

Rapport de projet

Essais d'un équipement d'épandage pour l'amendement de sol dans des érablières et évaluation de l'efficacité

Rédigé par :

Gabriel L. D. Weiss, agronome CCS Env
Conseiller en agroenvironnement

Marie-Josée Lepage, d.t.a.
MAPAQ-Estrie

22 mars 2010



Agence de mise en valeur
de la forêt privée de l'Estrie

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation

Québec 

*Cultivons l'avenir, une initiative
fédérale-provinciale-territoriale*



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada 



Entente de partenariat MAPAQ-UPA sur les services-conseils pour un développement durable des exploitations agricoles

Essais d'un équipement d'épandage pour l'amendement de sol dans des érablières et évaluation de l'efficacité.

Chargé du projet :

Gabriel L. D. Weiss, agr., CCS Env.
Club agroenvironnemental de l'Estrie.

Collaboration :

Marie-Josée Lepage, d.t.a., MAPAQ-Estrie
Claude Couture et Rachel Boulet, Érablière la Belle Coulée inc.
Rock Ouimet, Phd, MRNF
Denis Tanguay, d.t.a., CAE Estrie
François Martel, ing forestier, Services forestiers François Martel
Les Équipements Sylmar inc.

Financement :

L'agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie
MAPAQ-Estrie
Réseau Agriconseils de l'Estrie

Table des matières

1. Introduction
 2. Objectifs du projet
 3. Description du projet
 4. Méthodologie
 - 4.1 Délimitation du secteur à diagnostiquer et identification de parcelles
 - 4.2 Échantillonnage
 - 4.3 Analyses au laboratoire, DELFES
 - 4.4 Diagnostic et recommandation
 5. Description du prototype
 6. Calibration de l'épandeur
 7. Essais d'épandage
 8. Validation du traitement
 9. Observations diverses
 - 9.1 Dommages sur les arbres
 - 9.2 Dommages aux feuilles
 10. Autres équipements disponibles
 - 10.1 Épandeur, Type vi-con
 - 10.2 Épandeur, Les services Danago
 - 10.3 Épandeur, Les Distributions Payeur inc.
 - 10.4 Épandeur, Cosmos, John Deere
 - 10.5 Épandeur, Acérichaux
 11. Données économiques
 12. Conclusion
- Annexes

1. Introduction

Les érables poussent dans des différentes conditions et types de sol, pas toujours les plus propices pour leur développement. Les sols pauvres, déséquilibrés en éléments minéraux ou mal drainés donnent des arbres fragiles, susceptibles aux débalancements. C'est dans ces sols (sites) qu'on observe régulièrement les phénomènes de dépérissement des érables.

Le dépérissement est causé par entre autres les changements climatiques, les précipitations acides (qui provoquent le lessivage des minéraux, calcium, potassium et magnésium), la mauvaise gestion des érablières, la coupe des espèces compagnes qui apportent de la matière organique et empêchent l'acidification rapide du sol, etc.

Pour rétablir la fertilité des sols et empêcher le dépérissement, des chercheurs du MRNF ont fait des études sur l'amendement des sols. Cette méthode a pour objectif d'augmenter la quantité et la disponibilité des éléments minéraux limitatifs, rétablir l'équilibre minéral et favoriser l'activité bactérienne et le prélèvement de minéraux par les arbres.

Jusqu'au maintenant les épandages d'amendement en érablière étaient de façon manuelle. Ce qui était laborieux et coûteux, car cela demande beaucoup de temps et de main d'œuvre. De plus, certaines personnes peuvent ressentir des malaises respiratoires dus aux amendements.

Il n'existait aucun équipement mécanisé pour épandre de la chaux ou des engrais minéraux. En 2009, les équipements Sylmar inc. de Courcelles, une PME familiale, a développé un épandeur adapté aux épandages en érablière.

2. Objectifs du projet

- ✚ Dans le cadre de ce projet, déterminer et corriger le déséquilibre minéral du sol d'érablière à l'aide d'analyses de sol et du logiciel DELFES. Faire une validation par une analyse foliaire plus tard dans la saison
- ✚ Faire la mise au point de la technique d'épandage mécanisé d'amendement ainsi que la calibration du prototype.

3. Description du projet

Les essais de calibration de l'épandeur ont été faits dans l'érablière La Belle Coulée inc. appartenant à Madame Rachel Boulet, Messieurs Claude et Guillaume Couture, située à Nantes dans la MRC du Granit. L'entreprise possède environ 12 000 entailles certifiées biologiques et depuis plusieurs années les propriétaires observent du dépérissement dans certaines zones de leur érablière.

Dans le cadre du projet, du dépérissement à été constaté par le manque de feuilles dans les cimes des arbres et par un manque de régénération des érables. Dans cette zone des parcelles ont été délimitées. Une fois le dépérissement constaté la méthodologie pour déterminer les amendements à appliquer a été mise en œuvre. L'épandeur a été calibré dans l'érablière et par la suite des épandages ont été faits avec les doses recommandées.

4. Méthodologie

La méthodologie qui a été utilisée pour diagnostiquer l'état nutritionnel des érables est celle développée par M. Rock Ouimet, Phd, du MRNF (voir figure 1).

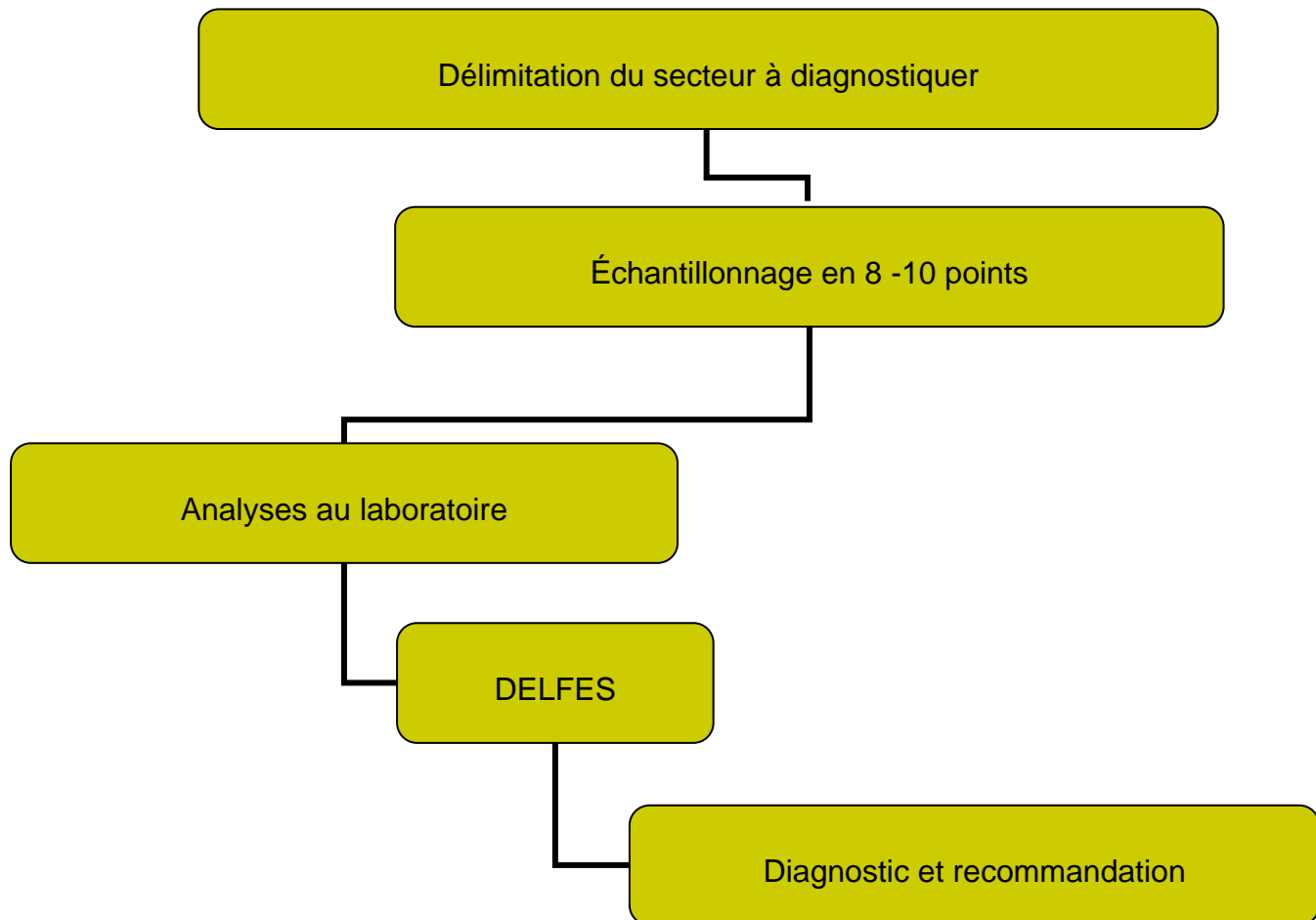


Fig. 1 – Étapes menant au diagnostic l'état nutritionnel des érables

4.1. Délimitation de secteur à diagnostiquer et identification de parcelles

Suite à la visite de l'érablière avec les propriétaires, Mme Rachel Boulet et M. Claude Couture ainsi que M. François Martel, ingénieur forestier, un secteur en dépérissement a été délimité. Le secteur se caractérise par un manque de repousse d'érables et manque de feuilles dans la cime des érables. Une caractérisation de l'érablière a été faite par M. Martel, (voir annexe I), il a constaté entre autres qu'il y avait moins de 10 % des espèces compagnes et que le diamètre moyen des érables était de 35 cm.

La superficie délimitée pour faire les essais de calibration d'épandeur est de 1 hectare. Trois parcelles ont été identifiées et délimitées avec des points GPS. Les trois parcelles ont été divisées en fonction du réseau de collecte sous vide (voir annexe II, plan de parcelles). Les parcelles ont une surface approximative de 1/3 hectare.

4.2. Échantillonnage

Des échantillons d'humus et de sol minéral (figure 2) ont été pris dans les trois parcelles, à raison de 5 prélèvements selon la méthode développée par le MRNF (voir annexe III). Les échantillons des trois parcelles ont été mélangés ensemble pour faire un échantillon d'humus et un échantillon de sol minéral, ensuite ceux-ci ont été envoyés au laboratoire Agri-Quanta pour être analysés (voir les résultats des analyses à l'annexe IV).



Fig. 2 – Prise d'échantillons

4.3 Analyses au laboratoire, DELFES

Les résultats d'analyse des échantillons de sol organique et minéral ont été traités avec le logiciel DELFES (logiciel développé par le MRNF pour déterminer le déséquilibre minéral dans les érablières). Un diagnostic du déséquilibre minéral dans le sol et une estimation du type et de la quantité d'amendement à appliquer a été fait.

Suite aux données du logiciel, le déséquilibre minéral a été constaté (voir annexe V). Le déséquilibre minéral est dû à un manque de calcium (Ca) et de potassium (K) dans le sol, et à un excès de magnésium (Mg) par rapport au calcium et potassium.

4.4 Diagnostic et recommandation

Étant donné que l'érablière est certifiée biologique, les choix d'amendements étaient restreints, car aucun produit chimique ou de synthèse n'est permis en production biologique. La recommandation a été faite et signée par un agronome, conformément aux normes de certification biologique. Pour voir les options des amendements que l'on peut épandre dans des érablières biologiques (voir l'annexe VI).

La recommandation impose l'application de 1.3 Tm/acre de chaux calcique et du potassium au taux de 175 lb/acre.

Dans ce cas si, la chaux magnésienne n'était pas le meilleur choix (car on a un excès de magnésium au sol), mais comme les producteurs de la région la préfère à la chaux calcique pour sa facilité d'épandage manuel, la chaux magnésienne 6% a été retenue pour l'essai d'épandage et aussi pour calibrer l'épandeur avec différents amendements.

L'unique source de potassium (K) permis dans la certification biologique est le sulfate de potassium (0-0-50). Cette source de potassium coûte 1600 \$/Tm, le coût non négligeable de cet amendement est un obstacle à son utilisation.

Les amendements les plus adéquats pour corriger le déséquilibre minéral ont été épandus de la façon suivante :

Parcelles 1

1.3 Tm/acre de chaux agricole calcique
175 lb/acre de 0-0-50

Parcelles 2

1.3 Tm de chaux magnésienne granulaire (6% de magnésium)

Parcelle 3

Témoin, aucun traitement n'a été fait sur cette parcelle.

5. Description du prototype utilisé



Fig. 3 – Prototype d'épandeur

L'épandeur à chaux a été développé par les équipements Sylmar inc. de Courcelles, une PME familiale employant 10 personnes (figure 3).

L'équipement est fabriqué en stainless pour éviter toute corrosion due aux amendements.

L'équipement consiste en un réservoir rectangulaire conique d'une capacité de 500 kg de chaux agricole. L'épandeur peut être traîné par un VTT ou un petit tracteur qui est adapté aux érablières *Fig.* Exemple : tracteur Kubota, Gator, etc.



Fig. 4 – Système de soufflerie

Les amendements contenus dans le réservoir de stainless sont emmenés par le biais d'un pont roulant dans un système de soufflerie qui propulse les amendements à des distances variables, dépendant du type d'amendement et de l'angle du système de soufflerie. Tout le système est propulsé par un moteur Honda de 8 Hp, qui fait actionner une pompe hydraulique, celle-ci traîne le pont et le système de soufflerie (figure 4).

Points de réglage

L'épandeur a deux points de réglage : La vitesse du pont et l'ouverture de la trappe à l'entrée du système de soufflerie.

Vitesse du pont : En variant la vitesse d'avancement du pont on peut modifier la quantité de matière amené dans la soufflerie et par conséquent, la quantité de matière à épandre.

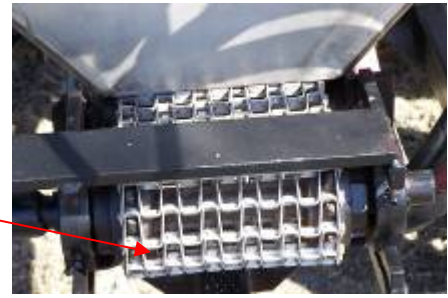


Fig. 5 - Pont



Ouverture de la trappe : À l'entrée du système de soufflerie, il y a une trappe qui peut être plus ou moins ouverte au besoin, l'ouverture de celle-ci règle la quantité d'amendement qui rentre dans la soufflerie et qui est épandue par la suite.

Le système de soufflerie peut être dirigé vers la gauche ou vers la droite, l'angle peut aussi être modifié, ce qui nous donne la possibilité d'épandre plus ou moins large et des deux côtés lors de différents passages.

Fig. 6 - Trappe

6. Calibration de l'épandeur

Le Club Agroenvironnemental de l'Estrie a adapté une méthode de calibrage pour l'épandeur développé par Les Équipements Sylmar inc. (voir annexe VII).

Dans un premier temps, la vitesse d'avancement du VTT avec l'épandeur chargé a été estimée sur une distance de 50 m, ce procédé a été répété à trois reprises pour avoir une bonne estimation de la vitesse du VTT dans des conditions de terrain accidenté comme dans une érablière.

Ensuite, on a procédé à l'estimation de la quantité d'amendement propulsé par le système de soufflerie dans un temps prédéterminé (15 secondes). Pour cela, on a récolté dans un sac l'amendement à la sortie de la soufflerie et par la suite, il a été pesé. Ce procédé a été répété au moins deux fois.

Pour chaque amendement ce procédé a été fait avec différentes vitesses d'avancement du pont et d'ouvertures de la trappe pour pouvoir établir une grille de calibration.

En modifiant la vitesse d'avancement du VTT, la vitesse du pont ainsi que l'ouverture de la trappe, des différentes doses ont été déterminées, lesquelles varient entre 1.0 et 1.4 tm/acre (voir tableau I).

Tableau I - Calibration de l'épandeur à chaux avec de la chaux calcique

Ouverture de la porte (po)	Vitesse du pont	Vitesse d'avancement du VTT km/h	Largeur de l'application (m)	Dose appliquée (kg/ha)	Dose appliquée (tm\acre)
2 gauche	3	1,6	10	3520,0	1,4
2 droite	3	1,6	13	2707,7	1,1
1,5 droite	3	1,6	15	2346,7	1,0
1,5 gauche	3	1,6	13	2707,7	1,1

Suite à la calibration des changements ont été proposés et apportés à l'épandeur, car le pont avançait trop vite pour pouvoir épandre de faibles doses d'engrais minéraux, comme la potasse. Le moteur Honda a aussi été modifié car ce moteur de 8 Hp n'était pas assez puissant. Il n'était pas capable d'épandre des amendements humides, comme de la chaux mal entreposée ou bien du Tubrex ou un amendement de 18 % d'humidité. Le moteur a été changé par un moteur 13 Hp.

La largeur et l'homogénéité de l'épandage ont aussi été mesurées. Pour ce faire des récipients ont été placés à différentes distances de l'épandeur lors du passage de l'épandeur : 5 m, 10 m, 15 m, 20 m et 25 m.



Fig. 7 - Récipient

La largeur de l'épandage a été estimée de 13 mètres du côté gauche et de 15 mètres du côté droit. La différence dans la largeur de l'épandage s'explique par la façon que l'équipement est construit. Sur cette distance l'épandage était uniforme et la couverture au sol homogène. À plus de 13 et 15 mètres, la quantité de chaux épandue au sol et dans les bacs était négligeable.

On a pu observer aussi que l'épandeur pouvait passer partout, sur les souches, ou contourner des roches et des arbres sans difficulté majeure. De plus, la hauteur du prototype permettait de circuler en dessous du réseau de collecte sous vide, ce qui représente un avantage dans les érablières exploitées pour la sève.

7. Essais d'épandage

La chaux a été entreposée dans un garage à l'abri des intempéries afin d'éviter d'introduire des roches ou des branches dans l'épandeur qui aurait pu briser. Le chargement de l'épandeur a été fait avec une chargeuse à bois, propriété du producteur.



Fig. 8 – Chargement avec chargeuse à bois

Dans un premier temps, il y a eu une préparation du terrain qui a été faite par M. Claude Couture et Mme Rachel Boulet, laquelle a consisté à marquer les chemins de passage du VTT et de l'épandeur (10 pieds de large). Il peut être nécessaire d'enlever des souches, de couper des branches, etc. Le chemin a été balisé avec des rubans à chaque 30 mètres.

Un premier essai d'épandage a été fait le 26 juin 2009 avec de la chaux calcique. Les résultats des essais ont été concluants. La largeur, ainsi que l'homogénéité d'épandage ont été constatées.



Fig. 9 – Essai d'épandage

8. Validation du traitement

Résultat des analyses foliaires prélevées le 4 août 2009

Les analyses du sol au printemps 2009 indiquaient que le K et le Ca étaient limitatifs et que le sol était acidifié. Deux traitements d'épandage mécanisé ont été effectués sur une superficie de 0.6 ha le 26 juin 2009.

Le feuillage de 10 érables par parcelle a été prélevé le 4 août 2009, afin de connaître l'effet du traitement à court terme. Les concentrations foliaires en N et P n'ont pas été affectées par les traitements. Par contre, celles en K, Ca, Mg et Mn montrent des différences entre les traitements (tableau III). Les faibles concentrations en K (5,26 g/kg) et Ca (6,35 g/kg) et les concentrations élevées en Mn dans la bande témoin confirment le diagnostic résultant des analyses du sol, à savoir que la santé de l'érablière est limitée par les deux éléments K et Ca et que le sol est acidifié.

Le traitement de chaux calcique et du potassium (CK), qui était celui recommandé dans cette érablière, a fait augmenter les concentrations foliaires en K, Ca et Mg et a fait baisser celles en Mn.

Le traitement de chaux magnésienne (CD) a aussi eu un effet, mais seulement sur le K. Le Ca, Mg et Mn foliaire ne sont pas différents de ceux de la bande témoin. Il est difficile d'expliquer à ce stade-ci comment l'application de chaux dolomitique a pu avoir un tel effet seulement sur le K.

Les résultats des indices foliaires de DELFES montrent que les indices s'améliorent avec les traitements de fertilisation et encore plus avec le traitement approprié CK. Également, l'indice de déséquilibre nutritif (IDN) diminue du témoin à aller jusqu'au traitement le plus approprié CK (voir tableau II).

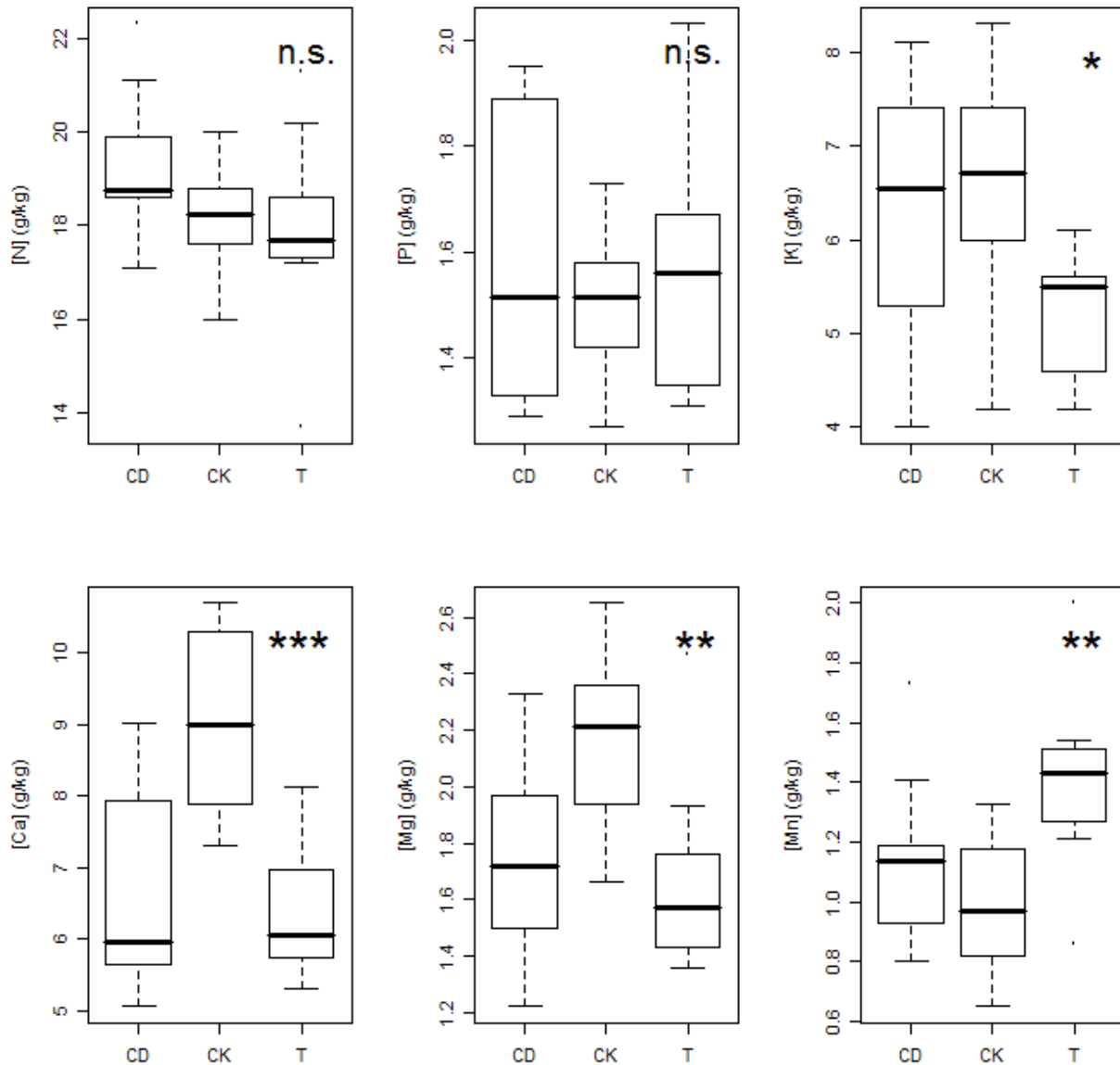
DELFES indique que le K et le Ca demeurent limitatifs, ce qui s'explique par le temps bref entre l'application des traitements et l'analyse foliaire. Il est fort probable que la situation s'améliorera encore plus au cours des prochaines années pour le traitement CK.

Tableau II
Diagnostic DELFES des analyses foliaires.

Traitement	Indices DRIS					
	N	P	K	Ca	Mg	IDN
T	25	6	-32	-31	32	126
CD	24	3	-23	-33	30	113
CK	14	-8	-25	-18	36	100

Source Rock Ouimet MRNF

Tableau III - Effet des traitements de fertilisation sur les concentrations foliaires de l'Érablière



La Belle Coulée inc. Probabilité de différence entre les traitements (α): * 0.05; ** 0.01; *** 0.001.
Source : Rock Ouimet, MRNF

9. Observations diverses

Pendant et après les épandages d'amendement, on a pu observer que les arbres près de l'épandeur recevaient plus d'amendement et la chaux agricole restait collée aux arbres.

9.1 Dommages sur les arbres

La question a été posée au chercheur, M. Rock Ouimet, sur la possibilité des dommages faits aux arbres par la chaux. Selon lui, il n'y a pas de dommage physique causé aux arbres et la quantité supplémentaire de chaux reçue par ceux-ci est négligeable. Suite à une pluie, trois

jours après l'épandage, il n'y avait presque plus de chaux sur les troncs des arbres, (voir figures 11 et 12) et la chaux au sol n'était plus visible, elle avait pénétrée au sol par l'action de la pluie.



Fig. 11 – Lors de l'épandage



Fig. 12 – Après une pluie

9.2 Dommages aux feuilles



Fig. 13 – Feuilles trouées par la postasse

Aucun dommage n'a été observé sur le feuillage lors de différents épandages de chaux. Pour la potasse (roches broyées) quelques petites perforations aux feuilles à été observées.

10. Autres équipements disponibles

Dans le cadre de ce projet une revue des différents équipements d'épandage a été faite. Voici quelques équipements répertoriés au Québec.

10.1 Épandeur type vi-con :

- A besoin d'une prise de force, l'épandage doit être fait obligatoirement avec un tracteur (40-45 hp).
- Capacité de l'épandeur : 200 Kg
- Capacité d'épandage 1Tm/h.
- Avantage : peu coûteux, on peut épandre nous-mêmes.
- Désavantages : largeur d'épandage restreint, obligation de soulever la tubulure à 7 pieds, ou épandre dans un secteur sans tubulure.



Fig. 14 – Épandeur type vi-con

10.2 Épandeur développé par *Les Services Danago, St-Éphrem*

- Épandeur avec un système de compresseur actionné par la prise de force du tracteur de 75 Hp.
- Le tracteur avance dans le chemin de l'érablière, la largeur d'épandage est de 120 m (400 pieds) avec un système de boyaux. Un boyau de 60 mètres de chaque côté de l'épandeur.
- Capacité de l'épandeur 4 Tm.
- Capacité d'épandage : 1 ¼ Tm/ha.
- Travail à forfait fait par le propriétaire.



Fig. 15 – Épandeur : *Les Services Danago, St-Éphrem*

10.3 Épandeur vendu par *Les Distributions Payeur inc., Sherbrooke*



- Peu de données disponibles pour ce modèle.
- A son propre moteur, n'a pas besoin d'une prise de force.
- Peut être tiré par un VTT.
- Doit être attachée sur une remorque ou un trailer.
- Capacité 200kg.

Fig. 16 - Les Distributions Payeur inc.

10.4 Épandeur Cosmos, John Deere, Lennoxville

- Le mécanisme d'épandage est actionné par les roues de l'épandeur.
- Peut être trainé par un VTT.
- Plus approprié pour les engrais minéraux ou de la chaux granulaire.
- Largeur d'épandage 15 m (50 pieds), système semblable au vi-con.



Fig. 17 – Épandeur Cosmos, John Deere

10.5 Épandeur Fabriqué par Conception Duquette de Waterville

- Capacité du réservoir 2 Tm.
- Largeur d'épandage 50 pi (15 mètres) de large
- Obligation de soulever la tubulure à 5 pieds



Fig. 18 – Épandeur Fabriqué par Conception Duquette

10.6 Épandeur : Acérichaux, Portneuf

- Système de Chenillette.
- Capacité d'épandage 1 Tm/heure.
- Capacité du réservoir 2 Tm.
- Largeur d'épandage 50 pi (15 mètres) de large, jet sans boyau.
- Obligation de soulever la tubulure à 7 pieds
- Très pesant, peut causer de la compaction dans l'érablière.



Fig. 18 Acérichaux, Portneuf



Fig. 19 - Acérichaux, Portneuf

11. Données économiques

Voici les données économiques pour l'épandage fait avec le prototype d'épandeur dans une érablière de 14.8 acres, avec une pente de 10 à 11 %. La chaux était montée avec un tracteur en haut de l'érablière et l'épandage a été fait en descendant la pente avec un VTT de 750 cc.

Tableau IV - Données de l'érablière et le temps requis pour faire l'épandage

Surface (acre)	14,8
Préparation du terrain (h)	10,5
Épandage (h)	24,0
Temps total requis	34,5
Temps /acre effectif (h)	0,43

Tableau V - Données spécifiques au VTT

VTT		Coût/acre	Coût/h
VTT utilisé (cc)	750		
Traction	4 roues		
Type de carburant	essence		
Essence VTT, consommation (h)	1,6	4,10	0,76
Coût d'entretien (\$/an)	110	1,28	0,55
Valeur à neuf du VTT (\$)	11860		
Utilisation annuelle du VTT (h/an)	200		
Durée de vie du VTT (année)	10		
Âge actuel du VTT (année)	neuf		
Amortissable (\$/h)	5,9	13,8	5,9
Coût à l'acre d'utilisation et entretien du VTT		19,2	
Coût à l'heure d'utilisation et entretien du VTT			7,2

Tableau VII - Données spécifiques au prototype d'épandeur

Épandeur		Coût/acre	Coût/h
<i>Description de l'équipement</i>	<i>Épandeur</i>		
Largeur de travail (m)	15		
Vitesse du travail recommandé (km/h)	1,5		
Efficacité de l'équipement (acre /heure)	0,6		
Valeur à neuf (\$)	17000		
Utilisation annuelle (h)	200		
Durée de vie (année)	15		
Âge actuel	neuf		
Amortissable h	5,7	13,2	5,7
Consommation d'essence l/h	1	1,78	1,00
Coût d'entretien/année	21	0,06	0,105
Coût à l'acre d'utilisation et entretien de l'épandeur		15,1	
Coût à l'heure d'utilisation et entretien de l'épandeur			6,8

Tableau VIII - Coûts de la main- d'œuvre dans l'érablière

Taux horaire opérateur (h)	20
Préparation du terrain (h)	10,5
Épandage (h)	24
Surface épandue (acres)	14,8
Coût de la main-d'œuvre (acre)	46,6
Coût de la main-d'œuvre (h)	20

Tableau IX - Coûts totaux d'épandage

Coût total pour l'épandage à l'acre	65,83
Coût total pour l'épandage à l'heure	27,24

Tableau X - Coût total des intrants (application de la chaux calcique et du potassium)

	Dose (t/acre)	prix (\$/unité)	Coût/acre
Chaux	1,3	40	52
Potassium 0-0-50	0,175	1600	280
Coût total des intrants			332

12. Conclusion

Le projet a permis :

- de confirmer les résultats de recherches dans la région de l'Estrie et de constater que la méthode d'estimation du déséquilibre minéral des sols est adéquate.
- de valider l'approche diagnostique terrain et de développer un répertoire des amendements biologiques et conventionnels.
- d'améliorer et d'effectuer la calibration du prototype d'épandeur développé par Les Équipements Sylmar inc.
- de mettre en place un service conseil en Estrie en partenariat avec deux ingénieurs forestiers de la région, M. François Martel et M. Vincent Poisson.
- d'informer la clientèle acéricole sur les différents équipements disponibles pour effectuer les épandages des amendements en érablière, par le biais d'une journée à l'Érablière La Belle Coulée inc. et par la préparation d'une conférence diffusée lors de 3 journées acéricoles du MAPAQ en janvier dernier. (Voir annexe VIII)

Préparé par : Gabriel L.D. Weiss, agr, CCS Env., Club Agroenvironnemental de l'Estrie
Marie-Josée Lepage, technicienne agricole, MAPAQ-Estrie

Le 25 mars 2010

Annexe II Plan de parcelles



Annexe VI
Source des amendements pour être épandue en érablière

Érablière certifiée biologique

Source de calcium	Fournisseur dans le granit
Chaux Calcique	Coop (819)583-4444 / Munkittrick (819) 887-6707
Bio-Cendres de bois certifié BNQ	Domptar (819) 791-4207
Source de calcium et magnesium	
Chaux magnésienne ou dolomitique	Coop (819)583-4444 / Munkittrick (819) 887-6707
Chaux granulaire magnésienne	Coop (819)583-4444 / Synagri (819) 564-1801
	Graymon (Waterlu) 1800-363-1299
Source de potassium	
Sulphate de potassium (0-0-50)	Coop (819)583-4444
Source de calcium et de potassium	
Bio-Cendres de bois certifié BNQ	Domptar (819) 791-4207

Érablières conventionnelles

Source de calcium	Fournisseur dans le granit
Chaux Calcique	Coop (819)583-4444 / Munkittrick (819) 887-6707
Bio-Cendres de bois certifié BNQ	Domptar (819) 791-4207
Calpomag	Coop (819)583-4444
Source de calcium et magnesium	
Chaux magnésienne ou dolomitique	Coop (819)583-4444 / Munkittrick (819) 887-6707
Chaux granulaire magnésienne	Coop (819)583-4444 / Sinagry (819) 564-1801
Source de potassium	
Sulphate de potassium (0-0-50)	Coop (819)583-4444
0-0-60	Coop (819)583-4444 / Sinagry (819) 564-1801
Tubrex	Coop (819)583-4444
Source de calcium et de potassium	
Bio-Cendres de bois certifié BNQ	Domptar (819) 791-4207
Tubrex	

Tout produit non certifié BNQ doit faire l'objet d'un certificat d'autorisation auprès du Ministère de développement durable, environnement et parc.

Annexe VII

Méthode de calibration d'épandeur

Méthode de calibrage

1)		Remplir l'épandeur à environ la moitié
2)		Faire des tests d'épandage pour mesurer la largeur couverte par le produit
3)		Mesurer le temps (en secondes) pour franchir une distance connue (50 m)
4)		Installer un sac de mesure pour récupérer le produit à l'arrière de l'épandeur pendant un temps déterminé, exemple 20 secondes
5)		Peser le contenu du sac
6)		Faire 3 essais par ouverture
7)		Calculer la dose moyenne appliquée (kg/ha)

Vitesse du VTT (mètre / seconde x 3,6 = km/h)

Rapport de vit.	A	C	B
Distance (m)	50		
Temps (sec)	120		
Vitesse (km/h)	1,5		

Quantité appliquée (Kg/ha)

Ouverture de la porte (po)	Quantité appliquée (kg)					Longueur m (e)	Largeur m (f)	Dose kg/ha (g)	Dose Tm\acre (i)
	Vitesse du pont	Temps de mesure (a)	Quantité pesé dans le sac (kg) (b)	Temps (en secondes) pour parcourir 50 m (c)	Quantité (Kg) dans le temps de parcourir 50 m (d)				
1,5	3	15	13,396	120	107,168	50	10	2143,36	0,86776

Quantité (Kg) dans le temps de parcourir 50 m $d = (c \times b) /$

a

Dose
(kg/ha)

$$g = (d \times 10000) / (e \times f)$$

Dose (Tm\acre)

$$i = (g / 1000) / 2,47$$

Signature :

_____ Date : _____