



Titre du projet :

Analyse stratégique des régions du Québec pour la valorisation agricole des Bois Raméaux Fragmentés (BRF) par leur digestion au sol.

Requérant :

*R.E.A.P.- Canada
C.P. 125, Maison Glenaladale
Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 3V9
Tél. : (514) 398-7743 Téléc. : (514) 398-7972 courriel : reap@interlink.net*

31 mars 2000

Auteurs:

R. Samson, C. Zan, A. Hanley, S. Mailhot - REAP Canada

Collaborateurs

J. Vigneux - GSI environnement

D. Wees, Département science des plantes, Macdonald campus of McGill University

Dans le cadre du Programme d'aide aux entreprises agroalimentaires Sous le volet 7.1 – activité de valorisation de l'agriculture régionale

Table de Matières

Sommaire exécutif

Partie I Introduction

Partie II Expérience pratique à ce jour

- [Recherche en foresterie](#)
- [Recherche sur les applications agricoles](#)
- [Recherche à la ferme](#)
- [Expérience pratique](#)
- [Descriptions des expériences avec les BRF](#)
- [Principaux problèmes ou difficultés rencontrés](#)
- [Observations et leçons à retenir](#)
- [Meilleures utilisations agricoles du BRF](#)

Partie III Caractérisation de l'offre par région

- [1-Sources potentielles de BRF](#)
- [2-Coûts des services d'entreprises spécialisées](#)

Partie IV Caractérisation de la demande par type de production

- [Potentiel économique des BRF](#)
- [Potentiel agronomique des BRF sur des cultures horticoles](#)

Partie V Analyse stratégique des régions

- [Annexe 1 Directives d'utilisation des BRF](#)
- [Annexe 2 Contacts des fournisseurs](#)

Sommaire Exécutif

Dans le secteur agricole, de nouvelles technologies sont nécessaires pour augmenter la rentabilité ainsi que pour garantir la durabilité de ce milieu. Le fondement d'une productivité durable est lié au maintien de la fertilité du sol. Malheureusement, une production intensive en particulier des cultures à haute valeur mène à la dégradation des sols. Un moyen potentiel pour résoudre ce dilemme associé à la production au Québec se trouve dans l'usage des BRF (bois raméaux fragmentés) comme amendement pour le sol. Contrairement au reste de l'Amérique du Nord, le Québec offre une situation unique où l'on retrouve une production intensive de cultures de haute valeur à proximité de

régions forestières où des résidus d'exploitation de la forêt sont amplement disponible. Par conséquent, il y a un potentiel considérable d'augmenter les revenus générés par les cultures intensives de haute valeur avec l'usage des BRF sur les sols québécois. Les BRF sont bien connus comme moyen efficace d'amélioration de la qualité du sol à courte échéance. Puisqu'un bon aménagement de la fertilité du sol est fondamental pour atteindre une haute productivité à bon marché, il semble y avoir d'excellentes perspectives d'avenir au Québec pour que le problème de la fertilité des sols soit résolu à long terme.

Le système agricole (type de ferme ou de culture) le mieux adapté à l'usage des BRF à été identifié comme étant les fermes qui cultivent les petits fruits et les légumes sur des sols minéraux. Ces fermes se retrouvent partout au Québec et tirent leurs revenus surtout sur des ventes de produits frais. Elles sont considérées comme étant les plus prometteuses puisqu'elles cultivent généralement une diversité de légumes et de petits fruits (framboises et fraises) de haute valeur. De plus, les sols associés avec ce type de culture souffrent fréquemment de problèmes de sécheresse et de bas niveaux de matière organique pouvant causer une réduction du rendement et de la qualité. Au Québec, les pratiques existantes utilisant les BRF sont répandues dans ce type de système agricole. Cependant, les producteurs utilisateurs de BRF ne semblent pas se préoccuper des cultures pouvant le mieux valoriser les BRF. Ils semblent plutôt intéressés à augmenter la fertilité du sol sur l'ensemble de leur système agricole.

I Introduction

La matière organique ainsi que la structure et l'activité biologique des sols sont essentielles à la qualité et à la fertilité des terres agricoles. Or, une amélioration de ces propriétés peut permettre une augmentation de l'efficacité des engrais utilisés, une réduction des maladies des plantes ainsi qu'une diminution des pertes de sol et d'éléments nutritifs causés par le ruissellement pluvial et l'érosion. L'utilisation de fertilisants minéraux augmente les rendements à court terme, alors qu'ils n'ont aucun impact bénéfique sur la qualité du sol à long terme. Par conséquent, le maintien de la fertilité et de la qualité des sols par des apports de matières organiques est d'une importance majeure dans les pratiques d'agriculture moderne ayant comme but d'être durable, rentable et respectueuse de l'environnement.

Plusieurs recherches ont porté sur des applications d'amendements ligneux au sol tels l'utilisation des BRF (bois raméaux fragmentés) et plus récemment l'emploi de résidus mixtes de papetières. Puisque les BRF sont riches en lignines jeunes, ils produisent des acides humiques beaucoup plus stables que d'autres amendements organiques enrichis avec des fertilisants minéraux ou plutôt riches en cellulose. Les BRF assurent donc plus efficacement une cohésion des agrégats du sol.

Les BRF peuvent être caractérisés par des branches d'arbres (avec ou sans feuilles) ayant un diamètre inférieur à 7 cm et qui ont été déchiquetés à des longueurs de moins de 10 cm. Le choix des espèces d'arbres utilisées pour produire les BRF dépend de leur disponibilité. Les BRF régénèrent et améliorent le sol en terme de structure, de biomasse microbienne, de respiration microbienne, de matière organique et de résistance à l'érosion. En améliorant ainsi la qualité des sols, les BRF améliorent indirectement la fertilité des sols à moyen et à long terme. En plus de cette valeur fertilisante, les BRF peuvent contribuer à augmenter la qualité des récoltes et de l'environnement est également prévue. À long terme, l'utilisation des BRF comme source d'amendements organiques pourrait améliorer la qualité des sols, le rendement et la qualité des cultures tout en réduisant la pression de l'agriculture sur l'environnement. De plus, les amendements organiques ont un effet répressif sur la germination de nombreuses mauvaises herbes. Cela réduit l'utilisation des herbicides et protège ainsi l'environnement (Hébert, 1998). En réduisant la dépendance à des intrants coûteux tels les fertilisants, herbicides et pesticides, une plus grande partie des revenus resteront à la ferme.

Au Québec, les résidus provenant de la coupe de bois sous forme de branches et de feuilles représentent une source importante d'amendements organiques qui est évaluée annuellement à un million de tonnes de résidus (Grégoire 1976). Cependant, l'approvisionnement des BRF n'est pas actuellement fiable. Toutefois, les activités d'émondage, les opérations de récolte de matière ligneuse ainsi que les pratiques sylvicoles en forêt composée d'essences feuillues pourraient bien constituer une source stable et prévisible de BRF de qualité fiable et homogène.

Plusieurs études ont indiqué que les apports de ces amendements organiques améliorent de façon très significative les rendements de cultures intensives tels le seigle, les pommes de terre, l'avoine et les fraises (ex. Chervonyj, 1999 ; Ndayegamiye, 1998 ; Simard, 1998 ; Gasser et al., 1995). Ces augmentations sont généralement dues à la matière organique résistante à la minéralisation ainsi que l'amélioration de la structure et la décompaction du sol. Cette matière organique permet à long terme d'améliorer la qualité du sol grâce à l'augmentation et au maintien de l'activité biologique. Ces effets positifs sur la qualité des sols et le rendement des cultures ont stimulé un énorme intérêt chez la communauté agricole pour la valorisation de ces amendements organiques.

Puisque les recherches effectués sur les BRF sont actuellement limitées à petite échelle il est maintenant nécessaire d'établir des essais à grande échelle pour procéder à une mise au point économique et technologique réaliste. Des études effectuées sur de telles opérations commerciales ainsi que sur l'établissement des coûts de revient au regard des économies et des gains réalisés à moyen terme permettront de dégager des seuils de rentabilité à la ferme selon les cultures. Du même coup, des données seront disponibles aux fournisseurs de

BRF quant au potentiel du marché agricole pour la valorisation des BRF selon les cultures et les régions.

Ces impacts positifs sur plusieurs volets du bilan agricole épargneront aux gouvernements et aux producteurs les coûts de restauration des sol dégradés par les cultures intensives. Les sols en production de cultures intensives telles les pommes de terres et le maïs sont particulièrement sensibles à l'érosion et à la dégradation. D'autres cultures tels les fraises et le brocoli sont sensibles au manque d'humidité. L'utilisation d'amendements organiques rendront ces sols plus productifs et dans une perspective de développement durable.

Ce projet a plusieurs objectifs. Le premier est d'identifier où se trouve les plus grandes opportunités pour l'usage des BRF dans les systèmes agricoles du Québec. Le deuxième est d'identifier les régions ayant le meilleur approvisionnement de BRF et d'identifier les cultures pouvant en bénéficier le plus à l'aide d'études disponibles et d'autres sources de soutien. Un troisième objectif est d'élever ainsi que de partager la connaissance des producteurs québécois. Finalement, de commencer à identifier quelles régions du Québec et quelles cultures seraient critiques pour qu'un réseau de développement de BRF ait le plus grand impact sur l'accélération de l'usage des BRF dans les systèmes agricoles du Québec. Nous prévoyons qu'un réseau de producteur/chercheur se développera au Québec sur les cinq prochaines années et que ces opportunités deviendront réalité.

II Expériences pratiques à ce jour

Recherche en foresterie

Le professeur Gilles Lemieux du groupe de coordination sur les BRF s'intéresse à l'utilisation des BRF depuis plus de vingt ans. Le sujet de ses recherches implique le processus de la formation du sol. Puisque l'arbre est la source principale de litière en forêt, le Dr. Lemieux a d'abord poursuivi des recherches pour savoir si une partie en particulier de l'arbre est responsable de la régénération des sols. Dr. Lemieux s'est intéressé tout particulièrement aux branches puisque les nutriments y sont concentrés. Il faut mentionner que la présence de bois de tronc n'est pas néfaste au sol ni aux cultures mais sa contribution au sol est marginale même à long terme. En se décomposant, le bois de tronc produit principalement du gaz carbonique. Tandis que les branches renferment assez de nutriments pour permettre aux micro-organismes, surtout les champignons, de créer la matière organique stable de l'humus.

Les expériences du Dr. Lemieux l'ont donc amené à comparer les effets de BRF provenant de plusieurs espèces d'arbres sur la végétation. Les effets de vingt-cinq espèces sur la végétation ont été observés. Il ressort de ces expériences que :

- Les résineux (espèces conifères) entravent le processus de formation du sol lorsque leur proportion est supérieure à 15 à 20 % de la totalité des espèces utilisées.
- En général, les espèces de bois feuillu dur (érable, chêne, hêtre, etc.) permet de meilleurs résultats que les espèces feuillues à bois mou et les espèces résineuses.

Recherche sur les applications agricoles

L'IRDA a exécuté une première expérience au début des années 1980. Il s'agissait d'une évaluation des effets des BRF frais et humifiés (entreposés pendant un an) sur la culture des pommes de terre. Cette recherche a démontré que :

- Les BRF frais donnent de meilleurs résultats que les BRF humifiés.
- Lorsqu'ils sont appliqués au printemps, les BRF nécessitent une fertilisation d'appoint de 1,9 kg d'azote par tonne de BRF (base humide).
- La faim (immobilisation) d'azote est négligeable dès la seconde année.
- Le taux d'humidité du sol augmente significativement pendant la deuxième année, mais pas la production.

L'IRDA a donc collaboré avec la station de recherche du MAPAQ à Les Buissons pour une seconde recherche, cette fois sur la fréquence de la gale dans les tubercules pommes de terre. Les effets de l'emploi d'une rotation, de compost, de BRF et d'un engrais vert ont été comparés. Les résultats préliminaires ont démontré que pendant qu'une fertilisation similaire était maintenue dans toutes les expériences, les meilleurs rendements ont été obtenus avec l'usage des BRF ou de compost. Donc, ces deux amendements peuvent effectivement réduire l'incidence de la gale.

Recherche à la ferme

Huit expériences à la ferme ont été entreprises dans le cadre du plan vert. En général, ces expériences ont démontré que les BRF ont un effet bénéfique sur le sol et les cultures. Les pommes de terre ont été étudiées ainsi que les cultures maraîchères, les grandes cultures, les pâturages et les petits fruits. Mis à part une expérience où le mildiou a détruit l'ensemble des parcelles, de bons résultats ont été obtenus pour la plupart des cultures. Par contre, les résultats obtenus avec l'utilisation de BRF en paillis dans les petits fruits était moins intéressant que ceux obtenus avec la paille.

En plus de se pencher sur l'aspect agronomique, une fragmenteuse a été développée dans un de ces projets. Une fourragère a été modifiée pour déchiqueter les branches.

Il est à noter que toutes ces expériences ont été entreprises sur une période relativement courte et comme les effets des BRF se font sentir sur plusieurs années, la valeur économique du BRF n'a pas pu être établie.

Expérience pratique

En plus de toutes ces recherches, une somme d'expérience a été acquise par plusieurs agriculteurs qui n'ont pas attendu le soutien des spécialistes. Le sondage que nous avons fait a couvert l'usage des BRF sur des fermes laitières, des grandes cultures, des cultures de petits fruits, des serres et des fermes maraîchères.

Descriptions des expériences avec les BRF

La majorité des producteurs contactés suivent les méthodes généralement recommandées. Ils utilisent les BRF en compostage de surface, appliquent ½" à l'automne (correspondant à environ 40 t/ha) avec un épandeur à fumier et ne font pas de fertilisation d'appoint. Le BRF est incorporé avec un disque ou une herse. Les résultats indiquent que les producteurs qui appliquent le BRF tard à l'automne ou au printemps augmentent la fertilisation ou signalent des pertes de rendements. Un retard dans la décomposition a été signalé dans un cas où le BRF n'a pas été incorporé.

Voici quelques expériences rencontrées:

- M. Carrier de Lévis est un pionnier de l'utilisation des BRF. Il les utilise depuis plus de 25 ans sur ses cultures maraîchères et ses fraises. D'après lui, les BRF corrigent les carences en magnésium et en matière organique de ses sols en augmentant la matière organique.
- M. Marcoux de Beaumont a également utilisé les BRF pendant longtemps, principalement sur ses champs de fraises. Les BRF sont labourés à l'automne puisque le lit de semence est trop grossier avec un simple hersage. Il signale que les rendements, la saveur et la grosseur des fruits sont toutes supérieures avec l'utilisation des BRF.
- Suite à la tempête du verglas de 1998, un groupe d'environ une douzaine de producteurs de grandes cultures ont utilisé les BRF sur une superficie de plus d'un hectare. C'est M. J.-P. Bonin, agronome, qui a suivi ces producteurs. Il est très convaincu du potentiel des BRF même pour des cultures ayant une valeur faible par hectare (tels le maïs et le soya).
- M. Halde, un producteur laitier certifié biologique, utilise les BRF en plusieurs étapes sur sa ferme. Le BRF sert d'abord de litière dans le parc d'exercice; il est ensuite transféré autour du tas de fumier pour absorber le liquide qui en sort; le fumier et le BRF sont enfin compostés ensemble avant d'être étendus au champ. M. Halde trouve que de cette façon, il utilise le BRF à son plein potentiel.

- M. Dubé qui avait participé à une des études sur les pomme de terre utilise maintenant le BRF dans ses serres. Dans son cas, la quantité de BRF requise est moindre et il n'a pas besoin d'analyse économique externe pour savoir que c'est profitable. Il indique que la structure du sol est plus belle que jamais.

Principaux problèmes ou difficultés rencontrés

Quand on demande pourquoi les producteurs ne se servent pas plus de BRF, le problème principal mentionné est le manque d'approvisionnement. Il peut s'agir de la fiabilité, de la qualité ou du prix. Certaines sources de BRF contiennent des déchets qui obligent les producteurs à nettoyer le champ après l'application. D'autres lots contiennent des souches ou des buches non fragmentées qui peuvent causer des problèmes mécaniques. Ces lots proviennent de certains émondeurs pour les municipalités suite à la tempête du verglas.

Un autre problème rencontré, quoi que beaucoup moins souvent, est celui des BRF contenant une proportion trop grande de bois de tronc ou de résineux .

Les producteurs avec qui nous avons communiqué fragmentent eux-même le BRF. Ils indiquent que le temp requis pour cette opération est très long.

Observations et leçons à retenir

Comme on aurait pu s'y attendre, l'effet sur les rendements est difficile à mesurer puisque l'expérience est en général assez récente et peu encadrée. Il n'y a pas de consensus sur les attentes à avoir à ce niveau. Par contre, les producteurs s'entendent pour dire que :

- la qualité (structure) du sol est améliorée
- l'humidité / rétention d'eau est améliorée
- la faim d'azote cause peu de problème avec une application en fin d'été / début d'automne
- il y a réduction des mauvaises herbes

Meilleures utilisations agricoles du BRF

Quand on demande aux producteurs quelles cultures réagissent le mieux aux utilisations de BRF, ils indiquent que la culture a peu d'importance. Ceci peut être expliqué par la spécialisation des producteurs. Chaque producteur évalue le BRF en fonction des ses quelques cultures. De plus, les producteurs maraîchers qui ont une grande variété de légumes hésitent également à dire lequel de leurs légumes aurait le plus à gagner. Cependant, tous s'entendent pour dire qu'un sol léger et pauvre en matière organique a le plus à gagner.

III Caractérisation de l'offre par région

Pour les agriculteurs désirant utiliser des BRF, les facteurs importants à considérer sont la qualité du produit, sa disponibilité et son prix:

- La qualité est déterminée par les essences de bois utilisées (arbres feuillus, préférablement de bois dur), la grosseur des branches (idéalement moins de 7 cm) et l'absence de matières étrangères.
- La disponibilité correspond à la facilité d'acquérir des volumes importants.
- Les principales composantes du prix sont les coûts reliés à la fragmentation, au transport et à la manipulation à la ferme. Le coût de la matière première (les branches) est généralement considéré comme nul puisque dans plusieurs cas les branches sont un déchet. Certaines usines les utilisent comme combustible ce qui pourrait faire augmenter leur coût.

Il existe présentement quatre source de BRF au Québec: a) les terrains de coupes commerciales, b) l'élaguage par les villes et municipalités, c) l'élaguage par Hydro-Québec, d) les forêt et brises vents privés. Cette dernière source ne sera pas étudiée car elle n'est pas appropriée pour les besoins du projet.

1- Sources potentielles de BRF:

Par ordre d'importance, voici ce qui nous semble être les sources les plus probables de BRF :

a) Les terrains de coupes commerciales

En forêt, après que l'arbre ait été coupé, il est soit ébranché sur place ou soit trainé au chemin de débardage où il sera ébranché. Dans ce cas, des gros volumes de branches sont empilés et doivent être débarassés pour permettre la replantation.

Qualité: Les trois variables peuvent être contrôlées. On peut contrôler le choix des espèces en choisissant de s'approvisionner dans les opérations en forêts feuillues. Les branches de plus de 7cm sont utilisées pour la pâte, les branches restantes sont donc de diamètre idéal pour l'utilisation à la ferme. Enfin, les risques de contaminations sont faibles puisque les opérations sont faites en forêt.

Disponibilité: Les contraintes sont similaires à celles de l'approvisionnement par les villes et municipalités: faibles quantités et fiabilité de l'approvisionnement.

Prix: La fragmentation est faite par des déchiqueteurs beaucoup plus gros ce qui permet des économies d'échelle. Les coûts de transport doivent également être considérés selon la proximité du terrain de coupe.

Les zones d'exploitation d'espèces feuillues pour les compagnies forestières utilisant les feuilles (liste non exhaustive) sont :

- Domtar, Windsor (Québec)
- Cartons St-Laurent, La Tuque (Québec)
- Domtar, Cornwall (Ontario)
- Wausau Paper, Groveton (New Hampshire)

b) Les villes et municipalités

Beaucoup de bois sort des villes chaque année suite aux opérations d'élaguage. De plus, des catastrophes climatiques comme le verglas de 1998 font augmenter drastiquement le volume de bois à sortir et donc à enfouir. Si ce bois n'est pas valorisé à la ferme, il devra être enfouis dans les sites d'enfouissement sanitaires. Pour les municipalités, des coûts sont donc associés à l'enfouissement. La ferme sert de site de déchargement moins dispendieux puisque les fermes sont choisies pour leur proximité. De plus, les coûts d'enfouissement (40\$/tonne) sont épargnés.

Qualité: Aucun contrôle des espèces présente n'est possible puisque les élagueurs doivent élaguer tous les arbres y compris les conifères et les bois mous. Dans certains cas, certains déchets domestiques ont été broyés avec les branches ce qui cause un problème à la ferme puisque ces déchets doivent être ramassés dans le champ.

Disponibilité: Les élagueurs déchargent au site le plus près; ils ne sont pas intéressés à faire de grandes distances. Les volumes disponibles à la ferme sont donc relativement variables et l'approvisionnement peu fiable.

Prix: La fragmentation et, dans certains cas, le transport sont payés par les élagueurs. Demande peu de travail à la ferme sauf dans les quelques cas où des déchets étaient mélangés au produit.

Certaines municipalités suite au verglas de 1998, ont mises en place des services de récupération des branches et résidus de bois comme par exemple, Châteauguay, St-Basile-le-grand, East-Angus, Sherbrooke et la ville de Montréal. Cette récupération peut être centralisée chez des entrepreneurs ou à des sites d'enfouissement au centre de recyclage.

c) Hydro-Québec

Hydro-Québec est dans une situation similaire puisque la végétation sous les lignes de transport d'électricité doit être tenue assez basse. Les élagueurs à l'emploi d'Hydro-Québec sont également intéressés à réduire leurs coûts de transport en réduisant les distances parcourues.

Qualité: Les espèces présentes sont habituellement des bois mous et généralement feuillus. Aucun problèmes de contamination n'a été rapporté lors du sondage téléphonique.

Disponibilité: Les contraintes sont similaires à celles de l'approvisionnement par les villes et municipalités: faibles quantités et fiabilité de l'approvisionnement.

Prix: se réduit généralement aux coûts de transport.

L'entretien des lignes électriques nécessite la coupe des branches et celles-ci sont généralement effectuées par des sous-contractants locaux. Aussi, certaines municipalités comme Sherbrooke ont un service de production d'électricité et entretiennent leur propre réseau (Hydro-Sherbrooke). Ceux-ci sont très actifs actuellement à cause du verglas de 1998 et de la tempête de vent de 1999. Ils font une campagne d'entretien préventif sur tout le réseau.

De toutes ces sources, la plupart sont dispersées et ne génèrent pas de gros volumes. De plus, il y a une multitude d'intervenants à convaincre et tout un réseau à mettre en place.

Au Québec, la source la plus fiable actuellement semble être *Les Entreprises Murray* d'East Angus. *Murray* possède un broyeur de type « Tub grinder » capable de broyer des branches inférieures à 3" et est un entrepreneur forestier ayant des contrats de coupes et d'autres travaux pour la papetière *Domtar* à Windsor.

Domtar possède de larges superficies d'exploitation forestière dans le sud du Québec, en Estrie et en Montérégie. Fait assez rare dans le sud du Québec où il y a beaucoup de forêt privée de superficie plutôt petite. Les terres de la *Domtar* s'étendent à la région de Woburn à Stoke et Windsor et elle exploite d'autres terres dans la région de Sutton.

Domtar a tenté en 1999 de récupérer les tas de branches laissées en place sur les parterres de coupes, particulièrement dans les zones de chargement des camions. Toutefois les projets de broyage semblent avoir été abandonnés à cause des coûts élevés. D'autres mesures sont prises pour dispenser ou éliminer les tas de branches laissées sur les chantiers.

M. Murray a été contacté et il serait assez facile d'obtenir l'autorisation de *Domtar* pour ce type de projet et l'approvisionnement de BRF. Les prix seraient de 11,00\$ à 12,00\$ la tonne pour le broyage et le transport par camion d'environ 1,80\$ et 2,00\$ du mille pour le nord de la Nouvelle-Angleterre.

Nord de la Nouvelle-Angleterre

Il existe plusieurs centrales thermiques au nord des États-Unis qui s'approvisionnent en copeaux de bois franc pour la production d'électricité. Certains des entrepreneurs qui fournissent ces centrales en copeaux auraient la capacité de produire et de fournir les BRF. Toutefois, après vérification, la production de copeaux avec des branches inférieures à 3" seulement pourrait

être difficile à cause des modes d'exploitation en cours. Il semble que des troncs et grosses branches sont déchetées sans discernement pour fournir ce qui est appelé « whole tree chips ». Le prix actuel livré à Burlington (Vermont) est de 21\$ US par tonne courte. Au sud de Montréal, on pourrait figurer un prix livré à environ 35\$ à 40\$ par tonne métrique.

Un entrepreneur peut produire environ 6000 tonnes par mois actuellement pour l'une de ces centrales thermiques et il n'y aurait aucun problème à fournir une quantité de 2000 à 3000m³ de copeaux. Toutefois, il faudrait vérifier si cette production industrielle de copeaux de bois franc peut rencontrer les exigences pour une classification de BRF. M. James Carter dit à ce sujet que plusieurs troncs et des arbres entiers sont tout simplement déchetés s'ils ne rencontrent pas les exigences pour le bois de billot (à cause de l'espèce, tel le tremble ou le bouleau blanc, ou à cause d'un défaut). Une visite sur place serait nécessaire auparavant.

Le prix payé par les centrales thermiques au nord du New Hampshire semble être du même ordre. Par contre la distance supplémentaire pour se rendre au Québec dans les zones agricoles serait plus grande.

2- Coûts des services d'entreprises spécialisées

En 1998, la ferme *R. et B. Fafard*, M. Réal Fafard a été très actif dans le domaine du déchetage des branches du verglas 1998. Toutefois, il a dû vendre son équipement pour cause de maladie. Il va maintenant mieux et pourrait donner un coup de main car il a effectué beaucoup de démarches auprès des municipalités de la région. Il croit aussi beaucoup aux BRF.

Les entreprises Murray à été active pour *Domtar* et effectue certains contrats mais de façon moins intense. Il est actif dans la région de Montréal et de l'Estrie. C'est donc un contact privilégié et possiblement le seul ayant accès aux exploitations de *Domtar*. Ces prix sont valides pour l'année 2000 et il est en mesure selon Steve Murray, de fournir le volume. Toutefois, une entente écrite doit être signée et une visite des sites de production doit être effectuée pour assurer la qualité et pour réserver le volume le plus tôt possible.

Un autre entrepreneur faisant affaire avec *Domtar* possède des broyeurs, soit Ovide Rouillard de Windsor. Pour le moment, il serait préférable de contacter *Domtar* pour vérifier si cet entrepreneur a l'expérience et l'accès aux terres de *Domtar* actuellement.

Pour conclure, *Entreprises Murray* semble être en mesure actuellement de générer un volume suffisant de BRF pour le projet à un prix estimé de 11\$ à 12\$ pour le broyage et de 1,80\$ du mille pour la livraison d'un voyage de 30 tonnes métriques humides. Pour les régions visées par le projet, les coûts seraient donc de l'ordre de 30\$ la tonne pour la région de Québec (à partir de l'Estrie) et de

25\$ la tonne pour la région de Montréal. Pour Lanaudière, les prix seraient les mêmes si l'approvisionnement peut se faire à partir de la rive-sud. Pour des projets en Estrie, un coût d'environ 20\$ la tonne est estimé.

IV Caractérisation de la demande par type de production

Au Québec, il y a trois principaux types de productions : animales, les cultures commerciales et les productions horticoles. Les exploitations en production animale ont facilement accès à de la matière organique et cultivent des végétaux à faible valeur pour l'alimentation de leurs troupeaux. Il n'y a pas grand intérêt pour eux d'utiliser les BRF vu leur coût élevé. Les cultures commerciales (maïs, soya, céréales) sont aussi des cultures à faible revenu et elles se font sur de grandes superficies. Puisque l'investissement en BRF est d'environ 1000\$ par trois ans, une telle utilisation n'est pas justifiable. En résumé, le potentiel d'utilisation des BRF demeure en général dans les cultures à haute valeur comme les productions horticoles.

Parmi les productions horticoles au Québec, il y a celles qui sont en terre noire, les productions de pommes de terre sur sols sablonneux et les productions diversifiées de légumes ou petits fruits sur terre minérale. Des trois types de productions horticoles, il semble que l'utilisation des BRF aurait le plus grand potentiel dans les fraises, framboises, les légumes transplantés et le maïs sucré en terre minérale. L'apport des BRF se voit comme un amendement qui améliore la qualité des sols en général et non seulement pour une culture en particulier. Les avantages précis des BRF comme amendements sont cités dans le texte suivant.

État de la situation:

La plupart des productions horticoles au Québec sont concentrées dans un rayon de 200 km de Montréal. Environ 65% de la production maraîchère (en termes de superficie) se retrouvent en Montérégie (Figure 1). Avec les légumes de transformation (maïs sucré, haricots, etc.), la concentration est encore plus forte: 89% des producteurs sont dans la Montérégie. La culture de la pomme de terre est plus dispersée à travers la province mais on retrouve tout de même 21% de la production dans Laval-Lanaudière et 13% en Montérégie (Figure 2). La région Québec / Chaudière-Appalaches est la plus grande productrice de pommes de terre avec 29% de la production de la province. Pour ce qui est des fraises, environ 30% de la production se retrouve dans les régions au nord de Montréal (Laval-Lanaudière-Laurentides) et 21% se retrouve en Montérégie.

Tableau 1.: Quelques statistiques sur les cultures horticoles au Québec (données de 1997; Bureau de la statistique du Québec).

culture	superficie	production	rendement	revenu	revenu
---------	------------	------------	-----------	--------	--------

	cultivée (hectares)	(tonnes métriques)	moyen (tonnes/ha)	brut (\$millions)	par hectare
broccoli	1619	21108	13.0	\$13.7	\$8462
carottes	3820	106800	28.0	\$28.6	\$7487
choux	2084	64436	30.9	\$15.4	\$7390
chou-fleur	1052	16624	15.8	\$6.9	\$6559
haricot	3794	22499	5.9	\$6.5	\$1713
laitue	2337	77758	33.3	\$40.5	\$17330
maïs sucré	11736	97932	8.3	\$20.3	\$1730
oignons jaunes	1639	60556	36.9	\$15.1	\$9213
poivrons	728	9741	13.4	\$6.2	\$8517
tomates	1012	14436	14.4	\$8.9	\$8795
pommes de terre	19000	413400	21.8	\$71.1	\$3742
fraises	2307*	10433	4.5	\$16.4	\$7109
framboises	759*	1406	1.9	\$5.6	\$7378

*superficie totale, incluant la superficie non-productive

Potentiel économique des BRF

Basé sur nos entretiens avec les producteurs et l'information rapportée au tableau 1, il est évident que les cultures produisant un revenu de modéré à haut ont le meilleur potentiel de créer une haute réponse économique envers l'usage des BRF. Ces types de cultures sont les fraises et les framboises ainsi que les cultures maraîchères utilisées en transplant (poivrons, tomates brocoli, choux, choux fleurs). Ces cultures produisent des revenus significatifs pour l'économie agricole du Québec. Le revenu obtenu par la production de ces petits fruits égale \$22 millions (Figure 4) par année et celui obtenu par la culture de légume à base de transplant est de \$51 millions par année (Figure 3). Les cultures de pommes

de terre et le maïs sucré sont des candidats intéressants et apportent des revenus de \$71.1 et \$20.3 millions respectivement par année. Ensemble, ces cultures identifiées comme des bonnes candidates agronomiques potentiels pour l'utilisation des BRF rapportent \$164.4 million annuellement dans le secteur agricole du Québec. La superficie de ces cultures est substantielle. Elles représentent 3,066 hectares pour les petits fruits, 6,495 hectare pour les légumes à base de transplant, 11,736 hectares pour le maïs sucré et 19,000 hectares pour les pommes de terres. L'ensemble de ces cultures utilisent 40,297 hectares. Les cultures les plus importantes pour l'économie du Québec et pour l'utilisation des BRF sont les pommes de terres, le maïs sucré, les fraises, et le chou vert.

En plus des secteurs mentionnés ci-haut, un autre secteur de haute valeur pouvant bénéficier par l'utilisation des BRF est la production de cultures en serres. La superficie des cultures de tomates en serres est de 60 hectares avec une valeur totale de \$28 million.

Il semble évident que les meilleures opportunités économiques se trouvent dans l'usage de culture de très haute valeur démontrant le potentiel d'une réponse positive. Sur une base de revenu à l'hectare, il semble que la production d'une culture ayant comme revenu plus de 5,000\$ à l'hectare pourrait être une des meilleurs candidates si cette culture réagit bien aux BRF. Ces cultures de très haute valeur sont les broccoli, les carottes, les choux, les choux-fleurs, la laitue, les oignons jaunes, les poivrons, les tomates, les fraises et les framboises. Les cultures de haute valeur sont celles ayant un revenu entre 2,500\$-5,000\$ à l'hectare et incluent les pommes de terres. Les cultures de valeur moyenne sont celles ayant un revenu entre 1,000\$-2,500\$ à l'hectare et elles incluent les haricots et le maïs sucré (tableau 1). Les cultures de faible valeur sont celles ayant un revenu de moins de 1,000\$ et elles incluent les céréales, le maïs et le soya. De plus, les cultures qui vont bénéficier le plus avec l'usage des BRF sont celles sensibles à la sécheresse. Elles incluent les fraises, les broccoli, la laitue, les oignons, les carotes et les poivrons. Toutes les productions sont cultivées sur de grandes superficies au Québec à l'exception des poivrons, des tomates et des framboises et peuvent bénéficier de l'usage des BRF. Dernièrement, les cultures transplantées ou ayant des semences de gros calibre profitent également de l'usage des BRF.

En supposant qu'une culture permette des revenus de 7,500\$ à l'hectare et qu'une augmentation de rendement de entre 5 et 10% est obtenue, ceci indique que des montants additionnels de 375\$ à 750\$ seraient obtenus. Cet apport couvrirait les coûts des BRF, puisqu'il en coûte environ 1000\$ l'hectare pour une période de trois ans. De plus, une qualité supérieure est obtenue avec certaines cultures telles les fraises et les pommes de terres.

Le secteur biologique

Un dernier facteur à mentionner pour l'utilisation de BRF est celui de son usage pour le développement du secteur biologique au Québec. La croissance de ce secteur est une des plus rapide dans l'économie agricole. La croissance annuelle de ce secteur est de 25% par année. Typiquement, ces cultures jouissent d'une prime de prix de 20 à 70%. Donc, les BRF constituent un régénérateur de sol idéal pouvant contribuer à développer cette industrie. Les fermes biologiques sont généralement situées à l'extérieur des régions de production intensive pouvant suggérer un accès aux BRF à un prix abordable. Puisque les cultures légumières et fruitières biologiques se fient sur des systèmes de cyclage biologique des nutriments, tout en comptant sur l'utilisation de systèmes d'assolement intensifs pour répondre aux problèmes souvent sévères d'infestation de mauvaise herbe, l'usage des BRF pourrait contribuer largement à résoudre ce dilemme associé avec la production horticole certifiée biologique et à la fois très intensive.

Potentiel agronomique des BRF sur des cultures horticoles

Plusieurs cultures horticoles pourraient bénéficier d'un apport des BRF au sol. Premièrement, il y a les cultures de très haute valeur commerciale où une petite augmentation du rendement ou de la qualité pourrait se traduire par une augmentation importante de revenu. Deuxièmement, ce sont des cultures intensives qui exigent beaucoup du sol et requièrent un labour, des passages fréquents de machinerie, de pulvérisation et de récolte. Dernièrement, ces cultures laissent généralement peu de résidus donc peu d'apports de matière organique. De plus, le sol souvent laissé nu demeure susceptible à l'érosion.

Les cultures pouvant bénéficier le plus avec l'usage des BRF sont celles sensibles à la sécheresse. Elles incluent les fraises, les brocoli, la laitue, les oignons, les carottes et les poivrons. Toutes ces cultures ont une grande étendue au Québec à l'exception des poivrons, des tomates et des framboises et donc peuvent également bénéficier de l'usage des BRF. Dernièrement, les cultures utilisées en transplant ou possédant de larges graines profitent également de l'usage des BRF (tableau 2).

a) Crucifères: chou, chou-fleur, brocoli

Les crucifères sont relativement sensibles à la sécheresse en particulier le chou-fleur et le brocoli. Les BRF peuvent augmenter la capacité de rétention d'eau dans le sol.

b) Légumes de transformation: maïs sucré, haricots

Les cultures d'haricot sont sensibles à la sécheresse et donc les BRF peuvent augmenter la capacité de rétention d'eau dans le sol. Ces cultures sont

également sensibles à plusieurs maladies. L'utilisation des BRF peut mener à une diminution de l'incidence de certains pathogènes dans le sol. La machinerie de récolte doit souvent passer dans les champs à des moments où les sols sont trop humides (aucun délai possible au moment de la récolte de ces cultures) ce qui amène souvent des problèmes de compaction du sol. Les BRF peuvent diminuer la compaction des sols.

c) Légumes en terre noire: carottes, laitues, oignons

Après plusieurs années de culture, les terres noires s'affaissent à cause de l'oxydation de la matière organique. L'application des BRF est un apport important de matière organique. En surcroît, les problèmes de nématodes sont de plus en plus fréquents, surtout dans la culture de carottes. Les BRF peuvent diminuer la quantité de nématodes dans le sol. L'utilité des BRF en terre noire n'est pas encore démontrée.

d) Pommes de terre

Les pommes de terre sont souvent cultivées dans des sols sablonneux propices au lessivage des engrais. De plus, le travail fréquent du sol amène des problèmes d'érosion et des pertes de matière organique. Les BRF, en augmentant la matière organique du sol, pourraient diminuer l'érosion et le lessivage des sols. Cependant, il existe une nuisance potentielle des morceaux de branche à la récolte mécanisée.

e) Fraises et framboises

Les cultures de fraises et de framboises sont très sensibles à la sécheresse à cause de leurs racines peu profondes. Un tel manque d'eau peut résulter en des plus petits fruits surtout chez la fraise. Les BRF peuvent augmenter la capacité de rétention d'eau du sol. Dans la culture de la fraise, il existe déjà de multiples expériences à long terme avec les BRF.

f) Tomates et piments

Même si les plants de tomates et de piments ont des racines assez profondes, il arrive souvent que les niveaux d'humidité de sol fluctuent assez pour diminuer la qualité du produit (fendillement, pourriture apicale, etc.). Quand ces cultures croissent sur paillis de plastique, les effets des BRF peuvent être moins significatif. Les BRF peuvent augmenter la capacité de rétention d'eau dans le sol et diminuer les fluctuations.

Tableau 2 : Qualités agronomiques nécessaires pour l'optimisation de l'usage des BRF en fonction des cultures

Culture	<u>Valeur économique</u>			Sensibilité à la sécheresse	Grande superficie (accès au coût réduit de BRF)	Transplant / Semence de forte dimension
	Moyenne	Haute	Très haute			
brocoli						
carotte						
chou						
chou-fleur						
haricot						
laitue						
maïs sucré						
oignon jaune						
poivron						
tomate						
pomme de terre						
fraise						
framboise						

V Analyse stratégique des régions

En référence avec la section quatre, parmi les régions du Québec où on retrouve la culture de fruits et légumes à haut revenu sur sol minéral, les régions de Lanaudière et Montérégie présentent un excellent potentiel.

Dans la section trois nous avons noté que l'approvisionnement en BRF est plus facile dans les régions boisées. Évidemment, au Québec ceci inclut toutes les régions, sauf la Montérégie. Il est important de monter un réseau afin d'organiser une mise en marché efficace. Le défi de la Montérégie qui a un grand potentiel d'utilisation de BRF est de se trouver une source d'approvisionnement non loin de ses sites d'épandage.

En incluant la fragmentation et le transport, le prix de revient des BRF sont estimés à environ 25\$ la tonne métrique humide (dépendamment où on se situe). Puisque les plus longues distances de camionnage augmentent considérablement le coût des BRF, ils seraient plus dispendieux dans les régions non-forestières. En utilisant des taux d'application de 40 tonnes à l'hectare la première année, le prix de revient est de 1000\$ à l'hectare. Il semble évident que toute stratégie pour diminuer les coûts des BRF rendraient cette nouvelle technique plus accessibles pour les producteurs.

D'après notre étude, le meilleur scénario économique serait celui de cultures de haute valeur cultivées à proximité d'une région forestière et qui réagissent d'une façon positive aux BRF. Les agriculteurs de la province réalisent déjà cette opportunité. Cependant, les efforts doivent être concentrés afin d'accélérer le développement de ce marché.

Annexe I : Directives d'utilisation des BRF

Type de sol:

En général, les sols sablonneux et argileux réagissent bien à l'utilisation des BRF. Cependant, ceux-ci sont avantageux dans les sols argileux qui ressentent les bienfaits de l'amélioration de la cohésion des agrégats du sol beaucoup plus que les sols sablonneux qui profitent plutôt des améliorations apportées par l'accroissement de la microflore.

Type de culture:

Les cultures maraîchères à haut revenu nécessitent une bonne condition de fertilité de sol et sont souvent cultivées de façon plus intensive. Dans ce cas, l'utilisation des BRF augmente les rendements et la qualité et réduit les coûts d'intrants. Par exemple, les fraisiers, le maïs sucré, le brocoli, et les pommes de terre profitent avantageusement de l'application des BRF.

Taux d'utilisation:

Il est important d'épandre une couche de BRF d'environ 40t/ha (150m³/ha) ou d'une épaisseur de 1/2" (1.3 cm) dans la première année de son utilisation. Des applications additionnelles peuvent être nécessaires selon les conditions de sol et de l'intensité de production. En général, une quantité de 20 t/ha devrait être appliquée par la suite à tous les trois ans. L'application de BRF ne devrait jamais dépasser une épaisseur de d'environ 1 5/8 " (4 cm) ou une dose de 150 à 200 m³/ha.

Type de matériel:

Les meilleurs BRF proviennent d'arbres d'essences feuillues tels les érables, les cerisiers, le chêne rouge (*Quercus rubra*), l'érable à sucre (*Acer saccharum*), l'hêtre (*Fagus grandifolia*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), le tilleul d'Amérique (*Tilia americana*) et le frêne (*Fraxinus* spp.). Cependant les peuplements de qualité inférieure tels les bouleaux et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) ne permettent pas d'aussi bons résultats. L'utilisation d'un mélange d'essences est également efficace.

Dimension du matériel:

Les meilleurs résultats sont obtenus en utilisant des branches mesurant moins de 3 " (7 cm) de diamètre en provenance d'un habitat diversifié en espèces ligneuses feuillues. Les branches de cette grosseur contiennent 75% des éléments nutritifs de la portion épigée de l'arbre. Il est préférable d'utiliser des branches dépourvues de feuilles puisqu'elles peuvent abriter des bactéries indésirables ainsi que peuvent rendre le déchiquetage difficile. Les branches devraient être déchiquetées à des longueurs de moins de 10 cm et il est préférable de les déchiqueter longitudinalement.

Méthode d'épandage:

Le matériel fragmenté (copeaux) devrait être épandu sur le sol par un épandeur à fumier. Des résultats rentables peuvent être obtenus en utilisant la méthode "Sylvagraire" en milieu agricole ou la méthode "Sylvasol" en milieu forestier. De plus, les BRF ne devraient pas être compostés ni soumis au labour mais devraient plutôt être épandus en couche mince d'environ 1/2 " d'épaisseur et enfouis superficiellement dans un sol ameubli au préalable.

Période d'épandage:

Il est préférable d'utiliser les copeaux immédiatement après le déchiquetage. Le BRF ne devrait jamais séjourner longtemps en tas. Si l'épandage ne peut être complété dans les 24 heures suivant la fragmentation, il est préférable de conserver les copeaux en une couche mince de moins de 30 cm pour prévenir le chauffage. Le bois doit rester froid pour que les champignons désirables (Basidiomycètes) s'établissent rapidement. Il est avantageux d'épandre les copeaux tôt à l'automne puisque cela réduit le problème d'immobilisation des nutriments et favorise la prolifération des Basidiomycètes. Il n'est pas recommandé d'épandre les BRF au printemps.

Enfouissement du matériel:

En général, une incorporation des BRF à la surface du sol est supérieure aux autres stratégies d'enfouissement. Après l'application, les copeaux devraient être mélangés dans les premiers 4 " (10 cm) du sol à l'aide d'une herse. Éviter d'enfouir les copeaux plus profondément surtout en sol lourd. Les BRF peuvent

également être incorporés en paillis. Les terres agricoles traitées au BRF ne devraient pas être labourées pour une période de trois ans afin de prévenir un enfouissement trop profond. Dans les sols à faible rendement, il est préférable d'enfouir à l'automne les BRF à l'aide d'une herse à l'automne et au printemps suivant de semer une légumineuse pouvant emmagasiner de l'azote. Après une période de deux ans, une culture maraîchère à haute valeur peut être cultivée sans être compromise par une carence d'azote.

Annexe 2 : Contacts des fournisseurs

*Les Entreprises Murray
Monsieur Steve Murray
(819) 832-3737*

*Cartons St-Laurent Inc.
1000 Chemin de l'Usine
PO Box 914
La Tuque (Québec)
G9X 3P8
(819) 676-8112*

*Domtar Inc.
PO Box 1010
Windsor, (Québec)
J1S 2L9
Exploitation forestière
Denis Gingras, responsable
(819) 845-8409*

*Domtar Inc.
PO Box 40
Cornwall, (Ontario)
K6H 5S3
(613) 932-6620*

James Carter

*Entrepreneur, région de Châteauguay, N.Y.
(518) 561-8218*

*Ferme R&B Fafard
Monsieur Réal Fafard
St-Basile-le-Grand*

*Wausau Papers of New Hampshire, Inc.
3 Mechanic St
Georgetown (New Hampshire)
(603) 636-1154*

Références

Chervonyj, A. Research Project on RCW technology on rye (Secale cereale). 1999 Université Laval, Faculté de Foresterie et de Géomatique. Avril 1999. Pp. 60.

Gasser, M-O., Ndayegamiye, A., Laverdière, M-R. 1995. Effets de rotation et d'amendements ligneux (BRF) sur la production de pomme-de-terre et sur les propriétés du sol. Can. J. Soil Sci. 75 :385-390.

Grégoire, R. 1976. Généralités sur la production des déchets. *Dans* Etude de praticabilité sur l'utilisation de sources non traditionnelles d'énergie et de protéines pour l'alimentation animale. Centre de recherches en nutrition, Université Laval, Québec. 562 pp.

Hébert, M. 1998. Critères environnementaux pour la valorisation des résidus de papetières et autres matières résiduelles fertilisants. Colloque de l'UPA : L'utilisation agricole et sylvicole des résidus de papetières. Septembre 1998. Shawinigan, Québec.

Ndayegamiye, A. 1998. Valorisation agricole de boues mixtes de papetières dans les cultures de maïs grain et de soya. Colloque de l'UPA : L'utilisation agricole et sylvicole des résidus de papetières. Septembre 1998. Shawinigan, Québec.

Ostrysko, B., Pagé, R. 2000. Impact des rotations et des amendements organiques sur les maladies telluriques de la pomme de terre: galle et rhizoctine. Journée CPVQ-Colloque Bio: Les amendements organiques pour la santé des sols. 22 février 2000.

Régis, S. 1998. Valorisation des résidus de papetières dans les cultures fourragères et horticoles. Colloque de l'UPA : L'utilisation agricole et sylvicole des résidus de papetières. Septembre 1998. Shawinigan, Québec.

Reports

•