, P, K, Ca et Mg des aiguilles et les données de croissance des arbres et entre les concentrations en N et K et les concentrations en P, Ca et Mg des aiguilles; ce sont les aiguilles d'un an qui sont les plus fortement reliées aux données de croissance. Ces résultats nous laissent croire qu'une fertilisation en azote, auquel serait ajouté ou non du phosphore ou du potassium ou les deux, aurait des effets très positifs sur la croissance des arbres et sur la teneur en

éléments des aiguilles. Le traitement que l'on suggère correspond à 400 kg/ha d'urée avec ou sans 200 kg/ha de muriate de potassium et 500 kg/ha de triple superphosphate; l'addition de ces deux derniers engrais augmenterait cependant les coûts du traitement et n'aurait pas autant d'impact sur la croissance des arbres que l'urée devrait en avoir. Il semble aussi qu'on ne devrait fertiliser au départ que les peuplements âgés de moins de 60 ans, les autres peuplements étant moins susceptibles de réagir significativement à la fertilisation.

ABSTRACT

This study shows that there are significant variations in N, P, K and Ca concentrations in jack pine needles depending on whether samples are drawn from one region or another, and depending on tree age, needle age, and site quality. The widest variations were observed with nitrogen, and the smallest with magnesium. Overall, variations in element concentrations diminish slightly with tree ageing but remain significant.

In general, nitrogen and phosphorus contents in the needles from these stands are low and there are many positive and very significant relations between needle N, P, K, Ca and Mg concentrations and tree growth data, and between N and K concentrations and P, Ca and Mg concentrations in the needles; one-year-old needles are the most strongly related to growth data. These results lead us to believe that a nitrogen fertilization, with or without added phosphorus or potassium or both, would have very positive effects on tree growth and on element contents of the needles. Suggested treatment is equivalent to 400 kg/ha of urea with or without 200 kg/ha of potassium muriate and 500 kg/ha of triple superphosphate; but adding these two elements would increase

treatment costs and would not have as much impact on tree growth as urea would. It seems that, in the beginning, only the stands under 60 years of age should be fertilized, the other stands being less likely to react significantly.

TABLE DES MATIÈRES

	page
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	vii
TABLE DES MATIÈRES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I - MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
1.1 Localisation et description sommaire des peuplements	3
1.2 Mesures dendrométriques	4
1.3 Méthodes analytiques	6
1.4 Traitements statistiques	6
CHAPITRE II - RÉSULTATS	7
2.1 Variations dans les concentrations en éléments selon les deux régions étudiées: Mauricie et Lac-Saint-Jean	8
2.2 Variations selon l'âge des peuplements	8
2.3 Variations selon l'âge des aiguilles	9
2.4 Variations selon la qualité de station	10
2.5 Relations entre la teneur en éléments des aiguilles et la croissance des arbres	11

	page
· CHAPITRE III - DISCUSSION ET CONCLUSION	29
BIBLIOGRAPHIE	35

LISTE DES TABLEAUX

		page
Tableau 1	Quelques caractéristiques des stations et arbres étudiés	5
Tableau 2	Concentrations en N, P, K, Mg et Ca dans les aiguilles de 1 an de 57 peuplements de pin gris selon l'âge, la qualité de station et la localisation des peuplements et valeur de \bar{F} dans les analyses de variance entre les divers groupes de peuplements	14
Tableau 3	Concentrations en N, P, K, Mg et Ca dans les aiguilles de 2 ans de 57 peuplements de pin gris selon l'âge; la qualité de station et la localisation des peuplements et valeur de \bar{F} dans les analyses de variances entre les divers groupes de peuplements	15
Tableau 4	Concentrations en N, P, K, Mg et Ca dans les aiguilles de 3 ans de 57 peuplements de pin gris selon l'âge, la qualité de station et la localisation des peuplements et valeurs de \bar{F} dans les analyses de variance entre les divers groupes de peuplements	16
Tableau 5	Résultats des comparaisons effectuées entre les concentrations en N, P et K des aiguilles de 1 an des divers groupes de peuplements étudiés	17
Tableau 6	Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans de la Mauricie	19

	page	
Tableau 7	Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans du Lac-Saint-Jean	19
Tableau 8	Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans de la Mauricie	20
Tableau 9	Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 30 ans de la Mauricie	20
Tableau 10	Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans du Lac-Saint-Jean	21
Tableau 11	Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 30 ans du Lac-Saint-Jean	21
Tableau 12	Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 50 ans du Lac-Saint-Jean	22
Tableau 13	Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 50 ans du Lac-Saint-Jean	22
Tableau 14	Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 50 ans du Lac-Saint-Jean	23
Tableau 15	Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 60 ans des deux régions	23
Tableau 16	Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 60 ans des deux régions	24

	page	
Tableau 17	Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 60 ans des deux régions	24
Tableau 18	Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans de la Mauricie	25
Tableau 19	Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans du Lac-Saint-Jean	25
Tableau 20	Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans de la Mauricie	26
Tableau 21	Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 90 ans de la Mauricie	26
Tableau 22	Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans du Lac-Saint-Jean	27
Tableau 23	Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 90 ans du Lac-Saint-Jean	27

INTRODUCTION

Cette étude est la suite d'un travail qui a déjà fait l'objet d'une publication (Sheedy 1978); une partie des données présentées alors ont été réutilisées ici. Le but de ce travail est d'étudier les variations dans les concentrations en éléments dans les régions de la Mauricie et du Lac-Saint-Jean, selon la situation géographique des peuplements, l'âge des arbres, l'âge des aiguilles et la qualité des stations. On veut aussi déterminer les relations qui existent entre la teneur en éléments des aiguilles et la croissance des arbres. Les résultats de cette étude peuvent nous renseigner sur les conditions de fertilité de cette essence, sur les effets possibles d'une fertilisation de ces peuplements et sur les éléments à appliquer pour favoriser leur croissance.

Dans l'optique d'un aménagement intensif des peuplements forestiers situés près des centres d'utilisation pour réduire les déficits ligneux, il sera de plus en plus intéressant de fertiliser les peuplements susceptibles de réagir favorablement à l'application d'engrais par une meilleure croissance et une plus grande vitalité.

CHAPITRE I

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1 LOCALISATION ET DESCRIPTION SOMMAIRE DES PEUPEMENTS

L'étude a porté sur 57 placettes d'une superficie de 0,08 ha qui sont établies dans des peuplements de pin gris des régions de la Mauricie et du Lac-Saint-Jean; ces peuplements appartiennent aux classes d'âge de 30, 50, 60 et 90 ans sur des stations de qualité I, II et III (Plonski, 1960).

Les 27 placettes d'étude établies dans la Mauricie sont localisées à quelque 80 km à l'ouest de Mattawin dans les districts électoraux de Maskinongé et de Laviolette. Ces peuplements sont situés à la limite sud-est de la région de la forêt Boréale, section B-7 Missinaïbi-Cabonga (Rowe, 1972).

Les autres placettes sont établies dans la région du Lac-Saint-Jean à environ 30 km au nord-ouest de Roberval, dans le district électoral du même nom. Ces peuplements font partie de la région

forestière des Grands-Lacs-et-du-Saint-Laurent, section L-7 Saguenay (Rowe, 1972). Ils sont situés à quelque 175 km au nord-est des peuplements de la Mauricie.

La température moyenne annuelle de ces régions est de 1,7°C et celles des mois de janvier et de juillet sont respectivement de -16,4°C et de 18,3°C. La période sans gel varie de 100 à 120 jours par an. La précipitation moyenne annuelle est légèrement inférieure dans la région du Lac-Saint-Jean (813 mm) par rapport à celle de la Mauricie (864 mm) (Ferland et Gagnon, 1967).

Les peuplements étudiés occupent des plaines d'épandage fluvio-glaciaire à topographie légèrement ondulée. Le sol est de texture sableuse et est recouvert d'un humus brut acide sous lequel s'est développé un podzol humo-ferrique orthique. Le drainage y est de modéré à bon. La plupart de ces peuplements succèdent au feu. En général, ils se composent principalement de pins gris associés avec un peu de bouleau à papier, d'épinettes noires, de trembles et de sapins. A mesure que le peuplement vieillit, la proportion d'épinettes noires augmente et devient prédominante. La végétation herbacée comprend surtout des éricacées et des mousses hypnacées.

1.2 MESURES DENDROMÉTRIQUES

Le tableau 1 présente quelques caractéristiques des peuplements répartis selon l'âge, la qualité de station et les régions. L'échantillonnage des 57 peuplements a porté sur 6 arbres dominants et codominants par placette et a été effectué au début d'octobre 1968 (Mauricie) et 1969 (Lac-Saint-Jean). L'échantillonnage a porté sur les aiguilles de 1, 2 et 3 ans du tiers supérieur de la cime. Les

Tableau 1 Quelques caractéristiques des stations et arbres étudiés

Âge	Qualité de station	Localisation	Nombre de placettes échantillonnées	Nombre d'arbres échantillonnés	Age ¹ moyen	Hauteur ¹ moyenne m	d.h.p. ¹ moyen cm
30	I	Mauricie Lac-St-Jean	5	30	39 ± 1,1	14,9 ± 1,0	15,0 ± 1,0
			2	12	34 ± 0,5	11,6 ± 0,7	11,7 ± 1,5
	II	Mauricie Lac-St-Jean	8	48	39 ± 1,4	12,7 ± 1,1	14,2 ± 1,5
			7	42	27 ± 4,6	7,3 ± 0,5	7,6 ± 0,3
III	Mauricie	2	12	38 ± 2,1	11,7 ± 0,9	14,2 ± 1,4	
		6	36	51 ± 0,5	15,3 ± 0,8	13,9 ± 1,3	
50	I	Mauricie Lac-St-Jean	2	18	58 ± 0,6	18,2 ± 1,4	15,0 ± 1,0
			5	30	63 ± 5,5	16,7 ± 1,7	15,7 ± 1,4
	II	Mauricie Lac-St-Jean	3	21	82 ± 3,0	18,4 ± 0,9	17,8 ± 1,0
			3	18	105 ± 11	20,4 ± 0,5	23,0 ± 0,3
II	Mauricie Lac-St-Jean	7	42	90 ± 5,2	19,3 ± 2,0	18,3 ± 2,0	
		7	42	91 ± 1,8	19,0 ± 0,8	20,0 ± 2,3	

¹ moyenne ± écart-type de la moyenne pour l'ensemble des placettes

mesures dendrométriques ont été prises sur les arbres échantillonnés. Ces mesures sont: l'âge total, l'âge économique, le d.h.p., la hauteur totale, l'accroissement annuel moyen en hauteur, l'accroissement annuel courant, l'accroissement annuel des cinq dernières années, le quinquanion, le volume total et le volume marchand.

1.3 MÉTHODES ANALYTIQUES

Les échantillons ont été préparés et analysés selon les procédures usuelles utilisées au laboratoire du Service de la recherche forestière (Walsh, 1971).

1.4 TRAITEMENTS STATISTIQUES

L'analyse de variance et le test de Scheffé ont été utilisés pour déterminer les différences significatives entre les moyennes aux seuils de probabilité de 0,05 et 0,01. Des corrélations linéaires entre les diverses données de croissance et les concentrations en éléments ont été réalisées.

CHAPITRE II

RÉSULTATS

Les résultats des analyses foliaires pour les divers groupes de peuplements sont présentés aux tableaux 2, 3 et 4. Les analyses de variance effectués sur ces données montrent que les variations dans les concentrations en éléments entre les groupes de peuplements sont significatives et que les différences sont plus marquées pour les aiguilles de 1 an (tableaux 2, 3 et 4). C'est pour cette raison que les comparaisons multiples effectués entre les concentrations en N, P et K des divers peuplements n'ont porté que sur les aiguilles de 1 an (tableau 5).

L'étude des corrélations entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles et les diverses données de croissance des arbres étudiés a porté sur les aiguilles d'un an, 2 ans et 3 ans. Cependant, seuls les résultats concernant les aiguilles de 1 an sont présentés dans ce rapport (tableaux 6 à 23).

2.1 VARIATIONS DANS LES CONCENTRATIONS EN ÉLÉMENTS SELON LES DEUX RÉGIONS ÉTUDIÉES: MAURICIE ET LAC-SAINT-JEAN

L'analyse des résultats présentés aux tableaux 2 à 5 montre qu'une bonne part des variations dans les concentrations en N, P et K des aiguilles est attribuable à la situation géographique des peuplements étudiés et que les plus fortes variations sont observées avec l'azote.

Les comparaisons multiples qui ont été effectuées entre les concentrations en éléments des aiguilles de 1 an montrent qu'il existe des différences significatives entre les concentrations en N, P et K des aiguilles provenant des peuplements de 30 ans de la Mauricie et celles des peuplements du même âge provenant du Lac-Saint-Jean (tableau 5, comparaisons 1, 5 et 6). Il existe aussi des différences significatives entre les concentrations en K des aiguilles des peuplements de 90 ans de la Mauricie et celles des peuplements du même âge provenant du Lac-Saint-Jean (comparaison 34). Ces différences existent aussi pour les concentrations en P des peuplements de 90 ans de qualité de station I (comparaison 36). On constate que les concentrations en N, P et K des aiguilles de 1, 2 et 3 ans prélevées dans les peuplements de la région du Lac-Saint-Jean sont plus élevées que celles des aiguilles prélevées dans les peuplements de la région de la Mauricie mais que ces différences semblent s'atténuer graduellement avec l'âge des peuplements (tableaux 2 à 4).

2.2 VARIATIONS SELON L'ÂGE DES PEUPEMENTS

On constate aux tableaux 2 à 4 qu'en général, les concentrations en N, K et Ca des peuplements de la Mauricie augmentent

légèrement avec l'âge des peuplements alors que les concentrations en N, P et Ca des peuplements du Lac-Saint-Jean diminuent avec l'âge des arbres. Les autres concentrations en éléments pour ces groupes de peuplements semblent varier assez peu selon l'âge.

Les comparaisons multiples effectuées sur les résultats des analyses foliaires (tableau 5) montrent aussi qu'il existe, pour la région du Lac-Saint-Jean, des différences significatives dans les concentrations en N et en P entre les peuplements de 30 et de 50 ans (comparaison 9), dans les concentrations en N, P et K entre les peuplements de 30 et de 60 ans (comparaisons 13 et 17) et dans les concentrations en P entre les peuplements de qualité de station I de 30 ans et de 90 ans (comparaison 20). Il existe aussi des différences significatives dans les concentrations en K entre les peuplements de 30 et de 60 ans de la région de la Mauricie (comparaison 12), dans les concentrations en N et K entre les peuplements de 30 et de 90 ans (comparaisons 22, 23, 25 et 26), dans les concentrations en K entre les peuplements de 50 ans et de 90 ans (comparaison 30) et dans les concentrations en N entre les peuplements de 60 et de 90 ans (comparaison 33).

2.3 VARIATIONS SELON L'ÂGE DES AIGUILLES

En général, les concentrations en N des aiguilles de 2 ans sont plus fortes que celles des aiguilles de 1 et 3 ans. Les concentrations en P et K semblent diminuer alors que les concentrations en Ca augmentent avec l'âge des aiguilles. Les concentrations en Mg varient peu selon l'âge des aiguilles. Ces observations sont identiques à celles déjà publiées pour 15 peuplements de la Mauricie (Sheedy

1978). Précisons cependant que les concentrations en N des peuplements de la région du Lac-Saint-Jean sont en moyenne plus fortes dans les aiguilles de 1 an que dans celles de 2 et 3 ans alors que pour la région de la Mauricie, les concentrations en N les plus fortes sont dans les aiguilles de 2 ans.

2.4 VARIATIONS SELON LA QUALITÉ DE STATION

L'examen des tableaux 2, 3 et 4 montre que les concentrations en N, K, Mg et Ca des peuplements de 30 ans de la Mauricie augmentent avec une augmentation de la qualité de station. Les concentrations en P de ces mêmes peuplements varient peu avec la qualité de station. Dans les peuplements de 90 ans de la même région, les concentrations en N, P, Mg et Ca augmentent avec une diminution de la qualité de station et les concentrations en K augmentent avec une augmentation de la qualité de station, sauf pour les aiguilles de 3 ans, où seules les concentrations en N suivent cette tendance.

Les peuplements de la région du Lac-Saint-Jean âgés de 30 ans présentent des concentrations en P et en K plus élevées dans les stations de qualité I alors que les concentrations en N, Mg et Ca diminuent avec une augmentation de la qualité de station (pour les aiguilles de 1 an seulement dans le cas du Mg). Les peuplements de 90 ans de cette région présentent des concentrations en N plus élevées dans les stations de qualité II alors que les concentrations en K et Ca sont plus fortes dans les stations de qualité I (pour les aiguilles de 1 an seulement dans le cas du Ca). Les concentrations en P et Mg des aiguilles varient peu selon la qualité de station dans ces peuplements.

Les résultats des comparaisons multiples effectuées pour les concentrations en éléments entre les qualités de station confirment qu'il existe des différences significatives dans les concentrations en K entre les peuplements de 30 ans de qualité de station I et ceux de qualité II, entre ceux de qualité II et ceux de qualité III et entre ceux de qualité I et ceux de qualité III (comparaisons 2, 3 et 4). Il existe aussi des différences significatives dans les concentrations en K entre les peuplements de 90 ans de qualité de station I et ceux de qualité II (comparaison 35).

En somme, il existe des variations importantes dans les concentrations moyennes en N, P, K, Mg et Ca selon la quantité de station des peuplements mais ces variations sont souvent différentes d'une région à l'autre et selon l'âge des peuplements.

2.5 RELATIONS ENTRE LA TENEUR EN ÉLÉMENTS DES AIGUILLES ET LA CROISSANCE DES ARBRES

Dans une première analyse, nous avons calculé les coefficients de corrélation entre les données de croissance des arbres et les concentrations foliaires de l'ensemble des peuplements. Ces résultats nous ont permis de constater que les concentrations en éléments sont reliées significativement et positivement entre elles et que les coefficients de corrélation les plus élevés ont été obtenus avec les aiguilles de 1 an. Cependant, comme il existe beaucoup de variations dans les concentrations en éléments selon la situation géographique, l'âge des peuplements et la qualité de station, plusieurs relations avec les données de croissance étaient négatives; nous avons donc résolu de refaire cette analyse en regroupant les

données par région et en tenant compte de l'âge des arbres. Les résultats de cette deuxième analyse pour les aiguilles de 1 an sont présentés aux tableaux 6 à 23. Les relations présentées ici pour les aiguilles d'un an sont partagées pour les aiguilles de 2 et 3 ans mais les coefficients de corrélation pour ces dernières sont moins élevés.

Cette étude montre que les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles sont toutes reliées positivement et très significativement à la grande majorité des données de croissance analysées. Ces concentrations en éléments sont elles-mêmes fortement reliées entre elles, tout comme la plupart des indices de croissance, et ces relations sont toutes positives. Ce sont particulièrement N, P et K qui sont le plus souvent et le plus fortement reliés aux indices de croissance, alors que l'âge total, l'âge économique, l'accroissement annuel en hauteur, le quinquantion, le d.h.p. et la hauteur totale sont les données de croissance pour lesquelles on observe les coefficients de corrélation les plus élevés.

Ces relations très significatives montrent que la croissance de ces peuplements de pin gris est fortement liée aux niveaux de fertilité des éléments dans les aiguilles et que dans ce cas-ci, ces teneurs en éléments sont faibles. D'ailleurs, lorsqu'on compare les résultats présentés au tableau 2 aux standards de fertilité proposés par Swan (1969), on constate que ces peuplements présentent des déficiences modérées en N et en P. Les déficiences en N sont particulièrement apparentes dans les aiguilles des peuplements de la Mauricie. Cependant, les teneurs en N semblent augmenter graduellement avec l'âge des arbres.

En somme, à l'examen de ces résultats, il apparaît très probable qu'une fertilisation appropriée aurait des effets positifs sur la croissance de ces peuplements; cependant, il serait peut-être préférable de ne fertiliser que les peuplements âgés de moins de 60 ans, les peuplements de 90 ans étant déjà à maturité.

Tableau 2

Concentrations en N, P, K, Mg et Ca dans les aiguilles de 1 an de 57 peuplements de pin gris selon l'âge, la qualité de station et la localisation des peuplements et valeur de \underline{F} dans les analyses de variance entre les divers groupes de peuplements

Âge	Qualité de station	Localisation	Concentration en éléments (p. 100)				
			N	P	K	Mg	Ca
30	I (5 PEP)	Mauricie	1,12	0,12	0,41	0,09	0,18
	I (2 PEP)	Lac-St-Jean	1,25	0,15	0,49	0,09	0,21
	II (8 PEP)	Mauricie	1,05	0,12	0,41	0,08	0,15
	II (7 PEP)	Lac-St-Jean	1,28	0,13	0,43	0,11	0,35
	III (2 PEP)	Mauricie	1,05	0,12	0,35	0,08	0,13
50	II (6 PEP)	Lac-St-Jean	1,18	0,12	0,42	0,11	0,19
60	I (2 PEP)	Mauricie	1,14	0,12	0,41	0,08	0,20
	II (5 PEP)	Lac-St-Jean	1,14	0,12	0,44	0,09	0,20
90	I (3 PEP)	Mauricie	1,20	0,11	0,43	0,08	0,19
	I (3 PEP)	Lac-St-Jean	1,21	0,13	0,48	0,10	0,24
	II (7 PEP)	Mauricie	1,23	0,13	0,40	0,09	0,22
	II (7 PEP)	Lac-St-Jean	1,23	0,13	0,45	0,10	0,17
Moyenne			1,17	0,12	0,43	0,09	0,20
Valeurs de \underline{F}			5,6**	5,4**	5,8**	5,8**	8,2**

** : significatif au seuil de 0,01

Tableau 3 Concentrations en N, P, K, Mg et Ca dans les aiguilles de 2 ans de 57 peuplements de pin gris selon l'âge; la qualité de station et la localisation des peuplements et valeur de F dans les analyses de variances entre les divers groupes de peuplements

Âge	Qualité de station	Localisation	Concentration en éléments (p. 100)				
			N	P	K	Mg	Ca
30	I (5 PEP)	Mauricie	1,25	0,11	0,35	0,09	0,30
	I (2 PEP)	Lac-St-Jean	1,19	0,12	0,36	0,10	0,38
	II (8 PEP)	Mauricie	1,09	0,11	0,33	0,08	0,25
	II (7 PEP)	Lac-St-Jean	1,24	0,12	0,33	0,09	0,36
	III (2 PEP)	Mauricie	1,10	0,11	0,30	0,08	0,19
50	II (6 PEP)	Lac-St-Jean	1,21	0,13	0,33	0,10	0,25
60	I (2 PEP)	Mauricie	1,28	0,12	0,34	0,08	0,35
	II (5 PEP)	Lac-St-Jean	1,12	0,11	0,34	0,09	0,30
90	I (3 PEP)	Mauricie	1,19	0,11	0,39	0,08	0,28
	I (3 PEP)	Lac-St-Jean	1,18	0,11	0,36	0,09	0,26
	II (7 PEP)	Mauricie	1,27	0,12	0,37	0,09	0,36
	II (7 PEP)	Lac-St-Jean	1,18	0,11	0,35	0,09	0,29
Moyenne			1,19	0,11	0,34	0,09	0,30
Valeurs de F			5,2**	4,3**	4,6**	1,8	3,6**

** : significatif au seuil de 0,01

Tableau 4 Concentrations en N, P, K, Mg et Ca dans les aiguilles de 3 ans de 57 peuplements de pin gris selon l'âge, la qualité de station et la localisation des peuplements et valeurs de F dans les analyses de variance entre les divers groupes de peuplements

Âge	Qualité de station	Localisation	Concentration en éléments (p. 100)				
			N	P	K	Mg	Ca
30	I (5 PEP)	Mauricie	1,22	0,11	0,35	0,09	0,44
	I (2 PEP)	Lac-St-Jean	1,16	0,12	0,33	0,10	0,43
	II (8 PEP)	Mauricie	1,08	0,12	0,32	0,08	0,35
	II (7 PEP)	Lac-St-Jean	1,18	0,11	0,30	0,09	0,45
	III (2 PEP)	Mauricie	1,06	0,11	0,29	0,08	0,27
50	II (6 PEP)	Lac-St-Jean	1,17	0,11	0,31	0,10	0,28
60	I (2 PEP)	Mauricie	1,24	0,11	0,34	0,08	0,43
	II (5 PEP)	Lac-St-Jean	1,10	0,11	0,32	0,08	0,35
90	I (3 PEP)	Mauricie	1,14	0,11	0,37	0,10	0,44
	I (3 PEP)	Lac-St-Jean	1,20	0,11	0,34	0,08	0,37
	II (7 PEP)	Mauricie	1,16	0,10	0,31	0,09	0,36
	II (7 PEP)	Lac-St-Jean	1,21	0,12	0,34	0,09	0,46
Moyenne			1,16	0,11	0,33	0,09	0,39
Valeurs de <u>F</u>			3,3**	4,8**	5,6**	1,5	4,3**

** : significatif au seuil de 0,01

Tableau 5 Résultats des comparaisons multiples effectuées entre les concentrations en N, P et K des aiguilles de 1 an des divers groupes de peuplements étudiés

n°	Âge	Qualité de station	Localisation ¹	Valeurs de F		
				N	P	K
1	30	Toutes	M ¹ vs L ²	30,6**	33,3**	27,7**
2		I vs II	Toutes	<1	<1	9,6**
3		II vs III	M	<1	<1	4,7
4		I vs III	M	1,3	<1	6,6*
5		I	M vs L	5,8*	18,9**	12,4**
6		II	M vs L	3,6**	17,8**	4,2*
7		I vs II	M	1,03	1,0	<1
8	30 vs 50	II	Toutes	<1	<1	<1
9		II	L	7,6**	14,0**	<1
10		II	M vs L	8,4**	<1	<1
11	30 vs 60	Toutes	Toutes	<1	<1	<1
12		Toutes	M	2,9	1	6,7*
13		Toutes	L	10,7**	30,9**	5,1*
14		I	M	<1	<1	<1
15		I	L vs M	2,6	10,6**	9,5**
16		II	M vs L	2,6	<1	7,2*
17		II	L	14,0**	<1	<1
18	30 vs 90	I	M	2,7	2,4	<1
19		I	M vs L	4,5*	<1	21,5**
20		I	L	<1	5,7*	<1
21		I	L vs M	<1	27,3**	6,7*
22		II	Toutes	3,9	<1	4,4*
23		II	M	20,5**	<1	5,9
24		II	L	2,7	<1	<1
25		Toutes	Toutes	7,5**	<1	12,8**
26		Toutes	M	27,9**	<1	34,7**
27		Toutes	L	2,4	<1	<1
28	50 vs 60	Toutes	Toutes	1,1	<1	<1
29		II	L	1,2	<1	2,6
30	50 vs 90	Toutes	Toutes	1,3	<1	7,7**
31		II	Toutes	2,1	3,0	2,4
32	60	I vs II	M vs L	<1	<1	<1
33	60 vs 90	Toutes	Toutes	5,8*	<1	3,5
34	90	Toutes	M vs L	<1	<1	7,4**
35		I vs II	Toutes	<1	<1	5,2*
36		I	M vs L	<1	10,1**	2,3
37		II	M vs L	<1	<1	<1

* significatif au seuil de 0,05

** significatif au seuil de 0,01

¹ localisation: M = Mauricie et L = Lac-St-Jean; lorsqu'une comparaison inclut les 2 localisations (identifiés L vs M et M vs L) et deux âges différents, on compare les peuplements de la première localisation et du premier âge à ceux de la seconde localisation et du second âge indiqués.

CORRESPONDANCE DES SYMBOLES UTILISÉS DANS LES TABLEAUX 6 À 23

IND	: indice de fertilité de la station
AT	: âge total de l'arbre
AE	: âge économique de l'arbre
d.h.p.	: diamètre à hauteur de poitrine
HT	: hauteur totale
AAH	: accroissement annuel en hauteur
AAC	: accroissement annuel courant
AA5	: accroissement annuel des 5 dernières années
QUIN. ¹	: quinquanion
VT ²	: volume total
VM ²	: volume marchand
N	concentration en azote des aiguilles
P	concentration en phosphore des aiguilles
K	concentration en potassium des aiguilles
Mg	concentration en magnésium des aiguilles
Ca	concentration en calcium des aiguilles

* Valeur significative au seuil de 0,05

** Valeur significative au seuil de 0,01

¹ quinquanion: longueur totale des cinq entre-noeuds
au-dessus du d.h.p.

² volume total et volume marchand par arbre

Tableau 6 Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans de la Mauricie

	IND ¹	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
N	0,49*	0,96**	0,96**	0,96**	0,90**	0,91**	0,71**	0,82**	0,93**	0,76**	0,71**
P	0,52*	0,96**	0,96**	0,98**	0,90**	0,92**	0,73**	0,86**	0,94**	0,75**	0,71**
K	0,41*	0,95**	0,94**	0,93**	0,92**	0,93**	0,81**	0,91**	0,95**	0,74**	0,69**
Mg	0,41*	0,89**	0,88**	0,94**	0,87**	0,89**	0,69**	0,86**	0,90**	0,78**	0,73**
Ca	0,20	0,80**	0,79**	0,76**	0,81**	0,81**	0,46**	0,64**	0,76**	0,67**	0,58**

¹ La correspondance des symboles utilisés pour l'ensemble des tableaux 6 à 23 est présentée à la page précédente

Tableau 7 Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans du Lac-Saint-Jean

	IND	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
N	0,80**	0,83**	0,99**	0,79**	0,77**	0,88**	0,76**	0,72**	0,94**	0,38	0,31
P	0,69*	0,88**	0,99**	0,89**	0,87**	0,93**	0,68*	0,64*	0,92**	0,57*	0,50
K	0,67*	0,93**	0,99**	0,92**	0,91**	0,93**	0,59*	0,59*	0,85**	0,57*	0,51
Mg	0,85**	0,72**	0,99**	0,69*	0,67*	0,86**	0,71**	0,76**	0,93**	0,26	0,16
Ca	0,91**	0,65*	0,99**	0,42	0,42	0,55*	0,54	0,51	0,63*	-0,03	-0,05

Tableau 8 Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans de la Mauricie

	P	K	Mg	Ca
N	0,97**	0,94**	0,94**	0,80**
P		0,95**	0,95**	0,81**
K			0,94**	0,81**
Mg				0,81**

Tableau 9 Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 30 ans de la Mauricie

	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
IND	0,53*	0,53*	0,48*	0,25	0,28	0,53*	0,43*	0,42	0,02	-0,01
AT		0,99**	0,94**	0,91**	0,91**	0,76**	0,84**	0,94**	0,70**	0,65**
AE			0,95**	0,92**	0,92**	0,76**	0,84**	0,94**	0,71**	0,66**
d.h.p.				0,92**	0,93**	0,76**	0,87**	0,95**	0,82**	0,79**
HT					0,99**	0,73**	0,88**	0,95**	0,87**	0,82**
AAH						0,72**	0,88**	0,94**	0,84**	0,80**
AAC							0,92**	0,78**	0,54**	0,51**
AA5								0,90**	0,72**	0,68**
QUIN.									0,85**	0,80**
VT										0,99**

Tableau 10 Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 30 ans du Lac-Saint-Jean

	P	K	Mg	Ca
N	0,97**	0,92**	0,95**	0,79**
P		0,95**	0,91**	0,70*
K			0,88**	0,71*
Mg				0,85**

Tableau 11 Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 30 ans du Lac-Saint-Jean

	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
IND	0,55*	0,99**	0,36	0,34	0,58*	0,70*	0,75**	0,73**	-0,15	-0,18
AT		0,99**	0,89**	0,90**	0,78**	0,41	0,32	0,68*	0,61*	0,59*
AE			0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**
d.h.p.				0,99**	0,91**	0,46	0,41	0,75**	0,84**	0,79**
HT					0,90**	0,42	0,37	0,71**	0,83**	0,77**
AAH						0,66*	0,70*	0,89**	0,64*	0,55*
AAC							0,90**	0,78**	0,16	0,10
AA5								0,82**	-0,05	-0,05
QUIN.									0,37	0,26
VT										0,98**

Tableau 12 Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 50 ans du Lac Saint-Jean

	IND	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM	
N	0,99**	0,99**	0,99**	0,97**	0,97**	0,99**	0,90**	0,84**	0,90**	0,86**	0,80*	N
P	0,98**	0,98**	0,99**	0,96**	0,97**	0,97**	0,85**	0,76*	0,88**	0,87**	0,82*	P
K	0,97**	0,97**	0,99**	0,93**	0,97**	0,97**	0,95**	0,88**	0,82*	0,82*	0,76*	K
Mg	0,99**	0,99**	0,99**	0,95**	0,97**	0,97**	0,91**	0,86**	0,87**	0,84**	0,78*	Mg
Ca	0,60	0,60	0,99**	0,55	0,62	0,64	0,68*	0,51	0,44	0,49	0,44	Ca

Tableau 13 Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 50 ans du Lac-Saint-Jean

	P	K	Mg	Ca	
N	0,99**	0,98**	0,99**	0,60	N
P		0,96**	0,97**	0,66	P
K			0,97**	0,73*	K
Mg				0,56	Mg

Tableau 14 Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 50 ans du Lac Saint-Jean

	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
IND	0,99**	0,99**	0,98**	0,99**	0,99**	0,88**	0,84**	0,91**	0,88**	0,83**
AT		0,99**	0,98**	0,99**	0,99**	0,88**	0,84**	0,91**	0,88**	0,83**
AE			0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**
d.h.p.				0,98**	0,98**	0,80*	0,80*	0,92**	0,96**	0,93**
HT					0,99**	0,88**	0,87**	0,90**	0,92**	0,88**
AAH						0,88**	0,86**	0,90**	0,92**	0,87**
AAC							0,93**	0,69*	0,67*	0,59
AA5								0,64	0,74**	0,67*
QUIN.									0,87**	0,85**
VT										0,99**

Tableau 15 Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 60 ans des deux régions

	IND	AT	AE ¹	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
N	0,80**	0,98**	0,22	0,99**	0,98**	0,99**	0,65*	0,75*	0,88**	0,86**	0,84**
P	0,75*	0,98**	0,29	0,97**	0,97**	0,97**	0,71*	0,79**	0,89**	0,83**	0,81**
K	0,85**	0,96**	0,12	0,97**	0,93**	0,95**	0,67*	0,74*	0,81**	0,80**	0,78*
Mg	0,85**	0,99**	0,10	0,99**	0,97**	0,96**	0,51	0,61	0,82**	0,91**	0,90**
Ca	0,72*	0,82**	0,20	0,82**	0,81**	0,86**	0,76*	0,84**	0,77*	0,58	0,55

¹ Les coefficients de corrélation entre l'âge économique et les concentrations en éléments sont faibles parce que cette donnée n'a été déterminée que pour 2 placettes sur 7

Tableau 16

Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 60 ans des deux régions

	P	K	Mg	Ca
N	0,99**	0,98**	0,98**	0,88**
P		0,98**	0,95**	0,87**
K			0,95**	0,89**
Mg				0,81**

Tableau 17 Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 60 ans des deux régions

	AT	AE ¹	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
IND	0,82**	-0,41	0,81**	0,72*	0,71*	0,27	0,34	0,45	0,68*	0,66†
AT		0,99**	0,99**	0,98**	0,96**	0,60	0,67*	0,82**	0,91**	0,89**
AE ¹			0,18	0,31	-0,64*	0,59	0,61	0,61	0,16	0,15
d.h.p.				0,99**	0,97**	0,61	0,69*	0,84**	0,92**	0,90**
HT					0,99**	0,62*	0,72*	0,91**	0,92**	0,90**
AAH						0,65*	0,76**	0,93**	0,86**	0,84**
AAC							0,97**	0,68*	0,40	0,37
AA5								0,81**	0,48	0,45
QUIN.									0,73*	0,70*
VT										0,99**

¹ Les coefficients de corrélation entre l'âge économique et les autres données de croissance sont faibles parce que cette donnée n'a été déterminée que pour 2 placettes sur 7 (les deux placettes de la Mauricie).

Tableau 18

Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans de la Mauricie

	IND	AT	AE ¹	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
N	0,77**	0,97**	0,97**	0,94**	0,96**	0,94**	0,65*	0,65*	0,99**	0,76**	0,73**
P	0,84**	0,98**	0,98**	0,96**	0,97**	0,94**	0,53*	0,53*	0,99**	0,80**	0,78**
K	0,75**	0,95**	0,95**	0,93**	0,95**	0,95**	0,66*	0,66*	0,96**	0,74**	0,71**
Mg	0,78**	0,95**	0,95**	0,94**	0,94**	0,89**	0,53*	0,49	0,96**	0,82**	0,80**
Ca	0,84**	0,97**	0,97**	0,95**	0,93**	0,87**	0,51	0,48	0,93**	0,86**	0,84**

Tableau 19

Coefficients de corrélation entre les données de croissance et les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans du Lac-Saint-Jean

	IND	AT	AE ¹	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
N	0,74**	0,99**	0,99**	0,92**	0,98**	0,96**	0,86**	0,99**	0,96**	0,78**	0,77**
P	0,75**	0,96**	0,99**	0,92**	0,98**	0,97**	0,84**	0,99**	0,92**	0,77**	0,76**
K	0,65*	0,97**	0,99**	0,94**	0,97**	0,94**	0,86**	0,99**	0,93**	0,83**	0,81**
Mg	0,74**	0,93**	0,99**	0,88**	0,94**	0,94**	0,89**	0,99**	0,86**	0,69**	0,68*
Ca	0,28	0,81**	0,99**	0,86**	0,82**	0,77**	0,70**	0,99**	0,76**	0,83**	0,83**

Tableau 20

Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans de la Mauricie

	P	K	Mg	Ca
N	0,98**	0,96**	0,92**	0,92**
P		0,96**	0,94**	0,94**
K			0,92**	0,87**
Mg				0,89**

Tableau 21 Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 90 ans de la Mauricie

	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUTN.	VT	VM
IND	0,82**	0,82**	0,74**	0,76**	0,66**	0,15	0,10	0,79**	0,65*	0,62
AT		0,99**	0,97**	0,96**	0,91**	0,58*	0,56*	0,98**	0,81**	0,79**
AE			0,97**	0,96**	0,92**	0,58*	0,57*	0,98**	0,82**	0,79**
d.h.p.				0,98**	0,95**	0,59*	0,59*	0,97**	0,91**	0,89**
HT					0,98**	0,58*	0,58*	0,97**	0,90**	0,88**
AAH						0,63*	0,66*	0,94**	0,84**	0,81**
AAC							0,98**	0,58*	0,37	0,34
AA5								0,58*	0,37	0,34
QUIN.									0,82**	0,79**
VT										0,99**

Tableau 22 Coefficients de corrélation entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca des aiguilles de 1 an des peuplements de pin gris de 90 ans du Lac-Saint-Jean

	P	K	Mg	Ca
N	0,98**	0,96**	0,93**	0,76**
P		0,97**	0,94**	0,79**
K			0,95**	0,87**
Mg				0,82**

Tableau 23 Coefficients de corrélation entre les données de croissance des peuplements de pin gris de 90 ans du Lac-Saint-Jean

	AT	AE	d.h.p.	HT	AAH	AAC	AA5	QUIN.	VT	VM
IND	0,67**	0,99**	0,56*	0,67*	0,78**	0,59*	0,99**	0,61*	0,27	0,24
AT		0,99**	0,95**	0,99**	0,94**	0,88**	0,99**	0,98**	0,83**	0,82**
AE			0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**	0,99**
d.h.p.				0,97**	0,92**	0,77**	0,99**	0,94**	0,90**	0,89**
HT					0,97**	0,88**	0,99**	0,97**	0,86**	0,84**
AAH						0,87**	0,99**	0,90**	0,74**	0,72**
AAC							0,99**	0,85**	0,67*	0,65*
AA5								0,99**	0,99**	0,99**
QUIN.									0,88**	0,87**
VT										0,99**

CHAPITRE III

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude nous a permis de vérifier l'existence de variations significatives dans les concentrations en N, P et K des aiguilles selon les deux régions étudiées. Ainsi, ces concentrations en éléments sont plus fortes dans les peuplements de la région du Lac-Saint-Jean que dans ceux de la région de la Mauricie et ces différences semblent s'atténuer légèrement avec l'âge des arbres. Il faut se rappeler cependant que les peuplements du Lac-Saint-Jean ont été échantillonnés 1 an après ceux de la Mauricie, ce qui a sûrement occasionné des variations dans les résultats. On sait en effet que les concentrations en éléments varient selon les conditions du milieu et que, par conséquent, il existe des variations dans les concentrations en éléments d'une année à l'autre et d'une région à l'autre. Cependant, comme l'ont signalé Lowry et Avard (1968b), les variations dans les concentrations en éléments d'une année à l'autre sont faibles pour

N, Ca et Mg et un peu plus fortes pour P et K. Dans tous les cas, ces variations sont beaucoup plus faibles que celles observées entre les arbres et entre les mois (saisons). En somme, les tendances observées sont valables mais leur amplitude pour P et K pourrait être légèrement différente si l'on avait échantillonné la même année. Ce qui est le plus important, c'est d'échantillonner à la même période de l'année, ce qui a été fait. Les concentrations en N, P, K et Ca varient aussi significativement avec l'âge des arbres mais ces variations sont souvent différentes d'une région à l'autre. Les concentrations en N des aiguilles sont en général plus fortes dans les aiguilles de 2 ans mais il existe des variations selon les régions. Les concentrations en P et K diminuent avec l'âge des aiguilles alors que celles en Ca augmentent. Les concentrations en Mg varient peu selon l'âge des aiguilles et des arbres. Il existe aussi des variations dans les concentrations en éléments selon la qualité de station. Ainsi, les concentrations en K des aiguilles augmentent avec la qualité de station peu importe l'âge des peuplements et la situation géographique de ceux-ci; cependant, les autres éléments ont des tendances variables selon que les arbres sont jeunes ou vieux et qu'ils sont dans une région ou une autre.

On constate aussi que les teneurs en éléments des peuplements étudiés sont en général faibles. Ainsi, les concentrations en P et en N sont souvent inférieures au seuil de fertilité recommandé pour cette essence (Swan, 1969).

Globalement, cette étude met en lumière l'existence de nombreuses variations significatives dans les concentrations en éléments

selon la localisation géographique des peuplements, l'âge des arbres, l'âge des aiguilles et la qualité de station des peuplements. Les plus fortes variations dans les concentrations en éléments ont été observées pour l'azote et les plus fortes variations dans les concentrations en N, P et K ont été observées entre les deux régions considérées; d'ailleurs, ces concentrations sont plus fortes dans les peuplements du Lac-Saint-Jean et les variations dans les concentrations en éléments s'atténuent légèrement avec l'âge des arbres.

Ces résultats montrent qu'il existe beaucoup de variations dans les concentrations en éléments d'un arbre à un autre et d'un peuplement à un autre; comme l'ont signalé plusieurs auteurs (Lowry et Avard, 1965, 1968a et 1968b, Morrison 1972, Sheedy 1978), il faut échantillonner de 6 à 10 arbres de même âge à l'intérieur d'un même peuplement en prélevant des branches sur les arbres à un niveau donné selon une orientation choisie et à une période déterminée si l'on veut réduire les variations dans les résultats d'analyses foliaires. Le transport et la conservation de ces échantillons doivent se faire dans les meilleures conditions (en gardant les échantillons au frais dans des sacs fermés et en les faisant sécher le plus rapidement possible). Les analyses doivent être effectuées avec minutie et selon des méthodes de laboratoire éprouvées.

D'autre part, à l'examen des coefficients de corrélation linéaire, on constate qu'il existe de nombreuses relations positives et très significatives entre les concentrations en N, P, K, Mg et Ca et les données de croissance des arbres échantillonnés. Les données de croissance sont d'ailleurs fortement reliées entre elles, de même

que les concentrations en éléments. Les données de croissance les plus fortement et les plus souvent reliées aux concentrations en éléments sont l'âge total, l'âge économique, l'accroissement annuel en hauteur, le quinquanion, le d.h.p. et la hauteur totale. Les éléments les plus fortement et les plus souvent reliés aux données de croissance sont N, P et K.

Cette étude montre qu'il est préférable d'échantillonner les aiguilles de 1 an lorsqu'on veut relier la croissance des arbres aux concentrations en éléments du feuillage. En effet, les coefficients de corrélation obtenus entre les concentrations en éléments de ces aiguilles et les données de croissance sont plus élevés que ceux obtenus avec les aiguilles de 2 ans et 3 ans. Cette constatation a d'ailleurs déjà été signalée par d'autres auteurs (Brazeau et Bernier 1973, sur le sapin; Lowry et Avard, 1965 et 1968b, sur l'épinette et le pin gris).

A la lumière des résultats de cette étude, il est très probable qu'une fertilisation en N, P et K de ces peuplements aurait des effets très positifs sur les concentrations en éléments des aiguilles et sur la croissance des arbres, les concentrations en N, P, K, Mg et Ca étant très fortement reliées entre elles et aux données de croissance mesurées sur les arbres échantillonnés. D'ailleurs, les résultats quinquennaux du projet inter-provincial de fertilisation des forêts naturelles (Weetman, Krause et Koller, 1978) montrent qu'en général, une fertilisation en N, P et K des peuplements de pin gris a des effets très positifs sur la croissance de ces peuplements et que c'est l'azote qui a les effets les plus déterminants sur la croissance.

Le phosphore et le potassium ont des effets qui peuvent s'ajouter à ceux de l'azote mais les effets de P ne s'ajoutent pas nécessairement à ceux de K et vice versa. Compte tenu de ces résultats, nous croyons que les peuplements de pin gris (particulièrement ceux qui ont moins de 60 ans) bénéficieraient grandement d'une fertilisation. Le traitement suggéré serait de 200 kg/ha d'azote sous forme d'urée, auquel on pourrait ajouter 100 kg/ha de potassium ou de phosphore ou les deux. Ces derniers éléments pourraient être appliqués sous forme de muriate de potassium (61 p. 100 de K_2P) et de triple superphosphate (45 p. 100 de P_2O_5).

Cependant, compte tenu des résultats escomptés et du coût des engrais, il semble qu'une fertilisation en N seulement serait la plus rentable.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAZEAU, M. et B. BERNIER, 1973. Composition minérale du feuillage du sapin baumier selon les modalités d'échantillonnage et relations avec quelques indices de croissance. Nat. Can., 100: 265-275.
- FERLAND, M.A. et R.M. GAGNON, 1967. Climat du Québec méridional. Min. Rich. Nat., Serv. de météorologie, M.P. 13, 93 p.
- LOWRY, G.L. et P.M. AVARD, 1965. Nutrient content of black spruce needles. I - Variations due to crown position and needle age. P.P.R.I.C. Woodlands research index n° 171, Tech. Report 425, 21 p.
- _____, 1968a. Nutrient content of black spruce needles. II - Variations with crown class and relationships to growth and yield. P.P.R.I.C., W.P. 3, 20 p.
- _____, 1968b. Nutrient content of black spruce and jack pine needles. III - Seasonal variations and recommended sampling procedures. P.P.R.I.C., W.R. 10, 54 p.
- MORRISON, I.K., 1972. Variation with crown position and leaf age in content of seven elements in leaves of Pinus banksiana, Lamb. Can. Jour. of Forest Research, 2: 89-94.
- PLONSKI, W.L., 1960. Normal yield tables for black spruce, jack pine, Aspen, White Birch, Tolerant Hardwoods, White Pine, and Red Pine for Ontario. Ontario Dep. of Lands and Forests, Silvicultural Series, Bull. 2, 39 p.
- ROWE, J.S., 1972. Les régions forestières du Canada. Min. de l'Environnement, Serv. Can. des forêts, Pub. 1300F, 172 p.
- SHEEDY, G., 1978. Les conditions de fertilité des sols de la pinède grise. Relations entre la concentration en éléments du feuillage et la croissance des arbres. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la recherche, Mémoire n° 43, 70 p.

- SWAN, H.S.D., 1969. Relationships between nutrient supply, growth and nutrient concentrations in the foliage of black spruce and jack pine. P.P.R.I.C., W.R. 19, 46 p.
- WALSH, L.M., 1971. Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue. Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A. 222 p.
- WEETMAN, G.F., H.H. KRAUSE et E. KOLLER, 1978. Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles. Résultats du remesurage quinquennal dans 23 installations fertilisées en 1971 et remesurées en 1975. Min. des Pêches et de l'Environnement, Serv. Can. des forêts, R. Tech. 22, 28 p.

Achévé d'imprimer à
Québec en février 1981, sur
les presses du Service des impressions en régie
du Ministère des Communications
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