

Contributions du laboratoire de l'École des Hautes

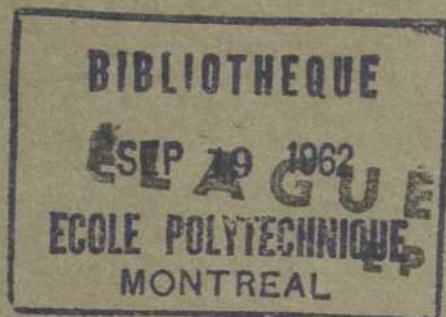
Études Commerciales de Montréal. — No 11

QK

897

D45

1939



**Le fer et le manganèse dans les
principaux arbres à feuilles caduques
du Québec**

par

GÉRARD DELORME

Docteur ès sciences de l'Université de Montréal.

*Professeur à l'École des Hautes Études Commerciales et à l'Université de
Montréal.*



Éditeurs

"L'ÉCLAIREUR LIMITÉE"
BEAUCEVILLE, Qué.

1939

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

MM. Doyen :

LEVEILLÉ (ARTHUR) Professeur de mathématiques.

Professeur émérite :

CHOQUETTE (Mgr C.-P.).

Professeurs titulaires :

LEVEILLÉ (ARTHUR) Mathématiques.

GENDREAU (ERNEST) Physique.

BARIL (GEORGES) Chimie organique.

MARIE-VICTORIN (FRÈRE) Botanique.

ASSELIN (E.-G.) Physiologie générale.

PRÉFONTAINE (GEORGES) Biologie.

Professeur à titre auxiliaire :

BÉDARD (AUGUSTIN), P.S.S. . . . Philosophie.

Adjoint aux recherches :

VLADYKOV (VADIM) Ichthyologie.

Agrégés :

BEAUPRÉ (V.-E.) Calcul différentiel et intégral.

NADEAU (HERVÉ) Chimie (conférences et travaux pratiques).

FLAHAULT (JEAN) Chimie physique.

DEMERS (JOSEPH) Physique générale.

CARTIER (PAUL) Chimie analytique.

BARRE (ROGER) Chimie générale.

DELORME (GÉRARD) Chimie analytique.

LORTIE (LÉON) Chimie générale.

BRUNEL (JULES) Botanique.

LABARRE (JULES) Chimie biologique.

ROUSSEAU (JACQUES) Botanique.

GARDNER (GÉRARD) Biologie.

DUFRESNE (ORIGÈNE) Physique générale.

LEMAY (LIONEL) Chimie générale.

WENDLING (ANDRÉ-VICTOR) Physique générale.

GAUTHIER (ABEL) Mathématiques.

Chargés de cours :

SAINT-CHARLES (JOSEPH) Dessin.

GOSSELIN (GASTON) Chimie générale.

ROBILLARD (ABBÉ HENRI) Physique générale.

ASSELIN (PÈRE J.), C.S.V. Chimie générale.

DUGAL (LOUIS-PAUL) Biologie.

PRÉVOST (GUSTAVE) Biologie.

MANSEAU (GEORGES) Dessin.

FOURNIER (ABBÉ OVILA) Biologie.

CHAGNON (GUSTAVE) Biologie.

CARTIER (CLAUDE) Chimie analytique.

LAMONTAGNE (ROGER) Chimie analytique.

MONTPETIT (PHILIPPE) Chimie analytique.

JACQUES (ÉMILE) Botanique.

RINFRET (MARCEL) Physique générale.

GAUTHIER (ROGER) Botanique.

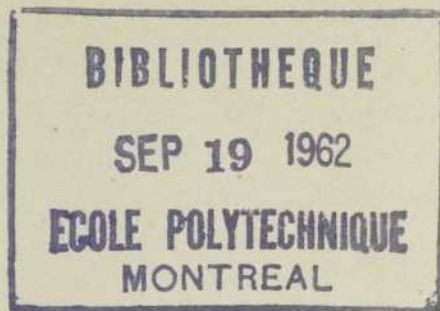
MORIN (PÈRE LÉO), C.S.C. Géologie-Minéralogie.

PICHÉ (LUCIEN) Chimie générale.

Secrétaire :

BARIL (GEORGES).

Amical hommage
Gérard Delorme



Le fer et le manganèse dans les principaux arbres à feuilles caduques du Québec

par

GÉRARD DELORME, L. Sc.

*Professeur agrégé à l'École des Hautes Études Commerciales et à la Faculté
des Sciences de l'Université de Montréal.*





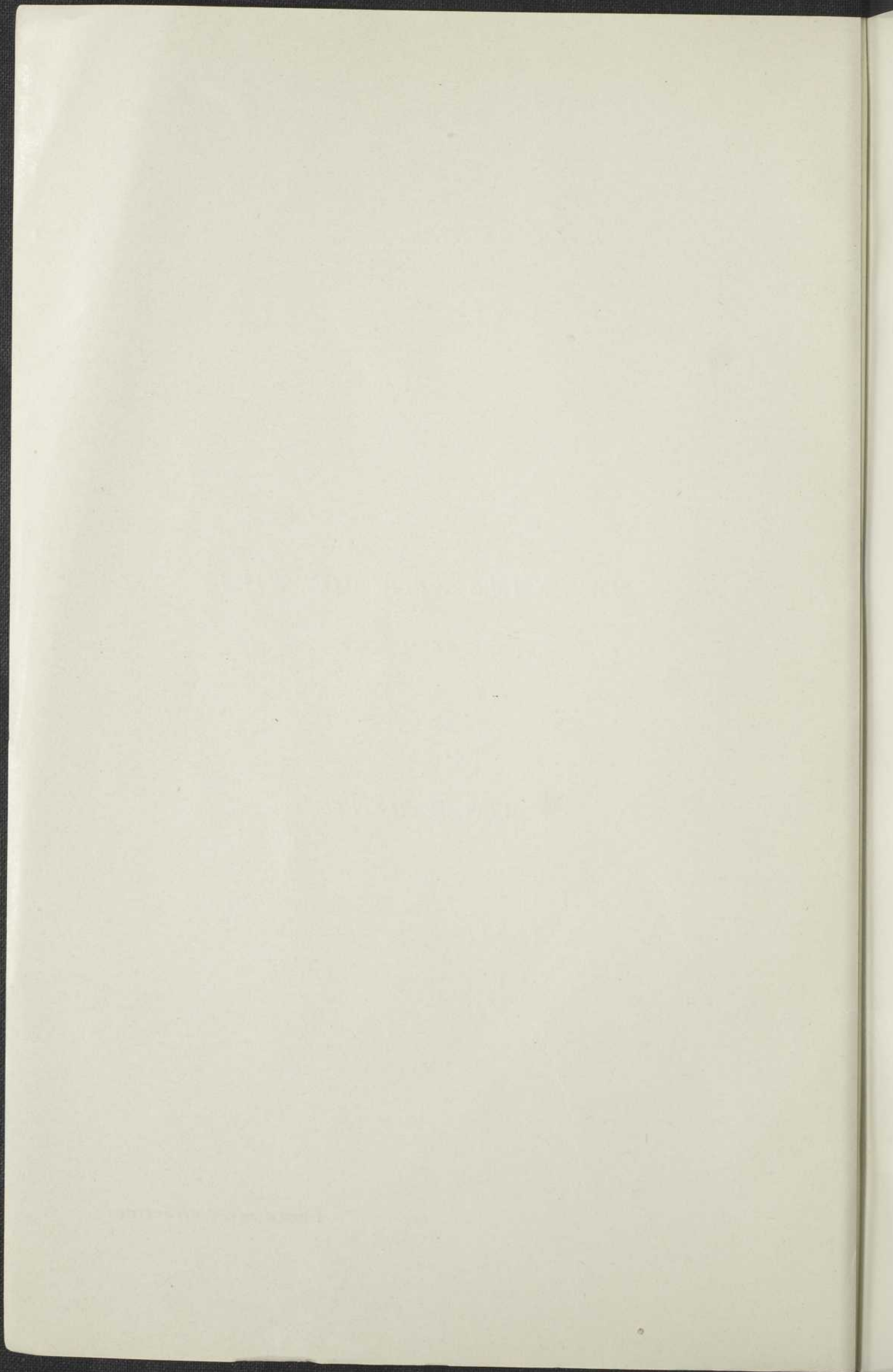
Bibliothèque Nationale du Québec

QK
897
D45
1939

À MA FEMME ET À MON FILS

À MES PARENTS

Toute mon affection



À MON MAÎTRE

monsieur PAUL RIOU

*Professeur à l'École des Hautes Études Commerciales
de Montréal.*

Respectueux hommages

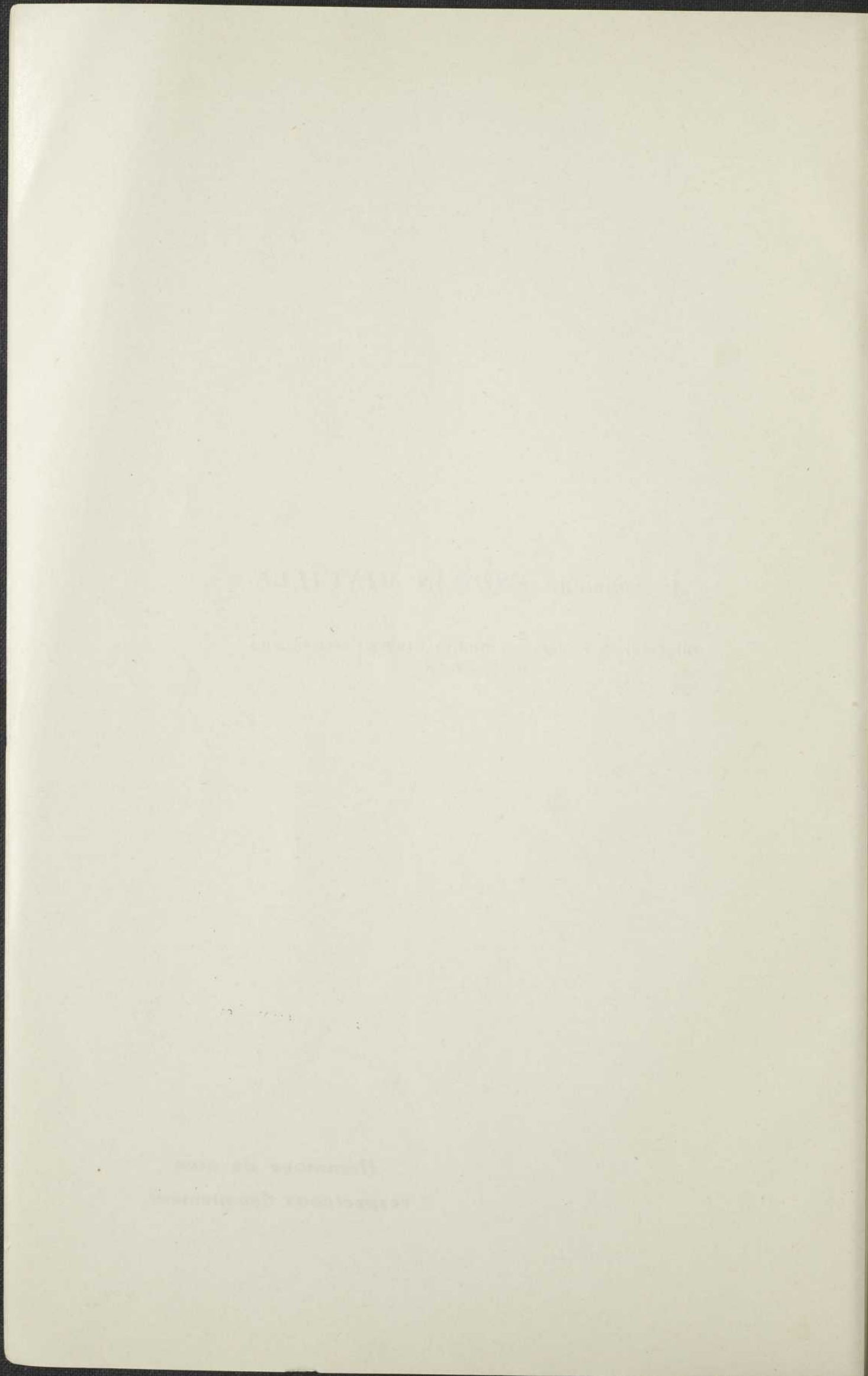
THE
JOURNAL OF
JAMES H. HAYES

1850-1851

À monsieur ESDRAS MINVILLE

*Directeur de l'École des Hautes Études Commerciales
de Montréal.*

*Hommage de mon
respectueux dévouement.*



AVANT-PROPOS

Les pages qui suivent contiennent les résultats des travaux de recherche que j'ai exécutés, sous la direction de mon maître, monsieur Paul Riou, dans les laboratoires de l'École des Hautes Études Commerciales de Montréal.

Qu'il me soit permis de présenter mes remerciements les plus sincères à monsieur Paul Riou pour les précieux conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer au cours de mes travaux.

Je remercie également toutes les personnes qui m'ont fait parvenir des échantillons d'arbres de différentes régions de la province, en particulier, le révérend père Louis-Marie, directeur du laboratoire de botanique de l'Institut agricole d'Oka, M. Jean-Joseph Lévesque du Ministère de la Colonisation, le révérend frère Servule des frères de la Charité, le cercle des jeunes naturalistes de Drummondville, de la même communauté, monsieur Deschamps, directeur de la pépinière de Berthier, et le révérend frère Hormisdas, I. C.

Je prie le révérend frère Marie-Victorin, directeur de l'Institut botanique et monsieur Jacques Rousseau, secrétaire de l'ACFAS, d'agréer l'expression de ma vive gratitude pour leur sympathique et précieuse collaboration.

Enfin, je tiens à remercier le révérend frère Hormisdas, de l'École supérieure St-Stanislas, monsieur Joachim Delorme, professeur à l'École des Hautes Études et monsieur Jean Pagé, attaché aux laboratoires de la même institution, de l'aide qu'ils m'ont apportée au cours de mes nombreuses expériences.

INTRODUCTION

Au cours de l'année 1933, nous avons l'avantage de discuter avec monsieur Paul Riou des nombreux problèmes qui s'offraient à la recherche scientifique dans notre province. À la suite de ces entretiens répétés, nous avons convenu qu'il serait fort intéressant de faire une étude systématique de la distribution du fer et du manganèse dans les arbres du Québec. Les raisons suivantes nous avaient convaincus de la nécessité de ce travail :

1.—Depuis quelques années, on reconnaît dans la plupart des centres scientifiques la grande importance des métaux en trace, en physiologie végétale. De nombreux chercheurs, Jadin et Astruc (1), G. Bertrand et M. Rosenblatt (2), McHargue (3), Jones (4), Gile et Carero (5), pour n'en mentionner que quelques-uns, ont établi, hors de tout doute, que le fer et le manganèse, en particulier, jouent un rôle primordial dans les phénomènes de la vie végétale.

2.—Jamais encore une étude complète et systématique de la distribution du fer et du manganèse dans les différents organes des arbres n'a été faite. Les chercheurs se sont plutôt intéressés, en général, à

-
- (1) C. R. 155, No 6, pp. 406-408 (1912).
Jour. Pharm. et Chim., 7 sér. No 4. pp. 155-161 (1913).
 - (2) Ann. Inst. Pasteur, 35 No 12, pp. 815-819 (1921).
" " " , 36 No 3. pp. 230-232 (1922).
C. R. 174, No 7, pp. 491-493 (1922).
Soc. Chim. de France, Bull. 51, pp. 862-864 (1932).
 - (3) J. Am. Chem. Soc. 44, pp. 1592-1598 (1922).
Journ. Ind. & Eng. Chemistry, Vol. 18, No 2, pp. 172-175 (1926).
Journ. Agr. Research (U. S.) 23, No 6, pp. 395-399 (1923).
Am. Soc. Plant. Physiol. p. 12 (1926) Abst. of meeting.
 - (4) Bioch. Journal, 14, pp. 654-659 (1920).
 - (5) Jour. Agr. Research, Vol. 3, pp. 205-210 (1914).

l'emploi de ces métaux comme engrais (6), à leur influence sur la chlorose de certaines plantes (7) ou à leur présence dans quelques espèces végétales (8). Au cours de nos recherches bibliographiques, nous n'avons relevé que quatre notes sur la présence du manganèse dans certains arbres. L'une, de Kleinstuck (9), intitulée: "De la présence du manganèse dans les arbres", donne le résumé des travaux de l'auteur sur les arbres de la vallée de l'Elbe. Deux autres notes, publiées par des chercheurs australiens, Bishop (10) et Cohen (11), ont trait à des arbres de l'Australie, principalement à des espèces différentes d'Eucalyptus. Enfin, un chimiste hindou, Nag (12), a étudié certains arbres des Indes britanniques.

3.—L'étude de nos arbres présente, à la fois, un intérêt régional, par suite de l'importance de nos forêts dans le domaine économique, et un intérêt général, étant donné le fait que la saison d'été

-
- (6) G. Bertrand, C. R. Acad. Sci. 141 (1905) No 26, pp. 1255-1257.
" " R. Sci. (Paris) 49 (1911) No 22, pp. 673-680.
Boullanger E., Ann. Sci. Agron. 4, ser. 1 (1912), No 3, pp. 161-180.
Hoffman I. C. Ohio Sta. Bim. Bulletin 149 (1931) pp. 58-62.
McHargue J. S. & Shedd, O. M. Journ. Am. Agron. 22 (1930)
No 8739-46.
Arndt, C. H. Amer. Journ. Botany 19, (1922) No 2, pp. 47-71.
- (7) Bousch K., Ber. bot. Ges. 42, pp. 284-290 (1924), Bot. abst. 14, 718.
Gile P. L. Porto Rico Agr. Exp. Sta. Mayaguez, Science, 44, (1916)
pp. 855-857.
Johnson, M. O. Hawai Agr. Exp. Sta. Bull. 52, (1924).
Kuhnoltz G., Prog. Vit. 89, pp. 310-2 (1928).
McGeorge, W. T. Soil Science, 16, pp. 269-74 (1923).
Burke, E., Montana Sta. Rpt. 1927, p. 90.
- (8) Brautlecht C. A. et G. Crawford, Journ. Ind. and Engin. Chem. 6,
(1914) No 12, pp. 1001-1003.
Skinner J. T. et W. H. Petersen, Journ. Biol. Chem. Vol. 70, No 2
(1928) pp. 679-688.
W. H. Peterson et C. A. Elvehjem. Journ. Biol. Chem. Vol. 78, No
1 (1928) pp. 215-224.
C. W. Lindow et W. H. Peterson. Journ. Biol. Chem. Vol. 75
(1927) pp. 169-176.
McHargue J. S. Journ. Am. Soc. Agronomy, Vol. 18, No 12 (1926)
pp. 1076-82.
- (9) Chem. Ztg. (1928) Vol. 52, p. 598.
- (10) "Distribution of Mn in plants and its importance in plant metabolism". Aust. J. Expt. Biol. Med. Sci. 5, pp. 125-41 (1928).
- (11) "The Mn content of some Australian timbers". Journ. Council Sci. Ind. Res. 6, pp. 116-119 (1933).
- (12) "Significance of manganese in plants". Trans. Bose Res. Inst. 8, pp. 116-119 (1933).

est courte dans notre pays et que la croissance y est rapide. De plus, à cause de l'influence reconnue du fer et du manganèse dans la chlorose des végétaux (13), il nous a paru intéressant de doser ces métaux dans des arbres sains de nos forêts, afin de pouvoir, par la suite, établir des comparaisons avec des arbres atteints de cette maladie. Convaincu de l'intérêt que présenterait une telle étude, nous avons décidé de l'entreprendre nous-même en collaboration avec un de nos élèves, le frère Hormisdas, I. C., qui accepta de se charger des conifères. Pour notre part, nous nous sommes réservé les principaux arbres à feuilles caduques. La première partie de notre étude, terminée l'an dernier, a donné lieu à la publication d'une thèse (14), dont la soutenance a valu à notre savant collaborateur le grade de docteur ès sciences. Le présent mémoire contient les résultats de nos propres expériences.

Au début de son mémoire (15), le frère Hormisdas fait l'historique complet des travaux des divers chercheurs sur le rôle que jouent le fer et le manganèse dans l'économie végétale. Il nous paraît, en conséquence, inutile de refaire ici cette synthèse. Contentons-nous de signaler que l'on admet aujourd'hui que ces deux métaux existent d'une façon presque générale dans les végétaux et que l'on reconnaît qu'ils sont nécessaires à la vie et à la santé des plantes.

C'est donc en pleine connaissance des travaux déjà faits et des résultats obtenus que nous avons entrepris notre étude, en nous posant les quelques questions suivantes:

- 1° Nos arbres contiennent-ils tous du fer et du manganèse ?
- 2° De quelle façon les teneurs en fer et en manganèse varient-elles pour un genre donné d'une espèce à une autre, et d'un organe d'une même espèce à un autre ?

(13) Rippel Aug. Bioch. Z. 140 (1933) pp. 315-323.
Johnson M. O. Hawaii Sta. Bull. 52 (1924) pp. 38.
Bennett J. P., California Sta. Circ. 321 (1931).
Chapman G. W., New Phytol. Vol. 30, pp. 266-283 (1931).

(14) "Le Fer et le Manganèse dans les Conifères du Québec" par le révérend frère Hormisdas, I. C., contribution No 8, Laboratoire de l'École des Hautes Études commerciales de Montréal, mai 1937.

(15) Op. cit. pp. 9-20, p. 25.

- 3° Les teneurs en fer et en manganèse sont-elles constantes d'un genre à l'autre ?
- 4° Enfin, la nature du terrain joue-t-elle un rôle dans l'assimilation par les arbres de l'un et l'autre métal ?

Pour répondre à ces questions, nous avons étudié 105 arbres différents, provenant de divers points de la province de Québec. Nous avons dû nous limiter à quelques genres bien déterminés, car l'étude de toutes les espèces d'arbres et d'arbustes à feuilles caduques qui croissent chez nous aurait exigé un travail considérable, nullement nécessaire pour obtenir les résultats recherchés. Les genres choisis sont les plus importants que nous trouvions dans nos forêts, à cause de certaines particularités de quelques-unes des espèces qui leur appartiennent ou de leur grande abondance.

Chapitre I

Genres et espèces étudiés — Provenance — Méthodes d'analyse

Les résultats que nous présentons dans ce travail sont ceux d'analyses faites sur des individus représentant les familles suivantes: les acéracées, genre acer, les oléacées, genre fraxinus, les ulmacées, genre ulmus, les bétulacées, genres betula et ostrya et les salicacées, genre populus. Presque tous les arbres étudiés ont été coupés en pleine forêt. Ils proviennent des régions les plus diverses de la province: Bagotville, Oka, Drummondville, Berthier, Ste-Thérèse, St-François de Sales, St-Vincent de Paul, Outremont, Montigny, Mont St-Michel, Ste-Germaine, Nomingue, Longue-Pointe, Buckingham, Shawinigan et Ste-Béatrice de Montcalm. Dans pratiquement tous les cas, les arbres obtenus étaient parfaitement sains. Comme on le voit par la liste des localités ci-haut mentionnées, nous nous sommes efforcé de nous procurer des échantillons de régions éloignées les unes des autres et différentes quant au sol, à la conformation générale du terrain et au climat, afin d'obtenir une moyenne vraiment représentative pour chaque espèce.

Méthodes analytiques

Les premières opérations que nous avons effectuées sur les échantillons ont consisté à séparer pour chacun, l'écorce, l'aubier et le coeur. Environ 50 grammes de chacune de ces parties taillées en petits morceaux, ainsi que 50 grammes de feuilles et de rameaux ont été ensuite desséchés à l'étuve à 100°-102°C pendant 2 à 3 heures, temps jugé suffisant par le frère Hormisdas au cours de ses travaux(16). De nombreuses vérifications sur nos propres échantillons nous ont permis de confirmer ce point.

(16) Op. cit. page 41.

Après dessiccation complète, nous avons placé chacun des échantillons ainsi obtenus dans un dessiccateur à acide sulfurique et nous en avons pesé 2 grammes, ceci pour toutes les parties de chaque arbre, à l'exception de l'aubier et quelquefois du coeur (17), alors que nous avons dû opérer sur 5 grammes. Dans certains cas, cependant, par suite de la teneur trop forte en fer et en manganèse de certains échantillons, nous avons dû opérer sur 1 g. et même sur 0.5 g. Nous avons ensuite incinéré au bec Bunsen, en chauffant à feu modéré afin d'éviter la fusion des sels des métaux alcalins. L'incinération terminée, nous avons laissé refroidir les creusets dans un dessiccateur à acide sulfurique puis pesé afin de déterminer le pourcentage de cendres de chaque partie analysée. La durée de l'incinération s'est avérée des plus variables: alors que pour certains échantillons, il suffisait de $\frac{3}{4}$ d'heure pour obtenir des cendres parfaites, dans quelques cas, il a fallu chauffer pendant deux heures.

Manganèse :

Nous avons dosé le manganèse dans tous nos échantillons d'après une méthode que nous avons mise au point avec le concours de monsieur Joachim Delorme et du révérend frère Hormisdas, en combinant la méthode colorimétrique de Gabriel Bertrand (18) et celle de l'American Water Works Association (19). Nous n'avons pas la prétention d'avoir trouvé une technique nouvelle; il s'agit simplement d'une modification qui, sans nuire aucunement à la précision des dosages (de nombreux essais l'ont établi), a l'avantage de rendre le travail plus rapide et l'appréciation des teintes plus facile. La méthode de Bertrand consiste à traiter les cendres par $\text{NO}^3\text{H}\frac{1}{4}$, à y ajouter quelques gouttes de NO^3Ag à 10% pour insolubiliser les chlorures qui empêcheraient la formation du permanganate puis à porter le tout à l'ébullition en présence de persulfate de potassium. Au cours de nos premières expériences, nous avons remarqué, tout comme M. Joachim Delorme et le révérend Frère Hormisdas, la présence de chlorures abondants dans la plupart des cen-

(17) Quand la quantité de fer ou de manganèse s'avérait trop faible.

(18) Guide pour les manipulations de chimie biologique, 3e édit. 1919, p. 31.

(19) Standards Methods for the examination of Water and Sewage, 6th edit. 1925, p. 50-52.

dres obtenues. Souvent même, il nous avait fallu, à tous trois, refaire l'incinération et reprendre des dosages, soit que la quantité de NO^3Ag ajoutée fût insuffisante, et alors la solution restait incolore, soit qu'il se produisît un louche prononcé nous empêchant de faire une lecture précise, soit enfin que, par suite d'un excès de NO^3Ag , la coloration obtenue différât des tons de la gamme. Nous avons, en conséquence, en nous inspirant de la méthode de l'American Water Works Association et de celle de Garnier (20), fait précéder l'addition d'acide nitrique du traitement suivant: nous avons ajouté aux cendres, dans les creusets, de 5 à 15 gouttes de SO^4H^2 concentré puis nous avons porté au bain de sable jusqu'à dégagement de vapeurs de SO^3 , afin d'éliminer la plus grande partie possible de l'acide chlorhydrique libéré. Cette modification apportée à la technique de Bertrand nous a permis d'ajouter moins de NO^3Ag et, en conséquence, nous avons dû rarement reprendre des dosages. Par ailleurs, nous avons constaté très souvent la présence de composés insolubles dans SO^4H^2 ou NO^3H , ce qui rendait l'appréciation des teintes fort difficile. Pour faire disparaître cet inconvénient, nous avons filtré toutes les solutions où il y avait un dépôt, la teneur en manganèse du résidu ne dépassant pas 0.0002% comme l'a établi le frère Hormisdas (21) qui avait adopté, sur notre recommandation, cette façon de procéder. La filtration offre un autre intérêt: elle élimine les particules de carbone qui pourraient réduire une petite partie du permanganate formé et infirmer la valeur des résultats. Enfin, lors des premiers dosages effectués par le frère Hormisdas et par nous-même, nous avons eu tous deux, dans certains cas, de grandes difficultés à apprécier les diverses teintes obtenues. Nous opérons sur des dilutions à 10 c.c. de la solution obtenue en traitant les cendres par $\text{NO}^3\text{H}^{1/4}$, comme l'indique Bertrand. Nous avons, en conséquence, décidé de diluer à 50 c.c. au lieu de 10 c.c., ce qui n'a pas manqué de faciliter l'appréciation des couleurs. En résumé, voici la technique que nous avons adoptée:

1°—Traitement des cendres par 5 à 10 gouttes de SO^4H^2 concentré, d'après leur importance.

2°—Addition d'environ 20 à 25 c.c. de $\text{NO}^3\text{H}^{1/4}$.

(20) Bull. Sci. Phar. 37, pp. 140-146 (1929).

L'auteur conseille d'ajouter aux cendres 2 à 3 gouttes de SO^4H^2 .

(21) Op. cit. p. 43.

- 3°—Addition de 5 à 10 gouttes (suivant le cas) de NO^3Ag , 10%.
- 4°—Filtration (quand il y a lieu) et lavage du filtre à $\text{NO}^3\text{H}^{1/4}$.
- 5°—Addition de $\text{NO}^3\text{H}^{1/4}$ au filtrat, pour compléter à 50 c.c.
- 6°—Addition d'environ Og. 5 de SO^4K .
- 7°—Séjour au bain-marie à 100°C . jusqu'à décomposition complète du SO^4K .
- 8°—Comparaison avec les différentes teintes d'une gamme colorimétrique préparée à l'aide d'une solution-étalon.

Pour obtenir cette dernière, nous avons suivi la méthode de Denigès (22) qui est exposée au long dans la thèse de monsieur Joachim Delorme (23).

Nous nous sommes enfin servi pour nos dosages d'un colorimètre construit d'après les principes exposés par le frère Hormisdas, I.C., dans une note à l'Académie des Sciences (24). Ce colorimètre a le grand avantage d'augmenter la rapidité des dosages, facteur important, car la gamme et les solutions ont l'inconvénient de pâlir avec le temps.

Nous avons préparé notre gamme de la façon suivante : dans différents tubes Nessler, nous avons introduit respectivement 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.25, 1.50, 1.75 et 2.0 c.c. de la solution étalon (1 c.c. = 0.1 milligramme Mn), puis nous avons ajouté dans chacun quelques gouttes de NO^3Ag à 10% et nous avons complété jusqu'à 50 c.c. avec $\text{NO}^3\text{H}^{1/4}$. Après addition de SO^4K , nous avons porté au bain-marie jusqu'à oxydation complète du manganèse.

Fer :

Pour effectuer le dosage du fer, nous avons eu également recours à une méthode de l'American Health Association, décrite dans l'ouvrage "Standard Methods for the examination of Water and Sewage" (25), méthode que nous avons légèrement modifiée dans quelques détails. Après l'incinération, les cendres sont traitées di-

(22) Précis de chimie analytique, 4e édition, 1913, p. 892.

(23) "Le fer et le manganèse dans les sucres d'érable et de canne".

Contribution No 7, École des Hautes Études Commerciales de Montréal, mai 1937.

(24) C. R., 202, 1936, p. 1925.

(25) pp. 46 et 47.

rectement par 10 c.c. environ de ClH 1/3 et chauffées au bain de sable afin de favoriser leur mise en solution. On filtre en recueillant le filtrat dans un tube de Nessler de 100 c.c. portant une graduation de 50 c.c. Après addition d'environ 10 c.c. d'eau distillée dans chaque creuset, on chauffe ces derniers à l'ébullition toujours au bain de sable. On verse de nouveau sur le même filtre et on recueille les eaux de lavage dans le même Nessler. On lave le creuset et on le filtre à l'eau distillée chaude, jusqu'à ce que le volume total soit d'environ 40 c.c. On ajoute ensuite quelques gouttes d'une solution de MnO^4K , environ $n/5$, jusqu'à teinte rose persistant pendant 8 à 10 minutes. Le fer est ainsi transformé complètement en sel ferrique.

On verse alors dans chacun des tubes, 5 c.c. d'une solution de SCyK à 5% et on complète à 50 c.c. avec de l'eau distillée. On obtient ainsi diverses teintes que l'on compare avec celles de la gamme colorimétrique. De même que pour le manganèse, la dilution à 50 c.c. facilite les dosages.

La solution-étalon se prépare comme suit: on dissout 0.70 g. de sulphate ferreux ammoniacal cristallisé dans un mélange de 50 c.c. d'eau distillée et de 20 c.c. d'acide sulfurique dilué. On chauffe cette solution et on lui ajoute, goutte à goutte, une solution de MnO^4K jusqu'à oxydation complète du sel ferreux.

On complète ensuite à un litre et chaque centimètre cube de la solution finie correspond à 0.1 mg de fer.

Pour préparer la gamme on verse dans 9 tubes Nessler, respectivement 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.25, 1.50 et 2.0 c.c. de cette solution-étalon, 5 c.c. de ClH 1/3, 30 c.c. d'eau distillée, 2 gouttes de MnO^4K et 5 c.c. de la solution à 5% de SCyK . On complète à 50 c.c. avec de l'eau distillée, en agitant bien pour que la solution soit homogène.

Le même colorimètre sert pour ces dosages qui, eux aussi, doivent être faits rapidement, les teintes de la gamme ayant également l'inconvénient de s'atténuer avec le temps.

Tous nos essais pour le fer et le manganèse ont été faits dans des récipients émaillés ou en verre pyrex.

Dans les chapitres qui suivent, nous indiquons les résultats analytiques obtenus par chaque genre et chaque espèce traités.

Chapitre II

LES ACÉRACÉES

Cette famille comprend deux genres dont un seul se rencontre en Amérique: le genre *acer*. Dans notre province, on trouve huit espèces appartenant à ce dernier genre: l'érable à Giguère, *Acer Negundo* L., l'érable de Pennsylvanie, *Acer pennsylvanicum* L., l'érable à épis, *Acer spicatum* Lam., l'érable argenté, *Acer saccharinum* L., l'érable rouge, *Acer rubrum* L., l'érable de Norvège, *Acer platanoïdes* L., l'érable à sucre, *Acer saccharum* Marsh. et l'érable noir, *Acer nigrum* Michx. Nous avons laissé de côté l'érable de Norvège que l'on trouve chez nous plutôt comme arbre d'ornementation. Quant à l'érable noir, par suite de sa distribution peu générale et de la difficulté que nous avons eue de nous procurer des échantillons, nous avons dû nous contenter d'une très grosse branche que le R. P. Louis-Marie a eu l'amabilité de couper à même le seul individu trouvé sur la ferme des révérends pères Trappistes, à Oka.

Les érables sont des arbres qui poussent dans n'importe quel type de sol: acide, neutre ou calcaire.

1 — ÉRABLE À GIGUÈRE — ACER NEGUNDO L.

$$\% \frac{\text{Cendres}}{\text{m.s. (a)}}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	27	7"	7.37	0.65	1.56	2.58	9.31
Oka	9	2 1/2"	8.49	0.61	1.37	2.55	7.00
Drummondville	13	3"	7.97	0.60	1.17	2.10	7.33
Longue-Pointe	21	6"	9.15	0.75	1.23	3.57	11.30
St-François de Sales	17	2"	8.17	0.54	1.20	3.07	11.17
St-Vincent de Paul	10	4"	10.19	0.59	1.22	1.77	11.70
Nominingue	20	2 3/4"	8.93	0.83	1.18	3.10	10.53
Moyennes			8.64	0.66	1.28	2.67	9.76

(a) Matière sèche.

ÉRABLE À GIGUÈRE — ACER NEGUNDO

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0275	0.0053	0.0018	traces	0.0044	0.0000	0.0045	0.0010	0.0325	0.0040
Oka	0.0125	0.0020	0.0012	traces	0.0025	0.0000	0.0050	0.0025	0.0125	0.0010
Drummondville	0.0235	0.0040	0.0012	0.0000	0.0010	0.0000	0.0100	0.0010	0.0200	0.0025
Longue-Pointe	0.0290	0.0023	0.0010	traces	0.0025	0.0000	0.0075	0.0015	0.0400	0.0050
St-François de Sales	0.0160	0.0023	0.0016	0.0000	0.0015	0.0000	0.0063	0.0010	0.0220	0.0025
St-Vincent de Paul	0.0100	0.0033	0.0014	0.0000	0.0015	0.0000	0.0025	0.0010	0.0175	0.0020
Nominingue	0.0200	0.0080	0.0010	traces	0.0010	traces	0.0035	0.0062	0.0200	0.0100
Moyennes	0.0195	0.0039	0.0013	traces	0.0020	traces	0.0056	0.0020	0.0235	0.0038
Rapports Mn/Fe	0.20		0.00		0.00		0.35		0.16	
% Mn + Fe	0.0234		0.0013		0.0020		0.0076		0.0273	

ÉRABLE À GIGUÈRE — ACER NEGUNDO

Remarques

a) Cendres

La principale caractéristique de cette espèce est le pourcentage relativement élevé de cendres que donne l'incinération du coeur de chaque échantillon. Alors que dans pratiquement tous les autres arbres étudiés, ce pourcentage n'atteint jamais 1%, la moyenne des sept individus analysés est de 1.28%. Ce sont les feuilles qui contiennent le plus de matières minérales: 9.76% et l'aubier qui en contient le moins: 0.66%. Quant à l'écorce, la partie externe donne plus de cendres que la partie interne, comme l'indiquent les chiffres suivants:

écorce externe: 9.55%

écorce interne: 7.66% *

Les pourcentages Fe + Mn varient de la même façon que les pourcentages de cendres :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	9.76	8.64	2.67	1.28	0.66
% Fe + Mn	0.0273	0.0234	0.0076	0.0020	0.0013

b) Fer

Cette espèce est riche en fer, les feuilles ayant la teneur la plus élevée: 0.0235%. Puis viennent l'écorce, les rameaux, le coeur et finalement l'aubier.

(*) Nous donnons au mot écorce le sens vulgaire, c'est-à-dire que nous entendons ici, l'ensemble des tissus, allant, en principe, de l'épiderme à l'assise intra-libérienne de croissance en épaisseur et formée surtout du liber secondaire. Quand nous avons divisé l'écorce en deux parties, nous avons appelé l'écorce externe, la partie rugueuse de la face et écorce interne, la partie arrière plus le liber.

La partie externe de l'écorce contient beaucoup plus de fer que la partie interne :

écorce externe: 0.0296%

écorce interne: 0.0094%

c) *Manganèse*

On remarquera les pourcentages extraordinairement faibles de manganèse que révèle l'analyse des divers érables à Giguère. Le coeur et l'aubier n'en contiennent pas ou à peu près pas. C'est l'échantillon de Nominique qui est le plus riche, d'une manière générale, probablement parce que l'arbre que nous avons pu nous procurer avait été planté en un terrain absolument sablonneux, donc fortement acide, circonstance qui semble favoriser l'assimilation du manganèse (26) par les plantes.

Les feuilles et l'écorce contiennent à peu près la même quantité de manganèse, soit respectivement 0.0038% et 0.0039%.

Comme pour le fer, c'est l'écorce externe qui contient le plus de manganèse, ainsi que l'établissent les moyennes suivantes :

écorce externe: 0.0065%

écorce interne: 0.0013%

Enfin, signalons que pour toutes les parties de l'arbre le rapport Mn/Fe est très faible et toujours inférieur à l'unité, ce qui indique le rôle prépondérant du fer dans la physiologie des individus de cette espèce.

(26) F. Hormisdas, op. cit. p. 151.

Schollenberger, C. Soil science, 25, pp. 357-358 (1928).

Leeper G. W. Nature, 134, pp. 972-973 (1934).

Olsen C. Bioch. Z. 269, pp. 329-348 (1934).

2 — ÉRABLE DE PENNSYLVANIE — ACER PENNSYLVANICUM L.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Shawinigan	8	11½"	8.39	0.68	0.63	2.25	7.85
Montigny	12	1"	6.29	0.55	0.39	2.50	6.57
Nominingue	8	¾"	7.41	0.71	0.43	1.75	6.43
Mont St-Michel	8	¾"	5.22	0.72	0.53	2.40	6.25
Ste-Béatrice de Montcalm	18	2½"	7.65	0.40	0.38	3.33	5.80
Oka	25	3"	8.88	0.39	0.40	2.58	7.99
Moyennes			7.31	0.57	0.46	2.47	6.81

ÉRABLE DE PENNSYLVANIE — ACER PENNSYLVANICUM L.

ÉRABLE DE PENNSYLVANIE — ACER PENNSYLVANICUM

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Shawinigan	0.0095	0.0110	0.0018	0.0060	0.0014	0.0025	0.0050	0.0060	0.0250	0.0320
Montigny	0.0028	0.0280	0.0012	0.0080	0.0020	0.0150	0.0035	0.0050	0.0100	0.0100
Nominingue	0.0063	0.0225	0.0010	0.0020	0.0005	0.0100	0.0030	0.0175	0.0050	0.0090
Mont St-Michel	0.0093	0.0400	0.0010	0.0080	0.0020	0.0080	0.0040	0.0250	0.0125	0.0200
Ste-Béatrice de Montcalm	0.0057	0.0250	0.0002	0.0025	0.0010	0.0040	0.0035	0.0175	0.0175	0.0250
Oka	0.0050	0.0250	0.0006	0.0025	0.0005	0.0025	0.0100	0.0175	0.0150	0.0088
Moyennes	0.0061	0.0252	0.0010	0.0048	0.0012	0.0070	0.0047	0.0148	0.0142	0.0175
Rapports Mn/Fe	4.13		4.80		5.83		3.15		1.23	
% Fe + Mn	0.0313		0.0058		0.0082		0.0195		0.0317	

ÉRABLE DE PENNSYLVANIE — ACER PENNSYLVANICUM

Remarques

a) *Cendres*

L'écorce des érables de Pennsylvanie est la partie qui contient le plus de matières minérales : 7.31%, l'écorce externe et l'écorce interne ayant la même teneur, soit :

écorce externe: 7.32%

écorce interne: 7.30%

C'est dans le coeur que l'on trouve le moins de cendres.

Pour cette espèce, la relation entre le pourcentage de cendres et de Fe + Mn n'est pas aussi rigoureuse que pour les érables à Giguère :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	7.31	6.81	2.47	0.57	0.46
% Fe + Mn	0.0313	0.0317	0.0195	0.0058	0.0082

b) *Fer*

Cette espèce est plutôt pauvre en fer, si on la compare à la précédente. Sauf les feuilles qui en contiennent une moyenne de 0.0142%, toutes les parties ont un pourcentage inférieur à 0.0100%

L'écorce externe avec 0.0090% de fer est plus riche que l'écorce interne qui n'en contient que 0.0032%.

c) *Manganèse*

Par contre, on trouve une assez forte quantité de manganèse dans tous les organes de cet arbre. L'écorce en contient le plus :

0.0252%, la partie externe étant encore, cette fois-ci, plus riche que l'autre, comme le prouvent les pourcentages suivants :

écorce externe: 0.0300%

écorce interne: 0.0204%

Les rapports Mn/Fe sont très élevés et toujours supérieurs à l'unité. Seul, celui des feuilles, 1.23, est relativement bas par rapport aux autres.

3 — ÉRABLE À ÉPIS — ACER SPICATUM LAM.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Nominingue	22	4"	3.38	0.25	0.90	1.73	3.75
Oka	18	2"	6.04	0.46	0.43	1.90	6.40
Drummondville	10	1½"	5.85	0.40	0.55	1.73	6.07
Loranger	12	2"	7.13	0.23	0.40	1.98	5.95
Mont St-Michel	15	2½"	4.34	0.33	0.33	2.00	8.30
Moyennes			5.35	0.33	0.52	1.87	6.09

ÉRABLE À ÉPIS — ACER SPICATUM

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Nominingue	0.0055	0.0212	0.0009	0.0027	0.0004	0.0038	0.0063	0.0100	0.0080	0.0070
Oka	0.0080	0.0066	0.0012	0.0006	0.0040	0.0010	0.0087	0.0050	0.0275	0.0100
Drummondville	0.0210	0.0068	0.0018	0.0005	0.0015	0.0010	0.0063	0.0030	0.0300	0.0125
Loranger	0.0050	0.0094	0.0016	0.0004	0.0010	0.0010	0.0050	0.0063	0.0150	0.0035
Mont St-Michel	0.0059	0.0200	0.0006	0.0020	0.0015	0.0020	0.0020	0.0100	0.0150	0.0088
Moyennes	0.0091	0.0128	0.0012	0.0012	0.0017	0.0018	0.0057	0.0069	0.0191	0.0083
Rapports Fe/Mn	1.40		1.00		1.05		1.21		0.43	
% Fe + Mn	0.0219		0.0024		0.0035		0.0126		0.0274	

ÉRABLE À ÉPIS — ACER SPICATUM**Remarques****a) Cendres**

Les feuilles et l'écorce des arbres de cette espèce donnent à l'incinération un pourcentage élevé de cendres : 6.09 et 5.35 respectivement. Les autres parties sont plutôt pauvres en matières minérales.

Voici comment se répartissent ces dernières dans l'écorce :

écorce externe: 5.73%

écorce interne: 4.96%

Signalons, enfin, que les pourcentages de cendres des diverses parties décroissent dans le même ordre que ceux de Fe + Mn :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	6.09	5.35	1.87	0.52	0.35
% Fe + Mn	0.0274	0.0219	0.0126	0.0035	0.0024

b) Fer

Encore une autre espèce dont la teneur en fer est peu élevée. Ce sont les feuilles qui en contiennent le plus, puis l'écorce, la partie externe de cette dernière étant plus riche que la partie interne. Les chiffres suivants le démontrent :

écorce externe: 0.0130%

écorce interne: 0.0052%

Viennent ensuite dans l'ordre, les rameaux, le coeur et l'aubier

c) *Manganèse*

La teneur en manganèse des diverses parties de cet arbre est moyennement élevée. L'écorce est la plus riche: 0.0128%; la partie interne en contient un peu moins que l'interne :

écorce externe: 0.0137%

écorce interne: 0.0119%

Les rapports Mn/Fe sont légèrement supérieurs à l'unité sauf celui des feuilles, partie de l'arbre qui est particulièrement riche en fer, et celui de l'aubier qui contient exactement les mêmes quantités de fer et de manganèse.

ÉRABLE ARGENTÉ — ACER SACCHARINUM L.

% $\frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	62	9"	3.60	0.32	0.55	2.62	5.33
St-Vincent	5	21½"	2.60	0.41	0.30	1.80	6.05
Oka	12	3"	5.21	0.96	0.40	2.13	5.77
Outremont	39	5"	3.50	0.34	0.38	2.00	6.40
Moyennes			3.73	0.51	0.41	2.14	5.88

ÉRABLE À SUCRE — ACER SACCHARUM

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0095	0.0244	0.0006	0.0028	0.0008	0.0030	0.0050	0.0100	0.0150	0.0225
St-Vincent	0.0033	0.0190	0.0008	0.0008	0.0010	0.0005	0.0020	0.0050	0.0200	0.0090
Oka	0.0212	0.0040	0.0018	0.0025	0.0020	0.0015	0.0040	0.0035	0.0225	0.0063
Outremont	0.0060	0.0288	0.0018	0.0020	0.0035	0.0040	0.0060	0.0125	0.0150	0.0200
Moyennes	0.0100	0.0190	0.0012	0.0020	0.0018	0.0022	0.0040	0.0077	0.0181	0.0144
Rapports Mn/Fe	1.90		1.66		1.22		1.90		0.79	
% Fe + Mn	0.0290		0.0032		0.0040		0.0117		0.0325	

ÉRABLE ARGENTÉ — ACER SACCHARINUM**Remarques****a) Cendres**

Les feuilles de l'érable argenté contiennent plus de matières minérales que chacune des autres parties: 5.88%. L'écorce ne donne pas beaucoup de cendres: 3.73%, chiffre peu élevé si on le compare à celui des autres érables.

Ce pourcentage moyen s'établit de la façon suivante :

écorce externe: 4.27%

écorce interne: 3.17%

Il convient de signaler que la variation des pourcentages de Fe+Mn et de cendres se fait dans le même sens pour les diverses parties de l'arbre, sauf pour le coeur et l'aubier, où la différence est plutôt insignifiante :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	5.88	3.73	2.14	0.51	0.41
% Fe + Mn	0.0325	0.0290	0.0117	0.0032	0.0040

b) Fer

L'érable argenté est riche en fer, les feuilles contenant encore, pour cette espèce, une plus grande quantité de ce métal que les autres parties. L'écorce vient ensuite, la partie externe ayant une teneur plus élevée que la partie interne, soit :

écorce externe: 0.0175%

écorce interne: 0.0025%

Il convient de remarquer que, d'une façon générale, l'échantillon d'Oka contient plus de fer que les autres.

c) Manganèse

La teneur en manganèse de l'érable est élevée. Signalons que l'arbre provenant d'Oka se distingue encore en ce qu'il contient moins de manganèse que les autres échantillons étudiés. C'est l'écorce qui contient le plus de manganèse: 0.0190%, suivie de près par les feuilles: 0.0144%. L'écorce externe contient, cette fois-ci, moins de manganèse que l'écorce interne :

écorce externe: 0.0143%

écorce interne: 0.0237%

et ceci, en dépit du fait que le pourcentage de cendres de cette dernière soit plus faible que celui de l'écorce externe. Les rapports Mn/Fe sont tous supérieurs à l'unité, sauf celui des feuilles où le fer domine.

5 — PLAINE — ACER RUBRUM L.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Montigny	31	4"	5.20	0.34	0.85	3.42	3.76
Berthier	54	10"	2.85	0.47	0.41	2.06	4.39
Nominingue	23	3½"	5.18	0.33	0.82	2.30	4.45
Oka	10	3"	4.94	0.54	1.05	1.83	4.30
Drummondville	16	4"	7.15	0.66	0.77	2.03	6.45
Bagotville	12	2"	5.39	0.31	0.20	1.75	4.43
Buckingham	25	3¼"	6.77	0.31	3.35	3.13	5.35
Moyennes			5.35	0.42	0.68 ⁽¹⁾	2.36	4.73

(1) Moyenne des 6 premiers échantillons, le 7ème étant altéré et ayant, par suite, un pourcentage élevé de cendres.

PLAINE — ACER RUBRUM

$\frac{Fe}{\% \text{ m.s.}}$ et $\frac{Mn}{\% \text{ m.s.}}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Montigny	0.0067	0.0250	0.0011	0.0045	0.0012	0.0060	0.0050	0.0135	0.0150	0.0337
Berthier	0.0108	0.0243	0.0012	0.0043	0.0018	0.0070	0.0032	0.0188	0.0125	0.0500
Nominingue	0.0055	0.0275	0.0010	0.0070	0.0005	0.0040	0.0020	0.0180	0.0075	0.0360
Oka	0.0048	0.0198	0.0008	0.0018	0.0010	0.0050	0.0040	0.0100	0.0075	0.0063
Drummondville	0.0170	0.0287	0.0018	0.0035	0.0025	0.0088	0.0075	0.0200	0.0250	0.0300
Bagotville	0.0081	0.0375	0.0030	0.0088	0.0030	0.0025	0.0030	0.0062	0.0100	0.0200
Buckingham	0.0056	0.0263	0.0008	0.0025	0.0035	0.0135 ⁽¹⁾	0.0040	0.0175	0.0100	0.0350
Moyennes	0.0083	0.0270	0.0014	0.0046	0.0019	0.0055	0.0041	0.0148	0.0125	0.0301
Rapports <i>Mn/Fe</i>	3.25		3.28		2.89		3.60		2.40	
% Fe + Mn	0.0353		0.0060		0.0074		0.0189		0.0426	

(1) Le coeur de cet arbre était altéré; il n'est pas tenu compte de sa teneur en manganèse dans la moyenne ci-dessus.

PLAINE — ÉRABLE ROUGE

Remarques

a) *Cendres*

Les plaines sont plutôt riches en matières minérales. Les pourcentages varient normalement d'un organe à l'autre. L'écorce donne plus de cendres que les autres parties: 5.35% réparties comme suit:

écorce externe: 6.05%

écorce interne: 4.65%

Il convient de signaler le phénomène que nous avons constaté au cours de l'analyse de l'échantillon de Buckingham. Alors que la moyenne des cendres du coeur des six autres individus n'est que de 0.68%, la plaine reçue de Buckingham en donne 3.35% pour cette même partie. Nous croyons que ce pourcentage élevé dépend du fait suivant: alors que toutes les autres parties de cet arbre étaient complètement saines, le coeur était fort altéré. Le frère Hormisdas a fait une constatation identique à propos d'un des cèdres qu'il a analysés (27). Sauf pour les feuilles, toujours très riches en fer et en manganèse, dans toutes les espèces que nous avons étudiées, nous constatons ici également que les pourcentages de cendres et de Fe + Mn varient de façon identique :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	5.35	4.73	2.36	0.68	0.42
% Fe + Mn	0.0353	0.0426	0.0189	0.0074	0.0060

b) *Fer*

La teneur en fer des différentes parties des arbres de cette espèce est comprise dans les limites observées par les autres érables. Il

(27) Op. cit. p. 131.

n'y a donc rien de remarquable à signaler à ce sujet. Indiquons cependant comment le fer est distribué dans l'écorce ;

écorce externe: 0.0132%

écorce interne: 0.0030%

Malgré le fort pourcentage de matières minérales que nous avons trouvé dans le coeur de l'échantillon de Buckingham, le fer n'y existe pas en plus grande quantité que dans la même partie des autres individus étudiés.

c) *Manganèse*

Les plaines sont très riches en manganèse, les feuilles, l'écorce et les rameaux en contenant respectivement: 0.0301%, 0.0270% et 0.0148%. Ici encore, la partie interne de l'écorce a une teneur en manganèse supérieure à celle de la partie externe :

écorce externe: 0.0240%

écorce interne: 0.0300%

Remarquons également que le pourcentage de manganèse trouvé dans le coeur de la plaine reçue de Buckingham est très élevé comparativement à la moyenne des six autres échantillons: 0.0135% et 0.0055%. Ce phénomène confirme parfaitement ce qu'avait observé le frère Hormisdas à propos du cèdre mentionné ci-dessus. Comme lui, nous nous posons cette question: "La teneur élevée en manganèse du coeur malade est-elle la cause ou la conséquence de ce phénomène?" (28) Ajoutons que tous les rapports Mn/Fe sont très élevés; le plus faible étant celui des feuilles 2.40; ce qui indique que le manganèse est beaucoup plus important que le fer pour la croissance des arbres de cette espèce.

(28) Op. cit. p. 146.

6 — ÉRABLE À SUCRE — ACER SACCHARUM MARSH.

$$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	42	7"	6.48	0.41	0.65	1.50	6.88
Nominingue	28	3"	6.07	0.38	0.35	1.33	5.20
Ste-Germaine	34	3"	6.94	0.58	0.57	3.23	4.88
Montigny	45	5"	9.80	0.32	0.87	2.08	4.80
Shawinigan	39	4"	6.30	0.44	0.40	2.45	5.39
Oka	30	3½"	10.11	0.33	0.48	3.45	6.15
Bagotville	50	5½"	8.16	0.33	0.90	3.25	6.30
Moyennes			7.69	0.40	0.60	2.47	5.66

ÉRABLE À SUCRE — ACER SACCHARUM

30

LE FER ET LE MANGANESE DANS LES PRINCIPAUX

Provenance	$\frac{Fe}{m.s.}$		$\frac{Mn}{m.s.}$		$\frac{Fe}{m.s.}$		$\frac{Mn}{m.s.}$		$\frac{Fe}{m.s.}$		$\frac{Mn}{m.s.}$	
	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles			
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn		
Berthier	0.0087	0.0430	0.0008	0.0050	0.0005	0.0050	0.0030	0.0045	0.0150	0.0087		
Nominingue	0.0100	0.0160	0.0018	0.0060	0.0014	0.0025	0.0050	0.0060	0.0250	0.0320		
Ste-Germaine	0.0102	0.0262	0.0035	0.0087	0.0020	0.0035	0.0045	0.0175	0.0250	0.0250		
Montigny	0.0080	0.0275	0.0062	0.0125	0.0030	0.0125	0.0050	0.0300	0.0175	0.0400		
Shawinigan	0.0073	0.0137	0.0010	0.0017	0.0012	0.0010	0.0088	0.0112	0.0187	0.0157		
Oka	0.0100	0.0200	0.0040	0.0045	0.0025	0.0030	0.0087	0.0200	0.0150	0.0250		
Bagotville	0.0060	0.0372	0.0016	0.0030	0.0020	0.0075	0.0040	0.0300	0.0090	0.0100		
Moyennes	0.0086	0.0262	0.0027	0.0059	0.0018	0.0055	0.0055	0.0170	0.0179	0.0220		
Rapports Mn/Fe	3.04		2.18		3.05		3.09		1.22			
% Fe + Mn	0.0348		0.0086		0.0073		0.0225		0.0399			

ÉRABLE À SUCRE — ACER SACCHARUM**Remarques****a) Cendres**

L'écorce des érables à sucre contient plus de matières minérales que toutes les autres parties. Pour chacun des échantillons analysés, c'est dans l'écorce interne que le pourcentage de cendres est le plus élevé.

écorce externe: 6.45%

écorce interne: 8.93%

L'aubier est la partie qui donne le moins de cendres.

Bien que la quantité de matières minérales contenues dans l'écorce soit plus considérable que celle que l'on trouve dans les feuilles, c'est dans ces dernières que le pourcentage Fe + Mn est le plus élevé. De même, l'aubier qui donne moins de cendres que le coeur, a cependant une teneur en Fe + Mn supérieure à celle du coeur.

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	7.69	5.46	2.47	0.60	0.40
% Fe + Mn	0.0348	0.0399	0.0225	0.0073	0.0086

b) Fer

À l'exception des feuilles (0.0179%), les diverses parties de l'érable à sucre sont plutôt pauvres en fer. La partie externe de l'écorce en contient plus que la partie interne. Voici comment se répartit ce métal dans l'écorce:

écorce externe: 0.0147%

écorce interne: 0.0025%

Le coeur en contient très peu: 0.0018%.

c) Manganèse

Le manganèse est très abondant dans tous les organes de l'*acer saccharum*. L'écorce vient en tête avec 0.0262%, suivie de près par les feuilles 0.0220%. Les parties externe et interne de l'écorce contiennent à peu près la même quantité de manganèse :

écorce externe: 0.0266%

écorce interne: 0.0258%

Tous les rapports Mn/Fe sont très élevés, même celui des feuilles qui sont pourtant assez riches en fer. Encore une autre espèce dans laquelle le manganèse semble jouer un rôle plus important que le fer !

7 — ÉRABLE NOIR — ACER NIGRUM MICHX.

Cendres
% —————
m.s.

Provenance	Âge	Diamètre	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
Oka	22	3"	11.17	0.55	0.78	4.75	7.13

ÉRABLE NOIR — ACER NIGRUM

Fe *Mn*
% ——— et ———
m.s. *m.s.*

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Oka	0.0098	0.0088	0.0010	0.0020	0.0015	0.0020	0.0018	0.0015	0.0100	0.0050
Rapports <i>Mn/Fe</i>	0.89		2.00		1.33		0.83		0.50	
% Fe + Mn	0.0186		0.0030		0.0035		0.0033		0.0150	

ÉRABLE NOIR — ACER NIGRUM

Remarques

Il est impossible de tirer des conclusions des chiffres obtenus au cours de l'analyse du seul échantillon d'érable noir que nous ayons pu obtenir. Nous tenons cependant à donner nos résultats pour que le genre *acer* soit aussi complet que possible et surtout parce que l'*acer nigrum* est très rare.

Nous signalons, toutefois, le pourcentage élevé des cendres de l'écorce. Voici comment les matières minérales totales, le fer et le manganèse, sont réparties dans cette partie de l'arbre :

	% cendres	% Fe	% Mn
écorce externe:	10.67	0.0160	0.0125
écorce interne:	11.67	0.0035	0.0050

Ajoutons que, d'une manière générale, l'échantillon étudié contient plus de fer que de manganèse; ce dernier métal étant relativement peu abondant.

Comparaison entre les divers érables

Cendres
 % —————
 m.s.

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
A. Negundo	8.64	0.66	1.28	2.67	9.76
A. pennsylvanicum	7.31	0.57	0.46	2.47	6.81
A. spicatum	5.35	0.33	0.52	1.87	6.09
A. saccharinum	3.73	0.51	0.41	2.14	5.88
A. rubrum	5.35	0.42	0.68	2.36	4.73
A. saccharum	7.69	0.40	0.60	2.47	5.66
A. nigrum	11.17	0.55	0.78	4.75	7.13

Sauf l'érable noir, espèce dont nous n'avons pu analyser qu'un seul représentant, les teneurs en cendres sont généralement uniformes pour chacune des parties et décroissent dans l'ordre suivant : écorce, feuilles, rameaux, coeur et aubier. Mentionnons toutefois que l'écorce de l'érable argenté est beaucoup moins riche en matières minérales que celle des autres espèces, tandis que le coeur de l'érable à Giguère donne à l'incinération un pourcentage plus élevé de cendres que celui de chacun des autres érables.

En général, la partie externe de l'écorce contient plus de matières minérales que la partie interne, à l'exception de l'érable à sucre et de l'érable noir dont les écorces sont fortement rugueuses et fendillées; ce qui facilite l'entraînement par l'eau (pluie, neige, rosée, etc.) des substances minérales solubles qui s'y trouvent.

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
A. Negundo	0.0195	0.0039	0.0013	traces	0.0020	traces	0.0056	0.0020	0.0238	0.0038
A. pennsylvanicum	0.0061	0.0252	0.0010	0.0048	0.0012	0.0070	0.0047	0.0148	0.0142	0.0175
A. spicatum	0.0091	0.0128	0.0012	0.0012	0.0017	0.0018	0.0057	0.0069	0.0191	0.0083
A. saccharinum	0.0100	0.0190	0.0012	0.0020	0.0018	0.0022	0.0040	0.0077	0.0181	0.0144
A. rubrum	0.0083	0.0270	0.0014	0.0046	0.0019	0.0055	0.0041	0.0048	0.0125	0.0301
A. saccharum	0.0086	0.0262	0.0027	0.0059	0.0018	0.0055	0.0055	0.0170	0.0179	0.0220
A. nigrum	0.0098	0.0088	0.0010	0.0020	0.0015	0.0020	0.0018	0.0015	0.0100	0.0050

a) Fer

Tous les érables contiennent du fer dans chacune des parties de l'arbre. Les différences constatées entre les diverses teneurs de chaque espèce sont peu importantes, à l'exception de l'érable à Giguère qui est beaucoup plus riche en fer que les autres, surtout dans les feuilles et l'écorce.

Il est donc évident que cet arbre ne se comporte pas physiologiquement, sur ce point, comme un érable.

Ajoutons, de plus, que quelle que soit la façon dont les matières minérales sont réparties dans l'écorce, nous avons toujours trouvé qu'il y avait une plus grande abondance de fer dans l'écorce externe que dans l'écorce interne, même pour les arbres à écorce fortement fissurée. Ce qui nous porte à croire que le fer existe dans cette partie à l'état de composé insoluble.

Signalons également que, pour chaque espèce, les feuilles constituent la partie la plus riche en fer, tandis que le coeur et l'aubier ont une teneur uniformément très faible en ce métal.

En général, la variation du fer dans les divers organes des érables se fait dans des limites peu étendues comme l'indiquent les chiffres suivants :

Écorce			Aubier			Coeur		
0.0083	-	0.0195	0.0010	-	0.0027	0.0012	-	0.0020

Rameaux			Feuilles		
0.0018	-	0.0057	0.0100	-	0.0238

b) Manganèse

Nous avons trouvé du manganèse dans toutes les parties des érables étudiés à l'exception de l'aubier et du coeur de l'Acer Negundo. Quatre échantillons sur sept de cette espèce ne contenaient absolument pas de manganèse dans l'aubier, tandis que les trois autres ne donnaient qu'une très faible teinte, bien au-dessous de celle du pre-

mier tube de la gamme. De même pour le coeur, nous n'avons décelé des traces de manganèse que dans un seul échantillon, les autres n'en contenant absolument pas.

L'étude du tableau ci-dessus révèle d'ailleurs que chacune des parties de l'érable à Giguère est très pauvre en manganèse comparativement aux parties correspondantes des autres érables, qui en possèdent toutes d'abondantes quantités. Ceci confirme ce que nous disions de cette espèce, à propos du fer : *l'érable à Giguère ne se comporte pas physiologiquement comme un érable*. Remarquons en outre que, sauf pour l'érable rouge, et contrairement à ce qui existe pour le fer, l'écorce des érables contient beaucoup plus de manganèse que les feuilles, bien que ces dernières soient très riches en ce métal. De plus, l'aubier et le coeur de chaque espèce ont une teneur uniformément basse. Notons enfin, que les deux espèces d'érable qui donnent au printemps une eau sucrée, la plaine et l'érable à sucre, se placent avant les autres, pour leur richesse en manganèse, dans pratiquement chacune de leurs parties. Peut-on rattacher un phénomène à l'autre, étant donné que l'on trouve du manganèse dans les eaux de l'érable à sucre (29) et dans les sucres d'érable (30) et de plaine (31) ?

Les limites de variation du manganèse dans les différentes parties des érables sont beaucoup plus étendues que pour le fer, même si nous ne tenons pas compte de l'*Acer Negundo* et de l'*Acer nigrum*, pour les raisons déjà mentionnées. Le tableau ci-dessous que l'on pourra comparer à celui que nous avons donné pour le fer, permet de s'en rendre compte.

Écorce			Aubier			Coeur		
0.0128	-	0.0270	0.0012	-	0.0059	0.0018	-	0.0070

Rameaux			Feuilles		
0.0069	-	0.0170	0.0083	-	0.0301

(29) Joachim Delorme, op. cit. p. 27.

(30) Joachim Delorme, op. cit. p. 38.

(31) Des essais qualitatifs sur trois sucres de plaine que nous avons pu nous procurer l'établissent nettement.

Rapports $\frac{Mn}{Fe}$

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>A. Negundo</i>	0.20	0.00	0.00	0.35	0.16
<i>A. pennsylvanicum</i>	4.13	4.80	5.83	3.15	1.23
<i>A. spicatum</i>	1.40	1.00	1.05	1.21	0.43
<i>A. saccharinum</i>	1.90	1.66	1.22	1.90	0.79
<i>A. rubrum</i>	3.25	3.28	2.89	3.60	2.40
<i>A. saccharum</i>	3.04	2.18	3.05	3.09	1.22
<i>A. nigrum</i>	0.89	2.00	1.33	0.83	0.50

L'examen de ce tableau établit les faits suivants:

1°—Dans l'aubier, le coeur, les rameaux et l'écorce, les rapports Mn/Fe de l'érable à Giguère sont tous inférieurs à l'unité et très faibles, alors qu'ils sont généralement élevés pour les autres espèces, à l'exception de l'érable noir pour lequel nous ne pouvons tirer aucune conclusion générale;

2°—Abstraction faite de l'érable de Pennsylvanie qui est un arbuste, c'est encore dans l'érable rouge et dans l'érable à sucre, les deux espèces qui donnent une eau sucrée au printemps, que les rapports Mn/Fe sont les plus élevés.

Chapitre III

LES OLÉACÉES

Cette famille comprend au pays deux genres: *syringa* et *fraxinus*. Nous n'avons étudié que les espèces du deuxième genre, car le lilas, la seule espèce du genre *syringa*, est un arbuste d'ornementation qui ne présente aucun intérêt pour notre étude.

On trouve dans la province, trois espèces de frênes: le frêne blanc, *Fraxinus americana* L., le frêne rouge, *Fraxinus pennsylvanica* Lam., et le frêne noir, *Fraxinus nigra* Marsh. Tous trois sont des arbres calcicoles qui croissent cependant en terrain neutre.

1 — FRÊNE BLANC — FRAXINUS AMERICANA L.

$$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	57	7"	9.45	0.58	0.73	1.43	10.96
Shawinigan	20	13 $\frac{3}{4}$ "	4.73	0.40	0.55	1.26	6.50
Montigny	18	4"	4.69	0.44	0.65	2.88	7.55
Oka	55	6"	6.26	0.55	0.38	3.36	7.68
Bagotville	21	5"	6.96	0.70	0.90	3.58	10.92
Moyennes			6.41	0.53	0.64	2.50	8.72

FRÊNE BLANC — FRAXINUS AMERICANA

$\frac{Fe}{\%} \text{ et } \frac{Mn}{\%}$
m.s. m.s.

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0087	0.0200	0.0016	traces	0.0020	traces	0.0075	0.0025	0.0250	0.0200
Shawinigan	0.0063	0.0094	0.0020	0.0000	0.0010	0.0000	0.0040	0.0035	0.0225	0.0075
Montigny	0.0095	0.0147	0.0012	0.0000	0.0015	0.0000	0.0050	0.0035	0.0250	0.0125
Oka	0.0104	0.0020	0.0018	0.0000	0.0020	0.0000	0.0035	0.0010	0.0125	0.0045
Bagotville	0.0040	0.0023	0.0010	0.0000	0.0015	0.0000	0.0075	0.0030	0.0125	0.0027
Moyennes	0.0078	0.0096	0.0015	traces	0.0016	traces	0.0055	0.0027	0.0195	0.0094
Rapports Mn/Fe	1.23		0.00		0.00		0.49		0.48	
% Fe + Mn	0.0174		0.0015		0.0016		0.0082		0.0289	

FRÊNE BLANC — FRAXINUS AMERICANA**Remarques****a) Cendres**

Les feuilles des frênes blancs sont plus riches en substances minérales que les autres parties; elles donnent à l'incinération 8.72% de cendres. L'écorce vient en second lieu avec 6.41%. Voici comment les matières minérales y sont réparties :

écorce externe: 6.82%

écorce interne: 6.00%

C'est encore l'aubier qui donne le moins de cendres.

Les pourcentages de Fe + Mn et de cendres décroissent exactement dans le même ordre :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	8.72	6.41	2.50	0.64	0.53
% Fe + Mn	0.0289	0.0174	0.0082	0.0016	0.0015

b) Fer

La teneur en fer des différentes parties des frênes blancs est plutôt moyenne, les feuilles exceptées. L'écorce externe est presque quatre fois plus riche que l'écorce interne :

écorce externe: 0.0120%

écorce interne: 0.0036%

c) Manganèse

Les frênes blancs sont pauvres en manganèse. Les feuilles et l'écorce, les deux parties qui en contiennent le plus, ont une teneur à peu près égale: 0.0094% et 0.0096% respectivement. La moyenne des analyses de l'écorce des cinq individus étudiés indique que le

manganèse est beaucoup plus abondant dans la partie externe que dans la partie interne :

écorce externe: 0.0134%

écorce interne: 0.0058%

Remarquons que le coeur et l'aubier ne contiennent pas de manganèse. Seul l'échantillon de Berthier n'en possède que des traces dans ces deux parties. Il semble donc que, pour les frênes blancs, le manganèse ne joue pas un rôle prépondérant; d'ailleurs, tous les rapports Mn/Fe sont très bas, à l'exception de celui de l'écorce qui est légèrement supérieur à celui de l'unité.

2 — FRÊNE NOIR — FRAXINUS NIGRA MARSH.

% $\frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	52	6"	5.48	0.41	0.45	2.65	7.33
Montigny	55	41½"	4.87	0.34	0.65	2.00	7.33
Oka	15	2"	4.66	0.55	0.50	2.00	7.15
Nominingue	23	5"	3.92	0.67	0.80	2.25	8.75
Buckingham	35	5¾"	7.10	0.40	0.83	2.47	9.08
Moyennes			5.20	0.47	0.65	2.27	7.93

FRÊNE NOIR — FRAXINUS NIGRA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0130	0.0015	0.0008	0.0000	0.0018	0.0000	0.0035	0.0012	0.0135	0.0030
Montigny	0.0057	0.0035	0.0035	0.0000	0.0050	0.0000	0.0088	0.0025	0.0125	0.0063
Oka	0.0108	0.0028	0.0016	0.0000	0.0015	0.0000	0.0030	0.0015	0.0088	0.0063
Nominingue	0.0067	0.0026	0.0030	0.0000	0.0010	0.0000	0.0040	0.0025	0.0100	0.0025
Buckingham	0.0135	0.0040	0.0008	0.0000	0.0010	0.0000	0.0062	0.0010	0.0100	0.0030
Moyennes	0.0099	0.0028	0.0019	0.0000	0.0021	0.0000	0.0051	0.0017	0.0110	0.0042
Rapports Mn/Fe	0.28		0.00		0.00		0.33		0.38	
% Fe + Mn	0.0127		0.0019		0.0021		0.0068		0.0152	

FRÊNE NOIR — FRAXINUS NIGRA**Remarques****a) Cendres**

La variation de la teneur en cendres des différentes parties des frênes noirs correspond exactement à celle des frênes blancs. Les feuilles et l'écorce en donnent le plus à l'incinération, suivies dans l'ordre, des rameaux, du coeur et de l'aubier. C'est encore la partie externe de l'écorce qui contient le plus de matières minérales :

écorce externe: 5.45%

écorce interne: 4.95%

Remarquons, de plus, que les pourcentages Fe + Mn varient exactement de la même façon que ceux des cendres :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	7.93	5.20	2.27	0.65	0.47
% Fe + Mn	0.0152	0.0127	0.0068	0.0021	0.0019

b) Fer

Les frênes noirs contiennent dans chacune de leurs parties à peu près la même quantité de fer que les frênes blancs dans les parties correspondantes. Les feuilles viennent au premier rang, puis l'écorce, les rameaux, le coeur et l'aubier.

L'écorce externe contient plus de fer que l'écorce interne :

écorce externe: 0.0170%

écorce interne: 0.0028%

c) Manganèse

Encore une autre espèce de frêne qui contient peu de manganèse dans chacune de ses parties ! Les feuilles sont les plus riches

en ce métal avec le pourcentage, pourtant très faible pour cet organe, de 0.0042%. L'écorce vient ensuite, le manganèse étant ainsi distribué :

écorce externe: 0.0036%

écorce interne: 0.0020%

Comme pour les frênes blancs, le coeur et l'aubier des frênes noirs ne contiennent absolument pas de manganèse. Il nous a été impossible, malgré de nombreuses reprises, d'obtenir quelque coloration que ce fût pour ces deux parties de chacun des individus étudiés. Si l'on examine, en outre, les rapports Mn/Fe pour chaque partie, on se rend compte qu'ils sont tous inférieurs à l'unité: le manganèse n'est donc pas d'une grande nécessité pour la croissance des frênes noirs.

3 — FRÊNE ROUGE — FRAXINUS PENNSYLVANICA LAM.

% $\frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Oka	10	4"	5.11	0.60	0.40	2.13	5.48
Longue-Pointe	24	4"	7.67	0.43	0.13	2.85	7.32
St-Vincent de Paul	28	3"	7.77	0.56	0.28	2.40	10.37
St-François de Sales	10	3"	6.69	0.49	0.28	3.23	9.97
Moyennes			6.81	0.52	0.26	2.65	8.28

FRÊNE ROUGE — FRAXINUS PENNSYLVANICA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Oka	0.0086	0.0020	0.0010	0.0000	0.0020	0.0000	0.0063	0.0015	0.0125	0.0045
Longue-Pointe	0.0255	0.0021	0.0012	0.0000	0.0020	0.0000	0.0125	0.0015	0.0150	0.0025
St-Vincent de Paul	0.0220	0.0025	0.0006	0.0000	0.0005	0.0000	0.0025	0.0010	0.0200	0.0025
St-François de Sales	0.0395	0.0019	0.0010	0.0000	0.0006	0.0000	0.0050	0.0035	0.0190	0.0020
Moyennes	0.0239	0.0022	0.0009	0.0000	0.0013	0.0000	0.0052	0.0019	0.0166	0.0029
Rapports Mn/Fe	0.09		0.00		0.00		0.36		0.17	
% Fe + Mn	0.0261		0.0009		0.0013		0.0071		0.0195	

FRÊNE ROUGE — FRAXINUS PENNSYLVANICA

Remarques

a) *Cendres*

À l'exception du cœur et de l'aubier, les pourcentages de cendres de chacune des parties des frênes rouges décroissent dans le même ordre que ceux des deux autres espèces de frênes.

Les feuilles occupent toujours le premier rang: 8.28%, puis viennent l'écorce, les rameaux, l'aubier et le cœur. Il y a plus de matières minérales dans l'écorce interne que dans l'écorce externe :

écorce externe: 6.50%

écorce interne: 7.12%

Contrairement à ce qui existe pour les deux autres espèces de frênes, les pourcentages décroissants de cendres et de Fe + Mn ne concordent pas, partie pour partie :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Cœur	Aubier
% Cendres	8.28	6.81	2.65	0.52	0.26
% Fe + Mn	0.0195	0.0261	0.0071	0.0009	0.0013

b) *Fer*

Les frênes rouges ont ceci de particulier que l'écorce est d'une grande richesse en fer. Pour ce qui est des autres parties, les teneurs ne sont pas élevées d'une façon particulière et sont dans la moyenne observée pour les deux autres espèces.

Le fer, dans l'écorce, s'accumule surtout dans la partie externe, comme l'indiquent les moyennes suivantes :

écorce externe: 0.0409%

écorce interne: 0.0069%

L'aubier et le cœur contiennent beaucoup moins de fer que les parties correspondantes des deux autres frênes.

c) *Manganèse*

Le frêne rouge ne contient pas plus de manganèse que les deux autres. Ce métal ne se trouve ni dans le coeur ni dans l'aubier de chacun des individus étudiés. Pour les autres parties, les teneurs sont beaucoup plus faibles, en général, que dans les parties analogues des frênes blanc et noir.

Voici de quelle façon le manganèse est distribué dans l'écorce :

écorce externe: 0.0028%

écorce interne: 0.0016%

Les rapports Mn/Fe sont tous très faibles et fort inférieurs à l'unité; ce qui indique bien que, tout comme les frênes noir et blanc, le frêne rouge n'exige pas beaucoup de manganèse pour sa croissance.

Comparaison entre les divers frênes

$\% \frac{m.s.}{Cendres}$

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
F. americana	6.41	0.53	0.64	2.50	8.72
F. nigra	5.20	0.47	0.65	2.27	7.93
F. pennsylvanica	6.81	0.52	0.26	2.65	8.28

Il est intéressant de constater l'uniformité des teneurs en matières minérales des trois frênes. Par ordre décroissant, les diverses parties se groupent de la façon suivante: feuilles, écorce, rameaux, coeur et aubier.

Mentionnons toutefois que le coeur du frêne rouge donne moins de cendres que l'aubier.

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

	Fe Écorce	Mn	Fe Aubier	Mn	Fe Coeur	Mn	Fe Rameaux	Mn	Fe Feuilles	Mn
<i>F. americana</i>	0.0078	0.0096	0.0015	traces(32)	0.0016	traces(32)	0.0055	0.0027	0.0195	0.0094
<i>F. nigra</i>	0.0099	0.0028	0.0027	0.0000	0.0021	0.0000	0.0051	0.0017	0.0110	0.0042
<i>F. pennsylvanica</i>	0.0239	0.0022	0.0009	0.0000	0.0013	0.0000	0.0052	0.0019	0.0166	0.0029

(32) Quatre échantillons sur cinq n'en contenaient pas.

a) Fer

Le tableau ci-contre indique que chacune des parties des trois espèces de frênes que l'on trouve dans notre province contient du fer. Les pourcentages trouvés pour chacune varient dans des limites très rapprochées à l'exception de l'écorce du frêne rouge qui est exceptionnellement riche. Si l'on fait abstraction de ce dernier cas, ce sont les feuilles qui dominent, suivies de l'écorce et des rameaux. Le coeur et l'aubier sont uniformément pauvres en fer.

b) Manganèse

Les frênes ne contiennent du manganèse que dans l'écorce, les feuilles et les rameaux, et encore, les teneurs sont très faibles. L'aubier et le coeur en sont complètement dépourvus.

Il est évident donc, que la nature calcaire des sols, dans lesquels poussent de préférence les frênes, limite considérablement l'assimilation du manganèse par ces arbres. Ceci confirme en tous points les résultats des travaux d'Olsen (33), Schollenberger (34), Leeper (35), Gile (36) et Gilbert (37) qui affirment que le manganèse est plus assimilable par les plantes en sol acide qu'en sol neutre ou alcalin.

On remarquera d'ailleurs que le frère Hormisdas a fait la même constatation à propos du cèdre blanc (*Thuja occidentalis*) qui est aussi un arbre calcicole (38).

(33) Bloch. Z. 269, pp. 329-48 (1934).

(34) Soil Science, 25, pp. 357-358 (1928).

(35) Nature, 134, pp. 972-973 (1934).

(36) Science, n. ser. 44 No 1146, pp. 855-857 (1916).

(37) R. E. Agr. Expt. Sta. Bull. 246, pp. 5-15 (1934).

(38) Op. cit. p. 152.

Rapports $\frac{Mn}{Fe}$

Ess ⁿ ce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>F. americana</i>	1.23	0.00	0.00	0.49	0.48
<i>F. nigra</i>	0.28	0.00	0.00	0.33	0.38
<i>F. pennsylvanica</i>	0.09	0.00	0.00	0.36	0.17

c) Rapports Mn/Fe

Comme pour les autres arbres dans lesquels le manganèse joue un rôle secondaire, tous les rapports Mn/Fe sont fort inférieurs à l'unité, à l'exception d'un seul, celui de l'écorce du frêne blanc (1.23), espèce un peu plus riche en manganèse que les deux autres.

Chapitre IV

LES ULMACÉES

Nous avons étudié dans cette famille le genre *ulmus*, qui comprend dans notre province les trois espèces suivantes: l'orme blanc, l'orme à grappes aussi appelé orme liège et l'orme rouge. Ces trois arbres sont tous trois calcicoles, et on les rencontre fréquemment associés.

1 — ORME BLANC — ULMUS AMERICANA L.

$$\% \frac{\text{Cendres}}{\text{m. s.}}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	41	8"	10.04	0.55	0.94	2.84	10.05
Drummondville	19	4½"	10.25	0.83	0.98	3.73	12.32
Shawinigan	16	2"	7.50	0.79	0.57	3.45	15.12
Buckingham	12	3½"	5.83	0.81	0.47	3.55	16.03
Oka	12	3"	10.82	1.01	1.02	2.94	12.47
Moyennes			8.89	0.80	0.79	3.30	13.20

ORME BLANC — ULMUS AMERICANA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0100	0.0038	0.0062	0.0006	0.0020	0.0005	0.0063	0.0012	0.0225	0.0050
Drummondville	0.0219	0.0043	0.0020	0.0006	0.0014	0.0005	0.0087	0.0030	0.0250	0.0050
Shawinigan	0.0118	0.0028	0.0045	0.0015	0.0035	0.0000	0.0075	0.0020	0.0150	0.0025
Buckingham	0.0087	0.0015	0.0045	0.0010	0.0015	0.0000	0.0050	0.0025	0.0175	0.0030
Oka	0.0200	0.0028	0.0069	0.0007	0.0025	0.0000	0.0062	0.0015	0.0150	0.0040
Moyennes	0.0145	0.0030	0.0048	0.0009	0.0022	0.0002	0.0068	0.0020	0.0190	0.0039
Rapports Mn/Fe	0.20		0.18		0.09		0.29		0.20	
% Fe + Mn	0.0175		0.0075		0.0024		0.0088		0.0229	

ORME BLANC — ULMUS AMERICANA**a) Cendres**

L'orme blanc est fortement minéralisé, beaucoup plus que les érables et les frênes que nous avons étudiés précédemment. Les feuilles ont la plus haute teneur en cendres de toutes les parties de l'arbre. L'écorce vient ensuite, les substances minérales y étant ainsi réparties :

écorce externe: 9.22%

écorce interne: 8.56%

Le coeur et l'aubier contiennent pratiquement la même quantité de matières minérales, soit 0.79% et 0.80% respectivement.

Les pourcentages de cendres et de Fe + Mn des diverses parties décroissent d'une façon identique, comme l'indiquent les chiffres ci-dessous :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	13.20	8.89	3.30	0.80	0.79
% Fe + Mn	0.0229	0.0175	0.0088	0.0057	0.0024

b) Fer

On trouve d'assez fortes quantités de fer dans chacune des parties de l'orme blanc. Ce sont les feuilles qui contiennent le plus fort pourcentage de ce métal, suivies de l'écorce dont la partie interne est beaucoup moins riche que l'externe, ainsi que l'établissent les teneurs suivantes :

écorce externe: 0.0232%

écorce interne: 0.0058%

Les rameaux, l'aubier et le coeur viennent ensuite, dans l'ordre.

c) Manganèse

S'il est riche en fer, l'orme blanc, par contre, est pauvre en manganèse. Les teneurs sont très faibles, même dans les feuilles et l'écorce, et le coeur n'en contient pratiquement pas, trois échantillons sur cinq en étant absolument dépourvus. Les pourcentages révélés par l'analyse sont compris entre les limites peu étendues, soit 0.0002% (coeur) et 0.0039% (feuilles).

Dans l'écorce, la différence dans les teneurs en manganèse de la partie externe et de la partie interne est plutôt faible ; voici, en effet, quels sont les pourcentages obtenus :

écorce externe: 0.0035%

écorce interne: 0.0025%

Remarquons que les rapports Mn/Fe sont tous très bas, aucun ne dépassent 0.29. Cette constatation permet d'établir que le manganèse joue un rôle important dans la croissance et la vie des arbres de cette espèce.

ORME À GRAPPES (orme liège) — ULMUS RACEMOSA THOMAS

% $\frac{\text{Cendres}}{m.s.}$

Provenance	Âge	Diamètre	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
St-François de Sales	35	6"	8.25	0.55	1.40	5.90	9.70
Ste-Thérèse	20	11½"	14.45	1.10	1.40	6.83	10.00
Moyennes			11.35	0.83	1.40	6.37	9.85

ORME À GRAPPES — ULMUS RACEMOSA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
St-François de Sales	0.0171	0.0068	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000	0.0045	0.0030	0.0100	0.0063
Ste-Thérèse	0.0150	0.0062	0.0012	0.0000	0.0016	0.0000	0.0063	0.0036	0.0100	0.0015
Moyennes	0.0160	0.0065	0.0011	0.0000	0.0013	0.0000	0.0054	0.0033	0.0100	0.0039
Rapports Mn/Fe	0.40		0.00		0.00		0.61		0.39	
% Fe + Mn	0.0225		0.0011		0.0013		0.0087		0.0139	

ORME À GRAPPES (Orme liège) — ULMUS RACEMOSA**Remarques****a) Cendres**

La teneur en cendres des ormes à grappes est très élevée. La moyenne des écorces et des feuilles des deux seuls individus que nous avons pu nous procurer (la distribution de cette espèce est peu générale) nous permet de constater leur grande richesse en matières minérales. Mais nous ne pouvons indiquer laquelle de ces deux parties en contient plus que l'autre, car les résultats obtenus pour l'orme de St-François de Sales ne concordent pas avec celui de Ste-Thérèse. Nous expliquons cette différence par le fait que l'écorce de l'orme à grappes est peu homogène, certaines parties étant recouvertes de liège. Les rameaux sont également très riches en cendres. Comme ils sont également recouverts de liège, il est évident que cette substance contient beaucoup de matières minérales. Remarquons enfin la teneur uniforme du coeur des deux individus: 1.40%, teneur très élevée si on la compare à celle des autres essences étudiées qui ne dépassent jamais 1%, l'érable à Giguère excepté.

D'après les résultats obtenus à l'analyse des deux ormes à grappes que nous avons pu nous procurer, les deux parties de l'écorce contiennent sensiblement la même quantité de matières minérales:

écorce externe: 11.18%

écorce interne: 11.52%

Les teneurs en Fe + Mn et en cendres décroissent exactement dans le même ordre:

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	11.35	9.85	6.37	1.40	0.83
% Fe + Mn	0.0225	0.0139	0.0087	0.0013	0.0011

b) Fer

L'orme liège contient passablement de fer, un peu moins cependant que l'orme blanc. L'écorce vient en premier lieu, avec un pourcentage de 0.0160, puis, dans l'ordre, les feuilles, les rameaux, le coeur et l'aubier.

Dans l'écorce, il est intéressant de constater que le fer s'accumule surtout dans la partie externe :

écorce externe: 0.0265%

écorce interne: 0.0056%

c) *Manganèse*

Tout comme l'orme blanc, l'orme à grappes ne contient pas beaucoup de manganèse. On remarquera même que l'aubier et le coeur en sont complètement dépourvus. Les teneurs des autres parties sont très faibles. Quant à l'écorce, c'est encore dans la partie externe que l'on trouve le plus de manganèse, bien que le pourcentage ne soit que légèrement supérieur à celui de la partie interne:

écorce externe: 0.0075%

écorce interne: 0.0055%

Les rapports Mn/Fe sont tous très faibles, indice du peu d'importance du manganèse dans la vie de cette espèce.

3 — ORME ROUGE — ULMUS FULVA MICHX.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	56	9"	10.48	0.76	0.98	2.58	11.88
Oka	30	5½"	11.35	0.80	0.78	2.88	13.15
Montigny	14	4"	9.17	0.64	0.88	1.63	13.20
St-François de Sales	20	5"	10.82	0.59	1.24	2.25	11.27
Buckingham	20	5"	10.28	0.75	0.73	2.32	15.22
Moyennes			10.42	0.71	0.92	2.33	12.94

ORME ROUGE — ULMUS FULVA

$\frac{Fe}{m.s.}$ et $\frac{Mn}{m.s.}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0075	0.0002	0.0020	0.0005	0.0018	0.0000	0.0040	0.0005	0.0125	0.0005
Oka	0.0244	0.0058	0.0030	0.0000	0.0025	0.0000	0.0100	0.0010	0.0250	0.0006
Montigny	0.0115	0.0057	0.0048	0.0014	0.0025	0.0005	0.0055	0.0025	0.0400	0.0045
St-François de Sales	0.0058	0.0011	0.0006	0.0000	0.0008	0.0000	0.0035	0.0017	0.0200	0.0010
Buckingham	0.0044	0.0015	0.0008	0.0006	0.0065	0.0000	0.0055	0.0005	0.0200	0.0035
Moyennes	0.0107	0.0029	0.0022	0.0005	0.0028	0.0001	0.0057	0.0012	0.0245	0.0020
Rapports Mn/Fe	0.27		0.22		0.35		0.21		0.08	
% Fe + Mn	0.0136		0.0027		0.0029		0.0069		0.0265	

ORME ROUGE — ULMUS FULVA

Remarques

a) *Cendres*

Cette troisième espèce d'orme est également d'une grande richesse en matières minérales. Ce sont les feuilles qui en contiennent le plus et l'aubier le moins. Le coeur est d'une richesse exceptionnelle. Pour ce qui est de l'écorce, c'est la partie interne qui donne le plus de cendres à l'incinération :

écorce externe: 9.99%

écorce interne: 10.85%

Pour cette espèce également, les pourcentages Fe + Mn décroissent de la même façon que ceux des cendres.

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	12.94	10.42	2.33	0.92	0.71
% Fe + Mn	0.0265	0.0136	0.0069	0.0029	0.0027

b) *Fer*

L'orme rouge est passablement riche en fer ; la teneur des feuilles est même très élevée. Comme d'habitude, le coeur et l'aubier sont les parties qui contiennent les plus faibles quantités. Le fer, dans l'écorce, est ainsi réparti :

écorce externe: 0.0163%

écorce interne: 0.0051%

c) *Manganèse*

Cette troisième espèce d'orme est aussi pauvre en manganèse que les deux autres. Toutes les parties de l'arbre n'en contiennent que de faibles pourcentages. C'est l'écorce qui en possède le plus, puis viennent les feuilles, les rameaux, l'aubier et le coeur.

Remarquons que dans l'écorce, c'est encore la partie externe qui est la plus riche en manganèse, bien que le pourcentage de cendres y soit plus faible que dans la partie interne :

écorce externe: 0.0046%

écorce interne: 0.0013%

Il convient de signaler que, d'une façon générale, l'individu coupé à Montigny est plus riche en manganèse que les autres. Nous ne pouvons expliquer ce phénomène que par la nature acide de la surface du sol dans lequel poussait cet arbre, circonstance qui favorise l'assimilation du manganèse. Ajoutons, cependant, que les grosses racines de l'échantillon de Montigny descendaient profondément dans le sol qui était argileux à partir de 3 pieds de la surface.

Tous les rapports *Mn/Fe* sont ici encore très faibles, ce qui indique, comme nous l'avons déjà signalé, que le manganèse ne joue pas un rôle de premier plan dans la vie de cette espèce.

Comparaison entre les divers ormes

$\%$ *Cendres*
m.s.

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>U. americana</i>	8.89	0.80	0.79	3.30	12.59
<i>U. racemosa</i>	11.35	0.83	1.40	6.37	9.85
<i>U. fulva</i>	10.42	0.71	0.92	2.33	12.94

L'ulmus racemosa, dont l'écorce et les rameaux sont recouverts de liège en divers points, se distingue nettement des deux autres espèces, sous le rapport de la teneur en cendres :

1o son écorce contient plus de matières minérales que les feuilles, alors que le contraire existe pour les espèces *americana* et *fulva*;

2o ses rameaux donnent beaucoup plus de cendres que ceux des ormes blanc et rouge ;

3o enfin, le coeur a une teneur excessivement élevée en matières minérales : 1.40 %.

Dans l'ensemble, si l'on excepte les points mentionnés plus haut, voici comment varient, par ordre décroissant, les pourcentages de cendres des diverses parties des ormes : feuilles, écorce, rameaux, coeur et aubier.

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \quad et \quad \frac{Mn}{m.s.}$$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
U. americana	0.0145	0.0030	0.0048	0.0009	0.0022	0.0002	0.0068	0.0020	0.0190	0.0039
U. racemosa	0.0160	0.0065	0.0011	0.0000	0.0013	0.0000	0.0054	0.0033	0.0100	0.0039
U. fulva	0.0107	0.0029	0.0022	0.0005	0.0040	0.0001	0.0057	0.0012	0.0245	0.0020

a) *Fer*

Nous avons trouvé du fer dans toutes les parties des trois espèces d'ormes. Ce métal varie, dans chaque organe, dans des limites assez rapprochées. Si nous exceptons l'écorce de *l'ulmus racemosa*, dont la forte teneur en fer peut s'expliquer par le pourcentage élevé de cendres, voici dans quel ordre décroissant se placent les organes des ormes par rapport à leur teneur en fer : feuilles, écorce, rameaux, coeur et aubier.

b) *Manganèse*

Remarquons ici :

- 1o que les ormes contiennent très peu de manganèse ;
- 2o que ce métal ne se trouve pas dans tous les organes des différentes espèces ; en effet, le coeur et l'aubier de l'orme à grappes n'en possèdent pas du tout, quatre échantillons de coeurs sur cinq de l'orme blanc en sont complètement dépourvus, tandis que l'analyse de deux aubiers sur cinq et de quatre coeurs sur cinq de l'orme rouge y révèle l'absence totale de manganèse ;
- 3o que les feuilles et l'écorce ont des teneurs très rapprochées et que ce sont les parties les plus riches, suivies des rameaux, de l'aubier, et enfin du coeur.

La faible teneur en manganèse des ormes s'explique, tout comme celle des frênes, par la nature calcaire des sols dans lesquels ils poussent. Nous avons déjà signalé, au sujet des frênes, que le manganèse est beaucoup moins assimilable par les plantes en sol calcaire qu'en sol acide (page 51).

Rapports $\frac{Mn}{Fe}$

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
U. americana	0.20	0.18	0.09	0.29	0.20
U. racemosa	0.40	0.00	0.00	0.61	0.39
U. fulva	0.27	0.22	0.35	0.21	0.08

Comme l'indique le tableau ci-contre, tous les rapports Mn/Fe sont inférieurs à l'unité, ce qui démontre le peu d'importance du manganèse dans la vie des ormes.

Chapitre V

LES BÉTULACÉES

Cette famille comprend cinq genres dont nous n'avons étudié que les deux plus importants: les genres *betula* et *ostrea*. On trouve, dans la province de Québec, six espèces de bouleaux, les trois plus répandues ayant seules fait l'objet de notre étude: le bouleau à feuille de peuplier, le bouleau à papier et le merisier. Quant au genre *ostrea*, il n'en existe dans le Québec qu'une espèce, l'ostryer de Virginie que nos gens appellent "bois de fer", à cause de sa résistance et de sa solidité extraordinaires. Tous ces arbres sont calcifuges et croissent en milieu acide.

1 — BOULEAU À FEUILLE DE PEUPLIER —
BETULA POPULIFOLIA MARSH.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Oka	14	2"	2.93	0.29	0.65	1.18	4.33
Drummondville	12	2½"	1.57	0.68	0.20	0.80	2.70
St-François de Sales	13	2½"	2.57	0.40	0.37	1.70	5.20
Berthier	44	8"	2.24	0.28	0.68	1.54	5.50
Moyennes			2.33	0.41	0.47	1.30	4.43

BOULEAU À FEUILLE DE PEUPLIER — BETULA POPULIFOLIA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Oka	0.0070	0.0300	0.0012	0.0025	0.0020	0.0063	0.0100	0.0075	0.0050	0.0250
Drummondville	0.0067	0.0245	0.0040	0.0125	0.0015	0.0175	0.0063	0.0175	0.0150	0.0700
St-François de Sales	0.0017	0.0300	0.0010	0.0080	0.0020	0.0050	0.0087	0.0045	0.0150	0.0675
Berthier	0.0137	0.0425	0.0020	0.0047	0.0020	0.0100	0.0050	0.0120	0.0125	0.0300
Moyennes	0.0073	0.0317	0.0020	0.0069	0.0019	0.0097	0.0075	0.0104	0.0119	0.0481
Rapports Mn/Fe	4.34		3.45		5.10		1.38		4.04	
% Fe + Mn	0.0390		0.0089		0.0116		0.0179		0.0600	

BOULEAU À FEUILLE DE PEUPLIER — BETULA POPULIFOLIA

Remarques

a) Cendres

Le bouleau à feuille de peuplier est un bois tendre qui donne à l'incinération beaucoup moins de cendres que les ormes, les frênes et les érables. Ce sont les feuilles qui contiennent le plus de matières minérales, puis viennent dans l'ordre, l'écorce, les rameaux, le coeur et l'aubier.

Il est intéressant de constater que la partie externe de l'écorce, qui se présente sous forme de feuillets papyracés, contient trois fois moins de matières minérales que la partie interne, comme l'établissent les chiffres suivants :

écorce externe : 1.07 %

écorce interne : 3.59 %

Les pourcentages de Fe + Mn et de cendres décroissent tous dans le même ordre :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	4.43	2.33	1.30	0.47	0.41
% Fe + Mn	0.0600	0.0390	0.0179	0.0116	0.0089

b) Fer

À l'exception des feuilles, les diverses parties du bouleau à feuille de peuplier contiennent peu de fer. Les rameaux, qui dans toutes les espèces d'érables, de frêne ou d'orme, se classaient après l'écorce, ont, dans la présente espèce, une teneur en fer supérieure à celle de l'écorce, bien qu'ils donnent à l'incinération un pourcentage de cendres trois fois moins considérable.

La partie externe de l'écorce, moins riche en matières minérales que la partie interne, contient cependant plus de fer, comme l'établissent les résultats suivants:

écorce externe: 0.0110%

écorce interne: 0.0036%

c) *Manganèse*

Toutes les parties du bouleau à feuille de peuplier sont d'une richesse exceptionnelle en manganèse. Les feuilles sont particulièrement riches, avec un pourcentage de 0.0481, la plus haute teneur de toutes les espèces étudiées au cours de nos travaux. L'écorce vient ensuite au deuxième rang, la partie externe contenant un peu plus de manganèse que la partie interne:

écorce externe: 0.0342%

écorce interne: 0.0292%

Enfin les rameaux, le coeur et l'aubier, bien que moins riches que les deux autres parties, contiennent cependant de fortes quantités de manganèse.

Les rapports Mn/Fe sont tous très élevés, ce qui indique que le manganèse joue un rôle prépondérant dans la vie des bouleaux à feuille de peuplier qui, étant des arbres croissant en sol acide, assimilent ce métal en grande quantité.

2 — BOULEAU À PAPIER — BETULA PAPHYRI- FERA MARSH.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Montigny	24	4"	1.40	0.24	1.00	1.75	3.75
Berthier	46	11"	1.17	0.30	0.70	1.00	5.35
Oka	30	6"	2.38	0.39	0.86	1.95	6.35
Drummondville	15	3"	1.54	0.21	0.28	1.07	4.77
Bagotville	35	6½"	1.88	0.29	0.38	1.40	7.38
Buckingham	21	3½"	2.30	0.43	1.05	2.05	6.28
Ste-Germaine	30	3"	1.75	0.42	0.50	1.60	3.38
Moyennes			1.76	0.38	0.68	1.54	5.32

BOULEAU À PAPIER — BETULA PAPYRIFERA

$\frac{Fe}{m.s.}$ et $\frac{Mn}{m.s.}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Montigny	0.0080	0.0523	0.0008	0.0025	0.0050	0.0175	0.0075	0.0150	0.0125	0.0700
Berthier	0.0064	0.0600	0.0010	0.0080	0.0020	0.0200	0.0050	0.0063	0.0160	0.0300
Oka	0.0063	0.0113	0.0016	0.0025	0.0022	0.0050	0.0075	0.0062	0.0150	0.0300
Drummondville	0.0105	0.0155	0.0016	0.0030	0.0016	0.0040	0.0100	0.0088	0.0180	0.0250
Bagotville	0.0038	0.0258	0.0012	0.0020	0.0040	0.0055	0.0063	0.0100	0.0175	0.0110
Buckingham	0.0060	0.0237	0.0025	0.0125	0.0015	0.0075	0.0075	0.0075	0.0150	0.0250
Ste-Germaine	0.0054	0.0175	0.0030	0.0025	0.0020	0.0100	0.0062	0.0300	0.0150	0.0200
Moyennes	0.0066	0.0294	0.0016	0.0047	0.0026	0.0100	0.0071	0.0120	0.0156	0.0300
Rapports Mn/Fe	4.45		2.93		3.84		1.69		1.92	
% Fe + Mn	0.0360		0.0063		0.0126		0.0191		0.0456	

BOULEAU À PAPIER — *BETULA PAPYRIFERA*

Remarques

a) *Cendres*

Tout comme l'espèce précédente, le bouleau à papier, aussi appelé bouleau à canot, est un bois tendre et ne contient pas beaucoup de matières minérales. Les feuilles ont la teneur en cendres la plus élevée de toutes les parties de cet arbre, suivies, dans un ordre décroissant, des rameaux, du coeur et de l'aubier. Il y a donc, sur ce point, analogie parfaite avec le *betula populifolia*.

L'analogie avec cette dernière espèce se retrouve également dans la distribution des matières minérales dans l'écorce. Ici, encore, les feuilletts papyracés qui constituent la partie externe de l'écorce donnent moins de cendres que la partie interne :

écorce externe: 0.55%

écorce interne: 2.97%

Notons enfin, que les pourcentages de Fe + Mn décroissent exactement dans le même ordre que les pourcentages de cendres :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	5.32	1.76	1.54	0.68	0.38
% Fe + Mn	0.0456	0.0366	0.0191	0.0126	0.0063

b) *Fer*

Le bouleau à papier ne contient pas beaucoup de fer. On n'en trouve en quantité appréciable que dans les feuilles, organes qui sont généralement riches en ce métal. Les rameaux se classent, comme pour le bouleau à feuille de peuplier, immédiatement avant l'écorce, bien qu'ils contiennent moins de substances minérales.

Dans l'écorce, le fer existe en plus grande abondance dans la partie externe que dans la partie interne, malgré l'anomalie déjà

signalée au sujet de la teneur en cendres de ces deux parties, à propos de l'érable rouge. Voici comment le fer est distribué dans l'écorce :

écorce externe: 0.0103%

écorce interne: 0.0029%

c) *Manganèse*

Nous avons trouvé de fortes quantités de manganèse dans chacune des parties du bouleau à papier. Les feuilles qui sont d'une grande richesse viennent en tête avec une teneur de 0.0300%, suivies de très près par l'écorce dont le pourcentage est de 0.0294. Puis viennent les rameaux, le coeur et l'aubier.

L'écorce externe est beaucoup plus riche en manganèse que l'écorce interne, comme l'indiquent les pourcentages suivants:

écorce externe: 0.0462%

écorce interne: 0.0138%

Enfin les rapports Mn/Fe sont tous très élevés, ce qui établit que les bouleaux à papier assimilent facilement le manganèse et que ce métal joue un rôle important dans la vie de ces arbres de sol acide.

3 — MERISIER JAUNE — BETULA LUTEA MICHX. f.

$$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	61	8 $\frac{3}{4}$ "	2.19	0.20	0.37	1.18	5.30
Nominingue	28	4"	2.23	0.30	0.55	1.90	6.17
Oka	26	5"	3.97	0.20	0.33	2.25	7.33
Shawinigan	22	4"	2.72	0.26	0.25	2.30	9.25
Bagotville	49	7 $\frac{1}{2}$ "	2.48	0.39	0.91	1.43	4.45
Montigny	33	4"	2.37	0.23	0.52	1.13	5.95
Moyennes			2.66	0.25	0.49	1.70	6.41

MERISIER JAUNE — BETULA LUTEA

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mr	Fe	Mn
Berthier	0.0125	0.0138	0.0010	0.0025	0.0015	0.0030	0.0005	0.0045	0.0150	0.0500
Nominingue	0.0096	0.0075	0.0025	0.0016	0.0022	0.0014	0.0062	0.0045	0.0125	0.0160
Oka	0.0059	0.0150	0.0075	0.0063	0.0035	0.0060	0.0050	0.0088	0.0175	0.0700
Shawinigan	0.0057	0.0131	0.0035	0.0045	0.0015	0.0020	0.0075	0.0100	0.0180	0.0600
Bagotville	0.0070	0.0231	0.0014	0.0045	0.0028	0.0050	0.0063	0.0175	0.0150	0.0190
Montigny	0.0070	0.0150	0.0025	0.0045	0.0025	0.0030	0.0030	0.0050	0.0175	0.0200
Moyennes	0.0079	0.0146	0.0031	0.0040	0.0023	0.0034	0.0048	0.0071	0.0159	0.0391
Rapports Mn/Fe	1.84		1.29		1.47		1.47		2.45	
% Fe + Mn	0.0225		0.0071		0.0057		0.0119		0.0550	

ARBRES À FEUILLES CADUQUES DU QUÉBEC

MERISIER JAUNE — BETULA LUTEA

Remarques

a) Cendres

Le merisier jaune, communément appelé merisier, est un arbre à bois dur. Sauf dans l'écorce, qui a la texture particulière des espèces du genre *betula*, nous avons trouvé autant de matières minérales que dans les autres bois durs (érable, orme, etc.) que nous avons étudiés. Pour cette espèce, encore, ce sont les feuilles qui donnent le plus de cendres et l'aubier le moins.

Dans l'écorce, les feuillets papyracés de la partie externe contiennent beaucoup moins de substances minérales que la partie interne, soit :

écorce externe: 1.51%

écorce interne: 3.81%

Sauf pour le coeur et l'aubier, les pourcentages de cendres et de Fe + Mn décroissent dans le même ordre :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	6.41	2.66	1.70	0.49	0.25
% Fe + Mn	0.0550	0.0225	0.0119	0.0057	0.0071

b) Fer

Le merisier jaune ne contient pas beaucoup plus de fer que les autres bouleaux. C'est dans les feuilles que l'on trouve les plus fortes quantités de ce métal. Dans les autres organes, les pourcentages varient entre 0.0079 (écorce) et 0.0023 (coeur).

Malgré la plus grande abondance de matières minérales dans la partie interne de l'écorce, c'est la partie externe qui contient le plus de fer. Voici la distribution de ce métal dans l'écorce :

écorce externe: 0.0123%

écorce interne: 0.0035%

c) Manganèse

Toutes les parties des six merisiers étudiés sont d'une grande richesse en manganèse. Les feuilles ont une teneur moyenne de 0.0391%, l'échantillon d'Oka atteignant le chiffre particulièrement élevé de 0.0700%, suivi de celui de Shawinigan, 0.0600%.

Dans l'écorce, le manganèse est presque aussi abondant dans la partie interne que dans la partie externe :

écorce externe: 0.0160%

écorce interne: 0.0132%

Enfin, signalons qu'ici encore, tous les rapports Mn/Fe sont supérieurs à l'unité, ce qui confirme le fait que les arbres de sol acide (le merisier est un autre arbre de ce groupe) assimilent beaucoup plus de manganèse que les autres et que ce métal joue un rôle important dans l'économie de cette espèce.

4 — OSTRYER DE VIRGINIE — OSTRYA VIRGINIANA (Mill.) Willd.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	58	6"	7.60	0.48	0.43	2.18	6.55
Oka	30	4"	10.01	0.85	0.79	4.20	7.30
Buckingham	19	2"	7.28	0.63	0.50	2.75	5.17
Montigny	27	3½"	9.99	0.52	0.60	4.28	6.58
Nominingue	20	4"	9.98	0.36	0.48	4.57	6.97
Longue-Pointe	37	5"	8.20	0.58	0.73	3.34	6.16
Moyennes			8.84	0.57	0.59	3.55	6.45

OSTRYER DE VIRGINIE — OSTRYA VIRGINIANA

80

LE FER ET LE MANGANESE DANS LES PRINCIPAUX

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0095	0.0400	0.0012	0.0060	0.0010	0.0050	0.0040	0.0150	0.0125	0.0500
Oka	0.0053	0.0203	0.0010	0.0066	0.0030	0.0040	0.0050	0.0150	0.0200	0.0080
Buckingham	0.0068	0.0375	0.0025	0.0088	0.0015	0.0088	0.0050	0.0200	0.0150	0.0600
Montigny	0.0102	0.0500	0.0010	0.0050	0.0020	0.0100	0.0062	0.0400	0.0125	0.0100
Nominingue	0.0047	0.0231	0.0006	0.0030	0.0004	0.0030	0.0050	0.0040	0.0150	0.0070
Longue-Pointe	0.0059	0.0200	0.0008	0.0056	0.0015	0.0100	0.0063	0.0200	0.0260	0.0390
Moyennes	0.0071	0.0318	0.0012	0.0058	0.0015	0.0068	0.0053	0.0190	0.0168	0.0290
Rapports Mn/Fe	4.47		4.83		4.53		3.58		1.72	
% Fe + Mn	0.0389		0.0070		0.0083		0.0243		0.0458	

OSTRYER DE VIRGINIE — OSTRYA VIRGINIANA**Remarques****a) Cendres**

L'ostryer est un arbre de la famille des bétulacées, qui appartient à un genre différent de celui des bouleaux et qui se distingue de ces derniers arbres par la texture particulière de son bois ("bois de fer") et par la nature de son écorce. Toutes les parties de cet arbre sont très riches en matières minérales. L'écorce vient au premier rang (8.84%), puis dans l'ordre, les feuilles, les rameaux, le coeur et l'aubier, ces deux derniers donnant sensiblement la même quantité de cendres.

Voici comment sont distribuées les matières minérales dans l'écorce :

écorce externe: 9.24%

écorce interne: 8.44%

Les pourcentages de cendres et de Fe + Mn décroissent dans le même ordre, à l'exception des feuilles, parties toujours très riches en fer et en manganèse.

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	8.84	6.45	3.55	0.59	0.57
% Fe + Mn	0.0389	0.0458	0.0243	0.0083	0.0070

b) Fer

Les teneurs en fer de l'ostryer sont du même ordre de grandeur, pour chaque partie de l'arbre, que celles des autres bouleaux. À l'exception des feuilles, les pourcentages trouvés sont peu élevés. Dans l'écorce, on trouve plus de fer dans la partie externe que dans la partie interne :

écorce externe: 0.0106%

écorce interne: 0.0036%

c) *Manganèse*

Nous avons trouvé des pourcentages élevés de manganèse dans tous les organes de l'ostryer de Virginie. Il convient de signaler que les feuilles en contiennent moins que l'écorce, dans laquelle ce métal est ainsi réparti :

écorce externe: 0.0346%

écorce interne: 0.0290%

Remarquons, en outre, que le coeur et l'aubier ont une forte teneur en manganèse.

Tous les rapports Mn/Fe sont très élevés. Celui des feuilles est cependant plus faible que les autres, à cause de l'abondance relative du fer dans cet organe.

Comparaison entre les diverses bétulacées

% *Cendres*
m.s.

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
B. populifolia	2.33	0.41	0.47	1.30	4.43
B. papyrifera	1.77	0.38	0.68	1.54	5.32
B. lutea	2.66	0.25	0.49	1.70	6.41
O. virginiana	8.84	0.57	0.59	3.55	6.45

À l'exception de l'écorce et des rameaux de l'ostryer de Virginie, les teneurs en cendres des diverses parties des bétulacées varient très peu pour les diverses espèces étudiées.

Les pourcentages de matières minérales, trouvés dans l'écorce papyracée des trois bouleaux, jaune, à feuille de peuplier et à canot, sont les plus faibles de ceux que nous avons trouvés pour cette partie de chacune des espèces étudiées au cours de nos recherches et sont

fort inférieurs à celui que donne l'écorce écailleuse de l'ostryer. Il en est d'ailleurs de même des rameaux. À l'exception de ceux des érables à épis, qui sont de petits arbres, les rameaux de tous les arbres analysés contiennent beaucoup plus de substances minérales que ceux des trois bouleaux. Ce dernier phénomène est probablement causé par la nature spéciale de l'écorce de ces trois dernières espèces.

Voici de quelle façon se classent les diverses parties des bétulacées en fonction de leur teneur en cendres, l'écorce des ostryers faisant seule exception : feuilles, écorce, rameaux, coeur et aubier.

$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
B. populifolia	0.0073	0.0317	0.0020	0.0069	0.0019	0.0097	0.0075	0.0104	0.0119	0.0481
B. papyrifera	0.0066	0.0294	0.0016	0.0047	0.0026	0.0100	0.0071	0.0120	0.0156	0.0300
B. lutea	0.0079	0.0146	0.0031	0.0040	0.0023	0.0034	0.0048	0.0071	0.0159	0.0391
O. virginiana	0.0071	0.0318	0.0012	0.0058	0.0015	0.0068	0.0053	0.0190	0.0168	0.0290

a) Fer

Les bétulacées sont moyennement riches en fer. Nous avons trouvé ce métal dans chacune des parties des quatre espèces étudiées et les variations se font dans des limites très rapprochées, comme le prouvent les chiffres suivants qui indiquent, en outre, dans quel ordre décroissant se placent les différents organes de ces arbres :

Feuilles			Écorce			Rameaux		
0.0119	-	0.0168	0.0066	-	0.0079	0.0048	-	0.0075
Coeur			Aubier					
0.0015	-	0.0026	0.0012	-	0.0031			

b) Manganèse

En étudiant, à ce point de vue, les quatre bétulacées mentionnées ci-dessus, nous avons constaté :

1°—Qu'il y a du manganèse dans chacune des parties de tous les arbres analysés ;

2°—Que les teneurs sont extraordinairement élevées ;

3°—Que, d'une façon générale, le bouleau à feuille de peuplier est la plus riche des quatre espèces ;

4°—Que le coeur et l'aubier de chacune des espèces contiennent des pourcentages de manganèse supérieurs à ceux des mêmes parties de tous les autres arbres qui ont fait l'objet de nos recherches.

Ces constatations confirment en tous points les conclusions que nous avons énoncées à propos des ormes et des frênes (page 66) au sujet de l'influence de la nature du sol sur le pouvoir qu'ont les arbres d'assimiler le manganèse. À notre avis, les quantités élevées de ce métal que nous avons trouvées dans les bouleaux et l'ostryer dépendent du fait que ces arbres croissent habituellement dans des sols acides, circonstance qui favorise éminemment l'assimilation du manganèse.

Nous verrons, cependant, à propos des peupliers, que ce phénomène ne constitue pas une loi générale.

Rapports $\frac{Mn}{Fe}$

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>B. populifolia</i>	4.34	3.45	5.10	1.38	4.04
<i>B. papyrifera</i>	4.45	2.93	3.84	1.69	1.92
<i>B. lutea</i>	1.84	1.29	1.47	1.47	2.45
<i>O. virginiana</i>	4.47	4.83	4.53	3.58	1.72

Les rapports Mn/Fe de chacune des parties des bétulacées sont tous très élevés: aucun n'est inférieur à l'unité. C'est la seule famille qui présente ce phénomène. C'est là, comme nous l'avons déjà signalé, l'indication de la grande importance du manganèse dans la vie des arbres qui appartiennent aux deux genres *betula* et *ostrya*.

Chapitre VI

LES SALICACÉES

Nous n'avons étudié dans cette famille que nos quatre espèces indigènes du genre *populus*: le liard, le peuplier à grandes dents, le tremble et le peuplier baumier. Alors que les trois premières recherchent les sols acides, la dernière est calcicole.

1 — LIARD — *POPULUS TACAMAHACCA* MILL.
$$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	13	8"	6.77	0.73	0.76	2.97	8.40
Montigny	19	4"	6.23	0.44	0.38	2.37	6.28
Oka	22	3½"	6.68	0.46	0.90	2.93	4.93
Bagotville	18	3"	6.45	0.45	0.63	4.58	8.90
Nominingue	17	4½"	6.48	0.48	0.86	2.54	5.97
Moyennes			6.52	0.51	0.71	3.08	6.89

LIARD — POPULUS TACAMAHACCA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0150	0.0098	0.0025	0.0010	0.0040	0.0010	0.0075	0.0010	0.0250	0.0045
Montigny	0.0150	0.0093	0.0100	0.0035	0.0075	0.0020	0.0075	0.0050	0.0200	0.0200
Oka	0.0113	0.0018	0.0150	0.0010	0.0075	0.0015	0.0088	0.0020	0.0125	0.0063
Bagotville	0.0125	0.0040	0.0150	0.0010	0.0050	0.0010	0.0100	0.0015	0.0300	0.0025
Nominingue	0.0125	0.0070	0.0100	0.0010	0.0060	0.0010	0.0075	0.0040	0.0200	0.0080
Moyennes	0.0133	0.0064	0.0105	0.0015	0.0060	0.0013	0.0082	0.0027	0.0215	0.0082
Rapports Mn/Fe	0.48		0.14		0.21		0.33		0.38	
% Fe + Mn	0.0197		0.0120		0.0073		0.0107		0.0297	

LIARD — *POPULUS TACAMAHACCA*

Remarques

a) *Cendres*

Le liard est un bois tendre qui contient, dans chacune de ses parties, beaucoup plus de substances minérales que les conifères (39) qui sont également des bois légers. Parmi ces derniers, seul le cèdre blanc fait exception à ce point de vue. Les pourcentages de cendres obtenus à l'incinération des divers organes du liard se comparent très bien, d'une façon générale, avec ceux des bois durs que nous avons étudiés. Signalons que les feuilles (6.89%) et l'écorce (6.52%) ont les teneurs les plus élevées, suivies, dans l'ordre, des rameaux, du coeur et de l'aubier.

Dans l'écorce, les matières minérales existent en quantité deux fois plus grande dans la partie interne que dans la partie externe, comme le prouvent les chiffres suivants :

écorce externe: 4.53%

écorce interne: 8.51%

À notre avis, une telle distribution ne peut s'expliquer que par la texture de l'écorce du liard qui permet à l'eau de dissoudre les matières minérales accumulées dans sa partie externe.

Les pourcentages de cendres et de Fe + Mn décroissent dans le même ordre, pour toutes les parties, à l'exception de l'aubier, qui malgré une teneur en cendres inférieure à toutes les autres contient cependant plus de Fe + Mn que les rameaux et le coeur :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	6.89	6.52	3.08	0.71	0.51
% Fe + Mn	0.0297	0.0197	0.0107	0.0073	0.0120

(39) Fr. Hormisdas, op. cit. p. 155.

b) Fer

Cette espèce contient des quantités appréciables de fer dans chacune de ses parties. L'aubier et le coeur sont particulièrement riches en ce métal, leurs teneurs respectives de 0.0105% et de 0.0060% étant les plus élevées que nous ayons constatées pour ces parties au cours de notre étude. Comme dans les autres familles, ce sont les feuilles qui contiennent le plus de fer, puis l'écorce, l'aubier (en dépit de sa faible teneur en cendres), les rameaux et le coeur.

Malgré la grande différence constatée entre les pourcentages de cendres des écorces externe et interne, les teneurs en fer sont pratiquement identiques. Voici de quelle façon ce métal est distribué dans

écorce externe: 0.0160%

écorce interne: 0.0106%

c) Manganèse

Pourtant un arbre de sol acide, le peuplier *tacamahacca* est plutôt pauvre en manganèse si l'on compare les pourcentages trouvés avec ceux des autres arbres qui croissent habituellement dans les sols de cette nature. Ce sont les feuilles qui ont la plus forte teneur de toutes les parties étudiées. Viennent ensuite l'écorce, les rameaux, l'aubier et le coeur.

Dans l'écorce, le métal est distribué à peu près uniformément, les pourcentages respectifs de l'écorce externe et de l'écorce interne étant de 0.0062 et de 0.0065.

Par suite des teneurs plutôt basses en manganèse du liard, il n'est pas surprenant de constater que les rapports Mn/Fe sont tous très faibles.

Ce phénomène est tout à fait opposé au fait admis par les nombreux chercheurs déjà cités, à savoir que la nature acide du sol favorise l'assimilation du manganèse.

**2 — PEUPLIER À GRANDES DENTS — POPULUS
GRANDIDENTATA MICHX.**

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Shawinigan	19	3"	7.11	0.33	0.25	4.18	6.90
Montigny	15	2½"	3.86	0.40	0.30	2.90	6.38
Nominingue	17	3½"	4.95	0.43	0.55	1.88	6.10
Oka	33	2½"	4.65	0.47	0.38	2.83	5.78
Mont St-Michel	13	2¼"	4.79	0.45	0.47	1.83	4.13
Moyennes			5.07	0.42	0.39	2.72	5.86

PEUPLIER À GRANDES DENTS — *POPULUS GRANDIDENTATA*

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Shawinigan	0.0069	0.0028	0.0045	0.0005	0.0010	0.0005	0.0040	0.0010	0.0200	0.0063
Montigny	0.0106	0.0056	0.0020	0.0010	0.0020	0.0015	0.0063	0.0030	0.0100	0.0175
Nominingue	0.0081	0.0027	0.0030	0.0008	0.0015	0.0010	0.0050	0.0015	0.0150	0.0087
Oka	0.0035	0.0029	0.0075	0.0010	0.0035	0.0005	0.0050	0.0020	0.0100	0.0100
Mont St-Michel	0.0050	0.0068	0.0010	0.0016	0.0025	0.0015	0.0025	0.0063	0.0070	0.0200
Moyennes	0.0068	0.0042	0.0036	0.0010	0.0021	0.0010	0.0045	0.0027	0.0124	0.0125
Rapports Mn/Fe	0.61		0.27		0.47		0.60		1.00	
% Fe + Mn	0.0110		0.0046		0.0031		0.0072		0.0249	

PEUPLIER À GRANDES DENTS — *POPULUS* *GRANDIDENTATA*

Remarques

a) *Cendres*

Les pourcentages de cendres que nous avons trouvés pour chacune des parties du peuplier à grandes dents se rapprochent passablement de ceux de l'espèce précédente. Le peuplier à grandes dents, qui est pourtant un bois tendre, diffère totalement des conifères sur ce point et se rapproche des bois durs que nous avons analysés. C'est encore dans les feuilles que nous avons trouvé le plus de substances minérales, soit 5.86%. L'écorce vient au deuxième rang avec le pourcentage, légèrement inférieur au précédent, de 5.07%, les parties externe et interne de cette dernière donnant sensiblement la même quantité moyenne de cendres à l'incinération: 5.11% et 5.03% respectivement.

Pour toutes les parties, les pourcentages de cendres et de Fe + Mn décroissent dans le même ordre :

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	5.86	5.07	2.72	0.41	0.39
% Fe + Mn	0.0249	0.0110	0.0072	0.0046	0.0031

b) *Fer*

Un peu moins minéralisé que le liard, le peuplier à grandes dents est aussi moins riche en fer. Il en contient, cependant, de bonnes quantités dans chacune de ses parties. Les feuilles ont encore la plus forte teneur, puis se placent, dans l'ordre, l'écorce, les rameaux, l'aubier et le coeur.

Malgré des pourcentages presque égaux de cendres dans les deux parties de l'écorce, on trouve plus de fer dans la partie externe que dans la partie interne, soit :

écorce externe: 0.0077%

écorce interne: 0.0059%

c) *Manganèse*

Voici un autre arbre de sol acide qui est cependant pauvre en manganèse. Toutes les parties en contiennent, il est vrai, mais les pourcentages sont peu élevés. Les feuilles, la partie la moins pauvre, n'en possèdent que 0.0125%. L'écorce vient ensuite avec une teneur trois fois moins élevée (0.0042%), puis dans l'ordre, les rameaux, le coeur et l'aubier, ces deux dernières parties ayant le même pourcentage, soit 0.0010%.

Inutile d'ajouter que les rapports Mn/Fe sont tous très faibles, seul celui des feuilles étant égal à l'unité.

Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de ce phénomène qui contredit jusqu'à un certain point les avancées des chercheurs que nous avons mentionnés à propos des arbres calcicoles (page 66).

3 — TREMBLE — *POPULUS TREMULOIDES* MICHX.

$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	54	10"	3.56	0.34	0.53	3.20	5.85
Montigny	20	3"	4.02	0.33	0.38	2.60	4.75
Nominingue	19	3"	3.75	0.53	0.47	3.50	4.92
Oka	17	3"	4.79	0.61	0.35	4.50	6.28
Drummondville	12	2"	5.15	0.56	0.83	2.18	9.45
Bagotville	48	5"	3.30	0.39	0.60	3.43	5.83
Ste-Germaine	15	2½"	4.09	0.52	0.65	2.00	4.83
Moyennes			4.09	0.47	0.54	3.06	5.98

TREMBLE — POPULUS TREMULOIDES

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0068	0.0093	0.0040	0.0040	0.0015	0.0040	0.0025	0.0040	0.0350	0.0088
Montigny	0.0025	0.0042	0.0018	0.0010	0.0050	0.0015	0.0035	0.0062	0.0062	0.0100
Nominingue	0.0046	0.0056	0.0040	0.0040	0.0022	0.0030	0.0040	0.0063	0.0113	0.0050
Oka	0.0067	0.0018	0.0016	0.0005	0.0016	0.0005	0.0090	0.0015	0.0125	0.0075
Drummondville	0.0077	0.0070	0.0035	0.0010	0.0016	0.0040	0.0050	0.0030	0.0185	0.0062
Bagotville	0.0057	0.0070	0.0125	0.0020	0.0063	0.0025	0.0050	0.0062	0.0125	0.0100
Ste-Germaine	0.0060	0.0070	0.0040	0.0040	0.0025	0.0035	0.0040	0.0035	0.0250	0.0088
Moyennes	0.0057	0.0060	0.0045	0.0023	0.0029	0.0027	0.0047	0.0044	0.0173	0.0080
Rapports Mn/Fe	1.05		0.51		0.93		0.93		0.46	
% Fe + Mn	0.0117		0.0068		0.0056		0.0091		0.0253	

TREMBLE — POPULUS TREMULOIDES**Remarques****a) Cendres**

Cette troisième espèce de peuplier est presque aussi riche en substances minérales que les précédentes. Les feuilles ont une teneur en cendres supérieure à celle des autres parties. L'écorce vient ensuite, les matières minérales y étant réparties de la façon suivante :

écorce externe: 3.89%

écorce interne: 4.30%

C'est encore l'aubier qui donne le moins de cendres à l'incinération. Si nous exceptons le coeur et l'aubier, les pourcentages de cendres et de Fe + Mn décroissent dans le même ordre.

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	5.98	4.09	3.06	0.54	0.47
% Fe + Mn	0.0253	0.0117	0.0091	0.0056	0.0068

b) Fer

Contenant moins de fer que le liard, le tremble est cependant un peu plus riche que le peuplier à grandes dents: à l'exception de l'écorce, toutes ses parties ont une teneur en fer supérieure à celles de cette dernière espèce.

Les feuilles viennent, comme d'habitude, au premier rang, suivies de l'écorce, des rameaux, de l'aubier et du coeur.

Dans l'écorce, remarquons que la partie externe, pourtant moins riche en cendres que l'autre, est cependant plus riche en fer. Voici, les chiffres à l'appui :

écorce externe: 0.0073%

écorce interne: 0.0041%

c) *Manganèse*

Comme les deux espèces précédentes, le tremble croît dans les sols acides et cependant, il est plutôt pauvre en manganèse. Les feuilles qui n'en contiennent que 0.0080% occupent le premier rang. L'écorce vient au deuxième rang, ses deux parties ayant des teneurs très voisines, soit :

écorce externe: 0.0063%

écorce interne: 0.0057%

Enfin, les rameaux, le coeur et l'aubier se placent à la suite, dans l'ordre ci-dessus.

Les rapports Mn/Fe sont très faibles et inférieurs à l'unité sauf celui de l'écorce qui est de 1.05. Notons également que le coeur et l'aubier ont un rapport voisin de 1.

4—PEUPLIER BAUMIER — *POPULUS BALSAMIFERA* L.

$$\% \frac{\text{Cendres}}{m. s.}$$

Provenance	Âge	Dia- mètre	Écorce	Aubier	Coeur	Ra- meaux	Feuil- les
Berthier	58	81½"	6.84	0.49	0.75	2.13	8.00
Oka	12	3"	6.27	0.68	0.80	2.68	8.28
Buckingham	30	41½"	6.09	0.69	0.77	4.54	10.03
Moyennes			6.40	0.62	0.77	3.12	8.77

PEUPLIER BAUMIER — POPULUS BALSAMIFERA

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Provenance	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
Berthier	0.0037	0.0029	0.0125	0.0010	0.0010	0.0005	0.0063	0.0030	0.0300	0.0080
Oka	0.0103	0.0028	0.0014	0.0002	0.0016	0.0000	0.0050	0.0025	0.0100	0.0050
Buckingham	0.0051	0.0030	0.0016	0.0004	0.0100	0.0005	0.0040	0.0030	0.0125	0.0125
Moyennes	0.0063	0.0029	0.0052	0.0008	0.0042	0.0003	0.0051	0.0028	0.0175	0.0088
Rapports Mn/Fe	0.46		0.15		0.07		0.55		0.47	
% Fe + Mn	0.0092		0.0060		0.0045		0.0079		0.0258	

PEUPLIER BAUMIER — POPULUS BALSAMIFERA**Remarques****a) Cendres**

Cette quatrième espèce de peuplier entre dans la catégorie des bois tendres et donne autant de cendres que les bois durs étudiés au cours du présent travail. Elle contient, dans chacune de ses parties, beaucoup plus de matières minérales que le groupe de bois tendres constitué par les conifères. L'ordre décroissant des pourcentages de cendres est le même que pour les autres peupliers: feuilles, écorce, rameaux, coeur et aubier.

Ici, encore, l'écorce externe donne moins de cendres à l'incinération que l'écorce interne. Voici les chiffres que révèle l'analyse de chacune de ces parties:

écorce externe: 5.89%

écorce interne: 6.91%

Les pourcentages décroissants de cendres et de Fe + Mn indiquent la même régularité que les autres peupliers et présentent l'exception déjà signalée au sujet de l'aubier et du coeur.

	Feuilles	Écorce	Rameaux	Coeur	Aubier
% Cendres	8.77	6.40	3.12	0.77	0.62
% Fe + Mn	0.0258	0.0092	0.0079	0.0045	0.0060

b) Fer

Le peuplier baumier contient, tout comme le peuplier à grandes dents et le tremble, moins de fer que le liard. Les pourcentages de chacune de ses parties en diffèrent très peu. Les feuilles viennent tout d'abord avec la teneur de 0.0175%, suivies, dans l'ordre, de l'écorce, de l'aubier, des rameaux et du coeur, les différences étant très petites pour ces quatre dernières parties: les pourcentages varient de 0.0042 à 0.0063.

Voici comment le fer est distribué dans l'écorce :

écorce externe: 0.0100%

écorce interne: 0.0027%

Ces chiffres démontrent bien la grande abondance relative du fer dans l'écorce externe, car cette dernière partie est beaucoup moins minéralisée que la partie interne.

c) *Manganèse*

Le peuplier baumier est le moins riche en manganèse des quatre peupliers étudiés. Le coeur (40) et l'aubier de cette espèce n'en contiennent que de très faibles quantités et la teneur de l'écorce est fort inférieure à celle de la partie correspondante du liard, du peuplier à grandes dents et du tremble. Comme le peuplier baumier se rencontre de préférence sur les sols calcaires, cette pauvreté relative en manganèse s'explique facilement par les raisons signalées déjà, à l'occasion d'une constatation identique faite au sujet des frênes et des ormes (page 66).

Par rapport à leur teneur en manganèse, les différents organes du peuplier baumier se placent dans l'ordre suivant :

feuilles (0.0083), écorce et rameaux (0.0040), aubier (0.0008) et coeur (0.0003).

Les deux parties de l'écorce ont pratiquement la même teneur en manganèse :

écorce externe: 0.0032%

écorce interne: 0.0028%

Comme c'était à prévoir pour un arbre calcicole, les rapports Mn/Fe sont tous très faibles.

(40) Un échantillon sur trois ne contenait absolument pas de manganèse.

Comparaison entre les divers peupliers

$\frac{\% \text{ Cendres}}{\text{m.s.}}$

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>P. tacamahacca</i>	6.52	0.51	0.71	3.08	6.89
<i>P. grandidentata</i>	5.07	0.38	0.39	2.72	5.86
<i>P. tremuloïdes</i>	4.09	0.47	0.54	3.06	5.98
<i>P. balsamifera</i>	6.20	0.62	0.77	3.12	8.77

Par rapport à leur teneur en cendres, les peupliers se placent au même rang que la plupart des bois durs. Comme nous l'avons déjà signalé, si nous comparons les chiffres obtenus pour ces quatre espèces et pour les bouleaux à canot et à feuille de peuplier, nous constatons que ces six bois tendres contiennent beaucoup plus de matières minérales que les conifères (également des bois tendres) et qu'ils se distinguent nettement d'eux sur ce point.

Comme pour la plupart des arbres étudiés, les feuilles possèdent la plus haute teneur en cendres de toutes les parties, et ce, pour chacune des quatre espèces. L'écorce vient au deuxième rang, la partie interne étant toujours plus minéralisée que la partie externe, à l'exception du peuplier à grandes dents, pour lequel les pourcentages des deux parties de l'écorce sont pratiquement égaux.

Viennent ensuite, les rameaux, le coeur et l'aubier.

Signalons à nouveau, que l'aubier qui est moins minéralisé que le coeur, contient toujours, cependant, un pourcentage de Fe + Mn, supérieur à celui de ce dernier.

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
P. tacamahacca	0.0133	0.0064	0.0105	0.0015	0.0060	0.0013	0.0082	0.0027	0.0215	0.0082
P. grandidentata	0.0068	0.0042	0.0036	0.0010	0.0021	0.0010	0.0045	0.0027	0.0124	0.0125
P. tremuloïdes	0.0057	0.0060	0.0045	0.0023	0.0029	0.0027	0.0047	0.0044	0.0173	0.0080
P. balsamifera	0.0063	0.0029	0.0052	0.0008	0.0042	0.0003	0.0051	0.0028	0.0175	0.0083

a) Fer

Pour chacune des parties de l'arbre, c'est le liard qui possède les teneurs les plus élevées en ce métal. Les trois autres peupliers se distinguent peu les uns des autres, à ce point de vue, bien que le peuplier à grandes dents soit un peu moins riche que le tremble et le peuplier baumier.

Voici dans quel ordre décroissant se placent, pour les quatre espèces que nous avons étudiées, les différentes parties de l'arbre: les feuilles, l'écorce, les rameaux, l'aubier et le coeur.

On constatera, à l'examen du tableau ci-dessous, que les variations du fer dans les différents organes des peupliers baumier et à grandes dents et du tremble se font dans des limites assez rapprochées. Nous mettons entre parenthèses le pourcentage trouvé pour les parties correspondantes du liard.

Feuilles	Écorce
0.0124 — 0.0175 (0.0215)	0.0057 — 0.0068 (0.0133)
Rameaux	Coeur
0.0045 — 0.0051 (0.0082)	0.0021 — 0.0042 (0.0060)
Aubier	
0.0036 — 0.0052 (0.0105)	

b) Manganèse

Voici les faits qui se dégagent de l'examen du tableau des teneurs en manganèse :

1°—Toutes les parties des quatre peupliers étudiés contiennent du manganèse;

2°—Les teneurs sont plutôt faibles;

3°—Les feuilles constituent la partie la plus riche et le coeur la plus pauvre;

4°—Les limites de variation du manganèse dans chacun des organes des quatre peupliers sont peu étendues :

Feuilles	Écorce	Rameaux
0.0080 — 0.0125	0.0029 — 0.0064	0.0027 — 0.0044
Aubier	Coeur	
0.0008 — 0.0023	0.0003 — 0.0027	

Le fait que le peuplier baumier contienne peu de manganèse s'explique facilement par la tendance de cet arbre à pousser dans les sols calcaires, ce qui indique qu'il est un calcicole. Nous avons déjà signalé que cette circonstance diminue considérablement la facilité d'assimilation du manganèse par les plantes en général. Mais, les trois autres peupliers sont des arbres de sol acide et cependant, ils ne contiennent pas plus de manganèse que le peuplier baumier. Ces faits sont en contradiction partielle avec l'hypothèse des chercheurs que nous avons déjà cités (page 51).

Rappelons que d'après ces chercheurs, la nature acide du sol favoriserait l'assimilation du manganèse par les plantes. Nous verrons, dans le prochain chapitre, ce qu'il faut penser de cette dernière assertion.

Rapports $\frac{Mn}{Fe}$

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>P. tacamahacca</i>	0.48	0.14	0.21	0.33	0.38
<i>P. grandidentata</i>	0.61	0.27	0.47	0.60	1.00
<i>P. tremuloïdes</i>	1.05	0.51	0.93	0.93	0.46
<i>P. balsamifera</i>	0.46	0.15	0.07	0.55	0.47

Tous très faibles, les pourcentages Mn/Fe démontrent bien le peu d'importance du manganèse dans l'économie des peupliers.

Chapitre VII

CONCLUSIONS

De tous les résultats consignés dans les pages précédentes, se dégagent plusieurs faits dont les uns répondent aux quelques questions que nous nous étions posées au début du présent travail et les autres mettent en lumière certains phénomènes importants. Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'insister sur chacun de ces faits et d'en tirer nos conclusions.

Examinons d'abord ceux qui apportent une réponse aux diverses interrogations suivantes, qui nous ont amené à procéder à cette recherche.

1.—*Nos arbres contiennent-ils tous du fer et du manganèse ?*

Nous avons constaté la présence de ces deux métaux dans chacune des parties de tous les arbres que nous avons étudiés (41), à l'exception du coeur et de l'aubier de l'érable à Giguère, de l'orme à grappes (orme liège) et des frênes blanc, noir et rouge qui sont déficients en manganèse. Nous confirmons donc, *dans l'ensemble*, les avancées de Bertrand (42), McHargue (43), Jones (44), Ma-

(41) Le fr. Hormisdas a fait la même conclusion dans les conifères.
Op. cit. pp. 145 et 152.

(42) Ann. Inst. Pasteur, 35, No 12, pp. 815-819 (1921).
Ann. Inst. Pasteur, 36, No 3, pp. 230-232 (1922).
C. R. 173, pp. 333-336 (1921).

(43) J. Am. Chem. Soc. 44, pp. 1592-1598 (1922).

(44) Am. Soc. Plant. Physiol. p. 12 (1926) Abst. of meeting.

quenne et Cerighelli (45), W. P. Kelley (46), Piper (47), et L. et D. Leroux (48), à l'effet que le fer et le manganèse sont des éléments nécessaires à l'évolution normale des phénomènes de la vie végétale. Disons cependant que pour les cinq espèces mentionnées ci-dessus, le manganèse ne semble pas jouer un rôle de premier plan, puisque le coeur et l'aubier de ces arbres n'en contiennent pas ou pratiquement pas.

2.—*De quelle façon les teneurs en fer et en manganèse varient-elles, pour un genre donné, d'une espèce à l'autre et d'un organe d'une même espèce à un autre ?*

On trouvera la réponse à la première partie de cette question à la fin de chacun des chapitres consacrés aux différents genres sur lesquels ont porté nos recherches. Dans nos remarques particulières sur chacun des genres, nous avons indiqué les variations constatées dans les teneurs en fer et en manganèse de leurs diverses espèces. Quant à la deuxième partie de la question, voici les observations que nous avons faites :

Les teneurs en fer et en manganèse varient considérablement d'un organe à un autre pour une espèce donnée, mais, sauf de rares exceptions, cette variation est uniforme pour tous les arbres étudiés. Nous indiquerons pour chaque métal, dans quel ordre décroissent les pourcentages contenus dans chacune des parties de l'arbre.

A) Fer. En valeur absolue, c'est-à-dire par rapport à la matière sèche, les feuilles contiennent plus de fer que toutes les autres parties. Puis suivent dans l'ordre, l'écorce, les rameaux, le coeur et l'aubier, ces deux derniers ayant des teneurs uniformément basses et, occupant, tour à tour, la dernière place dans le classement. Disons, toutefois, que l'aubier des peupliers est plus riche que celui des autres espèces et contient pratiquement autant de fer que les rameaux. Voici les limites entre lesquelles varient les teneurs moyennes en fer par rapport à la matière sèche des diverses parties des 105 arbres soumis à l'analyse.

(45) C. R. 173, pp. 273-278 (1921).

(46) Bot. Gaz. Vol. 57, No 3, pp. 213-227.

(47) Ann. App. Biol. 16, pp. 493-523 (1929).

(48) Rev. Gen. Bot. No 409, pp. 24-33 et No 410 pp. 57-70 (1923).

	Minimum	Maximum
Écorce	0.0057 (tremble)	0.0239 (frêne rouge)
Aubier	0.0009 (frêne rouge)	0.0105 (liard)
Coeur	0.0012 (érable de Pennsylvanie)	0.0060 (")
Rameaux	0.0040 (érable argenté)	0.0082 (")
Feuilles	0.0100 (orme liège)	0.0245 (orme rouge)

C'est dans l'écorce que l'on trouve les plus grandes variations et dans les rameaux que les pourcentages sont plus uniformes. Ajoutons, de plus, qu'en aucun cas nos recherches ne nous ont révélé la présence de plus grandes quantités de fer dans l'écorce interne que dans l'écorce externe, que l'arbre soit à écorce fissurée ou non. Nous confirmons encore, sur ce point, les constatations faites par le frère Hormisdas au sujet des conifères (49).

Si en valeur absolue, l'on constate de fortes différences dans les teneurs en fer des diverses parties de chacune des espèces, il n'en est pas ainsi, lorsqu'on examine le tableau suivant, dans lequel nous avons consigné les teneurs en fer des cendres de toutes les parties des espèces étudiées (valeur relative).

Fe
 $\frac{\%}{\text{Cendres}}$

Acéracées, genre acer :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
A. Negundo	0.22	0.24	0.15	0.21	0.19
A. pennsylvanicum	0.08	0.17	0.26	0.19	0.20
A. spicatum	0.17	0.36	0.32	0.30	0.31
A. saccharinum	0.26	0.23	0.44	0.18	0.30
A. rubrum	0.15	0.33	0.28	0.17	0.26
A. saccharum	0.11	0.67	0.30	0.22	0.31
A. nigrum	0.08	0.18	0.19	0.03	0.14

(49) Op. cit. p. 153.

Oléacées, genre fraxinus :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>F. americana</i>	0.12	0.28	0.25	0.22	0.22
<i>F. nigra</i>	0.19	0.57	0.32	0.22	0.14
<i>F. pennsylvanica</i>	0.35	0.17	0.50	0.19	0.20

Ulmacées, genre ulmus :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>U. americana</i>	0.16	0.60	0.27	0.20	0.15
<i>U. racemosa</i>	0.14	0.13	0.09	0.08	0.10
<i>U. fulva</i>	0.10	0.30	0.43	0.24	0.18

Bétulacées, genres betula et ostrya :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>B. populifolia</i>	0.31	0.48	0.40	0.57	0.26
<i>B. papyrifera</i>	0.36	0.42	0.38	0.46	0.29
<i>B. lutea</i>	0.29	1.24	0.46	0.28	0.24
<i>O. virginiana</i>	0.08	0.21	0.25	0.15	0.26

Salicacées, genre populus :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>P. tacamahacca</i>	0.20	2.05	0.84	0.26	0.31
<i>P. grandidentata</i>	0.13	0.95	0.54	0.16	0.21
<i>P. tremuloïdes</i>	0.13	0.95	0.53	0.15	0.13
<i>P. balsamifera</i>	0.10	0.83	0.55	0.16	0.09

En effet, l'examen des chiffres ci-dessus indique que, dans tous les organes et pour toutes les espèces, le pourcentage de fer contenu dans les matières minérales est relativement constant, aussi bien d'une espèce à l'autre, que d'un organe à l'autre. On constatera, en effet, que les variations se font dans des limites très rapprochées. Nous avons fait les mêmes calculs pour tous les conifères analysés par le fr. Hormisdas au cours de ses recherches et nous arrivons aux mêmes conclusions.

Il est donc évident que le fer semble jouer un rôle identique dans la physiologie de toutes les espèces d'arbres. Ceux-ci, apparemment, à quelque genre qu'ils appartiennent, en assimilent une quantité à peu près constante dans le sol dans lequel ils croissent.

B) Manganèse. En valeur absolue, les feuilles et l'écorce sont les deux parties les plus riches en manganèse de toutes les espèces étudiées. Mais, alors que pour les érables, l'écorce possède la plus haute teneur, les feuilles viennent au premier rang pour les bouleaux et les peupliers. Quant aux ormes et aux frênes, arbres pauvres en manganèse, les pourcentages obtenus diffèrent peu dans ces deux parties. La grande richesse en manganèse des feuilles a déjà été constatée par Bertrand (50), McHargue (51), Bishop (52) et le fr. Hormisdas (53). Ces chercheurs ont démontré que les teneurs en manganèse étaient plus élevées dans les parties actives des plantes que dans les autres et que ce métal était un élément nécessaire à la photosynthèse et à l'assimilation du carbone. Quant à l'écorce, nous avons constaté que, contrairement à ce qui existe pour les conifères (54), la partie externe contient autant, sinon un peu plus, de manganèse que la partie interne. Disons cependant, que l'écorce interne de l'érable argenté, de l'érable rouge et du liard est plus riche que l'externe.

Après les feuilles et l'écorce, viennent, par ordre décroissant, les rameaux, le coeur et l'aubier. Tout comme pour le fer, les pour-

(50) C.R. 174 (1922) No 7, pp. 491-493.

Jour. Ind. and Eng. Chem. Vol. 18, No 2 (1926), pp. 172-175.

(51) Bot. Gaz. 94, No 2, pp. 381-393 (1932).

(52) Aust. Jour. Expt. Biol. and Med. Sci. 5 (1928) No 2, pp. 125-141.

(53) Op. cit. p. 145.

(54) Fr. Hormisdas, op. cit., p. 146.

centages de manganèse trouvés dans ces deux dernières parties sont uniformément faibles et différent très peu. Signalons, en outre, que le coeur et l'aubier de l'érable à Giguère, des trois frênes, des trois ormes et du peuplier baumier ne contiennent pas ou à peu près pas de manganèse.

Les limites entre lesquelles varient les teneurs en manganèse (par rapport à la matière sèche) de chacune des parties des arbres étudiés sont beaucoup plus étendues que celles du fer.

Voici quelles sont ces limites :

	Minimum	Maximum
Écorce	0.0022 (frêne rouge)	0.0318 (ostoyer de Virginie)
Aubier	0.0000 (55)	0.0069 (bouleau à feuille de peuplier)
Coeur	0.0000 (55)	0.0100 (bouleau à papier)
Rameaux	0.0012 (orme rouge)	0.0190 (ostoyer de Virginie)
Feuilles	0.0020 (" ")	0.0481 (ostoyer de Virginie)

(55) Frêne noir, frêne rouge, orme à grappes, la plupart des érables à Giguère, des ormes rouges et des frênes blancs.

Il est intéressant de constater que les teneurs les plus faibles en manganèse se trouvent chez les frênes et les ormes, tandis que les bétulacées contiennent les plus fortes quantités de ce métal.

Si nous examinons maintenant les pourcentages de manganèse contenus dans les cendres des organes des diverses espèces, nous ne constatons pas la même régularité que pour le fer. Le tableau suivant le prouve.

$$\% \frac{Mn}{Cendres}$$
Acéracées, genre acer :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>A. pennsylvanicum</i>	0.34	0.84	1.52	0.60	0.25
<i>A. Negundo</i>	0.04	0.00	0.00	0.07	0.03
<i>A. spicatum</i>	0.21	0.36	0.34	0.36	0.13
<i>A. saccharinum</i>	0.50	0.39	0.53	0.35	0.24
<i>A. rubrum</i>	0.41	1.09	0.80	0.20	0.63
<i>A. saccharum</i>	0.34	1.47	0.91	0.60	0.38
<i>A. nigrum</i>	0.07	0.36	0.25	0.03	0.06

Oléacées, genre fraxinus :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>F. americana</i>	0.15	0.00	0.00	0.10	0.10
<i>F. nigra</i>	0.05	0.00	0.00	0.07	0.05
<i>F. pennsylvanica</i>	0.03	0.00	0.00	0.07	0.03

Ulmacées, genre ulmus :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>U. americana</i>	0.02	0.11	0.02	0.06	0.10
<i>U. racemosa</i>	0.05	0.00	0.00	0.05	0.05
<i>U. fulva</i>	0.02	0.07	0.01	0.05	0.03

Bétulacées, genres *betula* et *ostrea* :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>B. populifolia</i>	1.36	1.68	2.06	0.80	1.85
<i>B. papyrifera</i>	1.66	1.24	1.47	0.77	0.56
<i>B. lutea</i>	0.55	1.60	0.70	0.41	0.61
<i>O. virginiana</i>	0.37	1.01	1.15	0.53	0.44

Salicacées, genre *populus* :

Espèce	Écorce	Aubier	Coeur	Rameaux	Feuilles
<i>P. tacamahacca</i>	0.09	0.30	0.18	0.08	0.11
<i>P. grandidentata</i>	0.08	0.26	0.25	0.09	0.21
<i>P. tremuloïdes</i>	0.14	0.48	0.50	0.14	0.13
<i>P. balsamifera</i>	0.04	0.13	0.04	0.08	0.09

Il est facile de constater que les limites de variation des teneurs en manganèse par rapport aux cendres sont très étendues, tant d'une espèce à l'autre, que d'un organe à l'autre. La régularité relative que nous avons observée dans les pourcentages de fer ne se retrouve pas pour le manganèse. Il est donc évident que la quantité de manganèse absorbée par une espèce lui est *spécifique* et que ce métal joue son rôle (peut-être de façon catalytique) dans les phénomènes physiologiques qui se produisent dans l'organisme des divers arbres, même quand les concentrations varient. Il semble que certaines espèces exigent beaucoup de manganèse pour leur croissance tandis que d'autres n'en exigent que très peu.

3.—*Les teneurs en fer et en manganèse sont-elles constantes d'un genre à l'autre ?*

Pour ce qui est du fer, les variations constatées d'un genre à l'autre, tant en valeur absolue qu'en valeur relative, ne sont pas considérables. Ce métal se trouve en quantité assez uniforme dans les divers genres étudiés et, il est impossible de conclure à la prédo-

minance de l'un d'eux sur les autres. Nous ne pouvons donc que répéter ce que nous disions à ce sujet, dans la réponse précédente: le fer semble jouer un rôle identique dans la physiologie des arbres. Mais il n'en est pas ainsi du manganèse. Les divers genres étudiés diffèrent considérablement les uns des autres sous ce rapport. On peut les classer de la façon suivante, par ordre décroissant, en fonction de leur teneur (absolue comme relative) en manganèse :

- 1) *Betula*, 2) *Ostrya*, 3) *Acer*, 4) *Populus*,
5) *Fraxinus*, 6) *Ulmus*.

Étant donné nos propres constatations et celles qu'a faites le fr. Hormisdas sur ce point (56), il y a lieu de croire que les arbres *exercent une certaine spécificité* dans l'assimilation par leurs tissus, du manganèse du sol, tandis qu'ils ont tous un égal besoin de fer.

À l'appui de cette assertion, nous comparons, ci-dessous, les teneurs en cendres, en fer et en manganèse par rapport à la matière sèche et en fer et en manganèse par rapport aux cendres, des parties de cinq arbres que nous avons coupés nous-même dans un petit bosquet à Nominigüe. Ces cinq arbres croissaient absolument dans le même sol puisqu'il y avait un maximum de 200 pieds environ entre les plus éloignés.

% *Cendres*
bois

Espèce	Écorce	Aubier	Cœur	Rameaux	Feuilles
<i>A. pennsylvanicum</i>	7.40	0.71	0.43	1.75	6.43
<i>A. spicatum</i>	3.38	0.25	0.90	1.73	3.75
<i>O. virginiana</i>	9.98	0.36	0.48	4.57	6.97
<i>P. grandidentata</i>	4.95	0.43	0.55	1.88	6.10
<i>P. tremuloïdes</i>	3.74	0.53	0.47	3.50	4.92

(56) Op. cit., p. 149.

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
A. pennsylvanicum	0.0063	0.0230	0.0010	0.0020	0.0005	0.0100	0.0030	0.0175	0.0050	0.0090
A. spicatum	0.0055	0.0213	0.0009	0.0027	0.0004	0.0038	0.0062	0.0100	0.0080	0.0070
O. virginiana	0.0047	0.0231	0.0006	0.0030	0.0004	0.0030	0.0050	0.0040	0.0150	0.0070
P. grandidentata	0.0081	0.0027	0.0030	0.0008	0.0015	0.0010	0.0050	0.0015	0.0150	0.0087
P. tremuloïdes	0.0046	0.0056	0.0040	0.0022	0.0030	0.0040	0.0040	0.0063	0.0113	0.0050

$\% \frac{Fe}{cendres} \text{ et } \frac{Mn}{cendres}$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
<i>A. pennsylvanicum</i>	0.08	0.31	0.14	0.28	0.11	2.32	0.17	1.00	0.07	0.14
<i>A. spicatum</i>	0.16	0.63	0.36	1.08	0.04	0.42	0.35	0.56	0.21	0.18
<i>O. virginiana</i>	0.04	0.23	0.16	0.75	0.08	0.62	0.10	0.08	0.21	0.10
<i>P. grandidentata</i>	0.16	0.05	0.69	0.14	0.27	0.18	0.26	0.08	0.24	0.14
<i>P. tremuloïdes</i>	0.12	0.15	0.75	0.75	0.46	0.63	0.11	0.18	0.23	0.10

Il est facile de se rendre compte que les variations dans les teneurs en fer, tant par rapport à la matière sèche que par rapport aux cendres, sont beaucoup moins considérables que celles que l'on constate pour le manganèse, à l'exception toutefois des feuilles qui contiennent des pourcentages assez uniformes de ce dernier métal. En résumé, nos résultats indiquent que tous les arbres *exigent une quantité de fer comprise entre certaines limites, peu étendues*, tandis que *les quantités de manganèse nécessaire à leur croissance varient considérablement pour chaque genre et pour chaque espèce, mais que pour une espèce donnée, il y a également des limites entre lesquelles se font ces variations.*

4.—*La nature du terrain joue-t-elle un rôle dans l'assimilation par les arbres de l'un et l'autre métal ?*

Il eut été intéressant de déterminer la nature de chacun des sols dans lesquels croissaient les divers arbres que nous avons étudiés. Nous aurions pu répondre d'une façon beaucoup plus nette à cette dernière question, mais il nous aurait fallu augmenter considérablement le nombre déjà fort élevé de nos déterminations. Nous nous proposons cependant de continuer nos recherches dans ce domaine et d'examiner les rapports qui existent entre le pH d'un sol et les teneurs en fer et en manganèse des arbres qui y croissent. Pour répondre à la quatrième question que nous avons posée au début, nous devons donc nous en tenir aux préférences marquées pour certains sols par les diverses espèces étudiées. En effet, malgré le fait bien établi que les différents arbres croissent dans les sols les plus variés, ils exigent un habitat bien déterminé pour atteindre leur plein développement. C'est pourquoi nous avons divisé nos arbres en calcicoles, calcifuges ou silicoles et en indifférents. Les frênes, les ormes et le peuplier baumier appartiennent au premier groupe, les bouleaux, l'ostryer, le liard, le tremble et le peuplier à grandes dents, au deuxième, tandis que les érables sont indifférents quant à la nature du sol.

Nous n'avons pas constaté de différences sensibles dans les teneurs en fer des arbres calcicoles, silicoles et indifférents et nous en concluons à nouveau que la nature du sol n'intervient pas dans la facilité d'assimilation du fer par les plantes. Les calcicoles, en parti-

culier, contiennent autant de fer que les autres, ce qui confirme l'avancé d'Allyn (57), à l'effet que le carbonate de calcium n'empêche pas les plantes d'absorber le fer du sol.

Quant au manganèse, voici ce que nous avons constaté :

1°—Les frênes, les ormes et le peuplier baumier, arbres calcicoles, contiennent très peu de manganèse dans les feuilles, l'écorce et les rameaux, et n'en contiennent pas ou pratiquement pas dans le coeur et l'aubier.

2°—Les bouleaux et l'ostryer (silicoles), de même que les érables (indifférents) sont très riches en manganèse.

3°—Les peupliers *tacamahacca*, *grandidentata* et *tremuloïdes* (silicoles) sont plutôt pauvres en ce métal.

Nous avons mentionné, à propos des frênes (page 51), les travaux d'Olsen, de Schollenberger, de Lepper, de Gile, de Gilbert et la constatation du fr. Hormisdas quant à l'influence de la nature du sol sur l'assimilation du manganèse par les plantes. Rappelons que tous ces chercheurs sont d'accord sur le fait que le manganèse est plus assimilable par les plantes en sol acide qu'en sol neutre ou alcalin.

Les constatations que nous avons faites à propos des frênes, des ormes et du peuplier baumier confirment parfaitement une partie de cet avancé: *la nature calcaire du sol diminue considérablement l'assimilation du manganèse par les végétaux.*

De même, les pourcentages élevés de manganèse trouvés dans les bouleaux, l'ostryer et les érables (l'érable à Giguère excepté) apportent une confirmation aux constatations faites sur la facilité d'assimilation du manganèse par les plantes qui poussent en sol acide.

Mais il n'en est pas de même des trois peupliers silicoles. Malgré leur préférence marquée pour les sols acides, ces arbres contiennent peu de manganèse. Cette constatation vient donc infirmer

(57) Ind. Acad. Sci. Proc. 43, pp. 405-409 (1927).

la partie de la conclusion des auteurs ci-haut mentionnés qui a trait à l'influence favorable de l'acidité du sol sur l'assimilation du manganèse. Nous sommes plutôt d'avis avec Lundergardh (58) que "les plantes exercent une certaine spécificité dans le choix de leurs aliments minéraux". Ce qui permettrait d'ailleurs d'expliquer pourquoi l'on trouve certains arbres calcicoles sur des terrains acides sans qu'ils contiennent plus de manganèse pour cela.

Et nous concluons que si la théorie de la mauvaise assimilation du manganèse par les plantes en sol calcaire se confirme parfaitement par nos travaux, il faut être moins affirmatif en ce qui a trait à l'influence favorable du sol sur cette assimilation.

Comme nous le disions au début de ce chapitre, en plus de ces faits que nous nous proposons d'établir en abordant cette recherche, il s'en dégage quelques autres qui mettent en lumière certains phénomènes intéressants et que nous allons maintenant étudier.

1.—Si l'on compare les pourcentages de manganèse et de fer par rapport à la matière sèche et aux cendres des diverses parties de l'érable à Giguère avec ceux des parties correspondantes des trois frênes, la grande analogie qui existe entre ces diverses espèces saute aux yeux : teneur plus ou moins élevée en fer des feuilles et de l'écorce, pourcentage pratiquement identique de ce métal dans les rameaux, le coeur et l'aubier, absence de manganèse dans ces deux dernières parties et faibles teneurs dans les autres.

Ces faits nous portent à conclure que l'érable à Giguère qui se distingue nettement des érables (voir les comparaisons entre les divers érables à la page 34) *se comporte physiologiquement comme un frêne*, du moins sous le rapport de sa teneur en fer et en manganèse. Peut-être est-ce là la réponse à la question que pose le R.F. Marie-Victorin dans sa "Flore Laurentienne" (59) : "On peut se demander si l'érable à Giguère est un érable à feuilles de frêne ou un frêne à fruit d'érable".

(58) "Environments and plant development", p. 209 (1931).

(59) p. 394.

COMPARAISON ENTRE L'ÉRABLE À GIGUÈRE ET LES FRÊNES

$$\% \frac{Fe}{m.s.} \text{ et } \frac{Mn}{m.s.}$$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
A. Negundo	0.0195	0.0039	0.0013	traces ⁽⁶⁰⁾	0.0020	traces ⁽⁶¹⁾	0.0056	0.0020	0.0238	0.0038
F. americana	0.0078	0.0096	0.0015	traces ⁽⁶²⁾	0.0016	traces ⁽⁶²⁾	0.0055	0.0027	0.0195	0.0094
F. nigra	0.0099	0.0028	0.0027	0.0000	0.0021	0.0000	0.0051	0.0017	0.0110	0.0042
F. pennsylvanica	0.0239	0.0022	0.0009	0.0000	0.0013	0.0000	0.0052	0.0019	0.0166	0.0029

(60) Quatre échantillons sur sept ne contenaient pas de manganèse.

(61) Six " " " " " " " "

(62) Quatre " " " " " " " "

$\% \frac{Fe}{cendres} \text{ et } \frac{Mn}{cendres}$

Espèce	Écorce		Aubier		Coeur		Rameaux		Feuilles	
	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
A. Negundo	0.22	0.04	0.24	0.00	0.15	0.00	0.21	0.07	0.19	0.03
F. americana	0.12	0.15	0.28	0.00	0.25	0.00	0.22	0.10	0.22	0.10
F. nigra	0.19	0.05	0.57	0.00	0.32	0.00	0.22	0.07	0.14	0.05
F. pennsylvanica	0.35	0.03	0.17	0.00	0.50	0.00	0.19	0.07	0.20	0.03

2.— Parmi les plaines que nous nous sommes procurées, l'une provenant de Buckingham avait le coeur fortement altéré. En faisant l'analyse de cette partie malade, nous avons constaté:

a) que la teneur en cendres (3.35%) était beaucoup plus élevée que la moyenne (0.68%) des six autres échantillons de la même espèce;

b) que le fer s'y trouvait en quantité égale à celle qui existait dans le coeur des six autres individus analysés;

c) que la teneur en manganèse (0.0135%) était bien supérieure à celle des six autres plaines étudiées (0.0054%).

Sans tirer de conclusion générale de ces constatations, nous ne pouvons nous empêcher de rapprocher ces deux phénomènes l'un de l'autre, d'autant plus que le fr. Hormidas a fait une constatation identique à propos de deux cèdres blancs dont le coeur était également altéré (63).

Nous nous demandons, comme lui, si la teneur élevée en manganèse du coeur malade est cause ou conséquence du phénomène. Afin d'éclaircir ce point, nous nous proposons de nous procurer des échantillons d'arbres dont le coeur n'est pas sain et d'en faire l'analyse pour être en mesure d'affirmer ou non que le manganèse est plus abondant dans les parties malades des arbres.

3.— Nous avons déterminé, pour chaque espèce, les teneurs maxima et minima en fer et en manganèse de chacune des parties et nous avons constaté que le fer variait entre des limites moins étendues que le manganèse. Le tableau suivant l'indique nettement:

(63) Op. cit., p. 132.

Limites de variation du fer et du manganèse

	Écorce	Aubier	Coeur
Fe	37—209 ⁽⁶⁴⁾	8—111	5—90
Mn	2—480	0—108	0—240

Différences

Fe	172	103	85
Mn	478	108	240

	Rameaux	Feuilles
Fe	12—90	42—275
Mn	15—360	25—290

Différences

Fe	78	133
Mn	345	265

4.—Par ordre décroissant, voici comment se placent les différentes parties des arbres que nous avons analysés, par rapport à leur teneur en matières minérales : feuilles, écorce, rameaux, coeur et aubier. Nous avons cependant constaté quelques exceptions pour l'écorce et l'aubier.

Voici les limites entre lesquelles varient pour chaque partie les teneurs en cendres :

	Minimum	Maximum
Écorce	1.77% (bouleau à papier)	11.35% (orme liège)
Aubier	0.25% (merisier)	0.83% (" ")
Coeur	0.39% (peuplier à grandes dents)	1.40% (" ")
Rameaux	1.30% (bouleau à feuille de peuplier)	6.37% (" ")
Feuilles	4.43% (" " ")	12.59% (" rouge)

Il est intéressant de constater que ce sont les ormes, surtout l'orme liège, qui donnent le plus de cendres et que c'est dans les bouleaux que l'on trouve le moins de matières minérales.

(64) En parties par million.

5.—McHargue et W. R. Roy, au cours d'une étude (65) sur les feuilles de 23 espèces d'arbres décidus, ont constaté que le rapport Mn/Fe dans cet organe, était toujours inférieur à l'unité, sauf pour trois espèces. Dans ces dernières, les teneurs en manganèse s'avéraient supérieures à celles du fer. Comme les feuilles de ces trois arbres prennent de belles teintes à l'automne, ces auteurs ont énoncé l'hypothèse qu'il pourrait y avoir une relation entre ce phénomène et le rapport élevé Mn/Fe . Au cours de nos recherches, nous avons trouvé que pour huit espèces sur vingt-et-une, le rapport Mn/Fe des feuilles était supérieur à l'unité. Ces espèces sont l'érable à sucre, l'ostryer de Virginie, le merisier jaune, le bouleau à papier, le bouleau à feuille de peuplier et le peuplier à grandes dents, dont une seule, l'érable à sucre, prend à l'automne les teintes rouges que nous connaissons bien. Il semble donc que nous ne pouvons rattacher ce phénomène à la prédominance du manganèse sur le fer. Comme les arbres mentionnés ci-dessus sont plus riches en manganèse, d'une façon générale, que les autres espèces étudiées, nous voyons, dans ces rapports Mn/Fe plus élevés que les autres, la confirmation de notre avancé au sujet de la spécificité manifestée par certains arbres pour l'assimilation du manganèse du sol.

(65) Bot. Gaz. 94, No 2, pp. 381 - 393 (1932).

RÉSUMÉ

Au cours de nos travaux nous avons dosé le fer et le manganèse dans l'écorce, l'aubier, le cœur, les rameaux et les feuilles de 105 arbres appartenant aux genres *acer*, *fraxinus*, *ulmus*, *betula*, *ostrea* et *populus*. Nous avons constaté :

10— que le fer et le manganèse existent dans tous ces arbres ;

20— que toutes les parties en contiennent à l'exception du cœur et de l'aubier de l'érable à Giguère, des frênes, des ormes et du peuplier baumier ;

30— que les diverses parties de chaque espèce se classent en général, par ordre décroissant, d'après leur teneur en fer et en manganèse, de la façon suivante : feuilles, écorce, rameaux, cœur et aubier ;

40— que les teneurs en fer ne varient pas beaucoup d'un genre à l'autre, tant en valeur absolue qu'en valeur relative, tandis que les pourcentages de manganèse trouvés dans les différents genres sont compris entre des limites très étendues ;

50— qu'en conséquence, tous les arbres assimilent à peu près la même quantité de fer tandis qu'ils exercent une certaine spécificité dans l'assimilation du manganèse ;

60— que la nature calcaire du sol limite l'assimilation du manganèse par les arbres, mais que la nature acide ne favorise pas nécessairement cette assimilation dans tous les cas ;

70— que l'érable à Giguère se comporte physiologiquement comme un frêne au point de vue de ses teneurs en fer et en manganèse.

Table des Matières

	PAGES
AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	2
CHAPITRE PREMIER:	6
a) Genres étudiés et provenance.....	6
b) Méthodes analytiques	7
CHAPITRE DEUXIEME: les acéracées	11
CHAPITRE TROISIEME: les oléacées	40
CHAPITRE QUATRIEME: les ulmacées	53
CHAPITRE CINQUIEME: les bétulacées	68
CHAPITRE SIXIEME: les salicacées.....	87
CHAPITRE SEPTIEME: conclusions	105
RESUME	124

Table des Matières

Introduction	1
Chapitre I. Des Origines de la Philosophie	15
Chapitre II. Des Méthodes Philosophiques	35
Chapitre III. De la Nature de l'Homme	55
Chapitre IV. Des Principes de la Morale	75
Chapitre V. Des Principes de la Politique	95
Chapitre VI. Des Principes de l'Économie	115
Chapitre VII. Des Principes de l'Éducation	135
Chapitre VIII. Des Principes de la Religion	155
Chapitre IX. Des Principes de la Science	175
Chapitre X. Des Principes de l'Art	195
Chapitre XI. Des Principes de la Médecine	215
Chapitre XII. Des Principes de la Jurisprudence	235
Chapitre XIII. Des Principes de l'Histoire	255
Chapitre XIV. Des Principes de la Géographie	275
Chapitre XV. Des Principes de l'Astronomie	295
Chapitre XVI. Des Principes de la Mécanique	315
Chapitre XVII. Des Principes de l'Optique	335
Chapitre XVIII. Des Principes de l'Acoustique	355
Chapitre XIX. Des Principes de la Pneumatique	375
Chapitre XX. Des Principes de la Chimie	395
Chapitre XXI. Des Principes de la Physique	415
Chapitre XXII. Des Principes de la Méthode	435
Chapitre XXIII. Des Principes de la Philosophie	455
Chapitre XXIV. Des Principes de la Science	475
Chapitre XXV. Des Principes de l'Art	495
Chapitre XXVI. Des Principes de la Médecine	515
Chapitre XXVII. Des Principes de la Jurisprudence	535
Chapitre XXVIII. Des Principes de l'Histoire	555
Chapitre XXIX. Des Principes de la Géographie	575
Chapitre XXX. Des Principes de l'Astronomie	595
Chapitre XXXI. Des Principes de la Mécanique	615
Chapitre XXXII. Des Principes de l'Optique	635
Chapitre XXXIII. Des Principes de l'Acoustique	655
Chapitre XXXIV. Des Principes de la Pneumatique	675
Chapitre XXXV. Des Principes de la Chimie	695
Chapitre XXXVI. Des Principes de la Physique	715
Chapitre XXXVII. Des Principes de la Méthode	735
Chapitre XXXVIII. Des Principes de la Philosophie	755
Chapitre XXXIX. Des Principes de la Science	775
Chapitre XL. Des Principes de l'Art	795
Chapitre XLI. Des Principes de la Médecine	815
Chapitre XLII. Des Principes de la Jurisprudence	835
Chapitre XLIII. Des Principes de l'Histoire	855
Chapitre XLIV. Des Principes de la Géographie	875
Chapitre XLV. Des Principes de l'Astronomie	895
Chapitre XLVI. Des Principes de la Mécanique	915
Chapitre XLVII. Des Principes de l'Optique	935
Chapitre XLVIII. Des Principes de l'Acoustique	955
Chapitre XLIX. Des Principes de la Pneumatique	975
Chapitre L. Des Principes de la Chimie	995

DEUXIÈME THÈSE.

Propositions données par la Faculté.

I.—Le magnésium dans les végétaux.

II.—Les huiles de conifères.

Vu et approuvé:

*Montréal, le 30 mars 1939.
Le Doyen de la Faculté des Sciences*

Arthur Léveillé.

Vu et permis d'imprimer:

*Le Recteur de l'Université de
Montréal.*

Mgr O. Maurault, P.S.S.

Deacidified using the Bookkeeper process.
Neutralizing agent: Magnesium Oxide
Treatment Date: Dec. 2007

PreservationTechnologies

A WORLD LEADER IN COLLECTIONS PRESERVATION

111 Thomson Park Drive
Cranberry Township, PA 16066
(724) 779-2111

BNQ



C 000 147 590

147590