

UNIVERSITÉ LAVAL

**Faculté de Foresterie et de Géomatique
Département des Sciences du Bois et de la Forêt**

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

Projet portant sur l'utilisation des BRF en agriculture

«UNE TENTATIVE D'ÉVALUATION DE LA TECHNOLOGIE BRF POUR DES FINS MARAÎCHÈRES»

par

Gilles Lemieux et Lionel Lachance

et

R.E.A.P.-CANADA

RAPPORT DE PRÉFAISABILITÉ

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

*Resource Efficient Agricultural Production
Glenaladale House
Sainte-Anne-de-Bellevue
QUÉBEC*

publication n° 120

[http:// forestgeomat.ffg.ulaval.ca/brf/ca](http://forestgeomat.ffg.ulaval.ca/brf/ca)

édité par le

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

UNIVERSITÉ LAVAL
Département des Sciences du Bois et de la Forêt
Québec G1K 7P4
QUÉBEC Canada

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	1
Le sol un milieu fragile.....	3
Le secours de la forêt.....	4
Que sont les BRF?	7
La production et l'épandage des BRF	10
La biotransformation des BRF	12
Comment évaluer les BRF	13
Les BRF et les cultures annuelles	14
Une technologie prometteuse.....	14
Analyse stratégique des régions du Québec pour la valorisation agricole des Bois Raméaux Fragmentés (BRF) par leur digestion au sol.....	16
Sommaire exécutif.....	16
I Introduction	17
Références bibliographiques	19
II L'expérience pratique à ce jour	19
III Caractérisation de l'offre par région	23
IV Caractérisation de la demande par type de production	27
Annexe I	29
V Analyse stratégique des régions	31
Annexe II.....	32
Annexe III	33

«UNE TENTATIVE D'ÉVALUATION DE LA TECHNOLOGIE BRF POUR DES FINS MARAÎCHÈRES»

par

Gilles Lemieux et Lionel Lachance

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
Département des Sciences du Bois et de la Foêt
Université Laval
Québec G1K 7P4
Québec, Canada

INTRODUCTION

1- Le sol représente une valeur nulle ou presque au sens de l'économie moderne, sauf s'il s'érode ou s'il ne répond plus aux attentes «chimiques» de rendements élevés, et ce tout particulièrement dans le monde des cultures maraîchères, base de l'agroalimentaire sous toutes les latitudes.

2- Ce n'est que tout récemment que les questions de la viabilité et du rôle de cette ressource sans pareil ont été abordées sous l'angle biologique de ses constituants. Ainsi le sol représente une ressource fragile et fugace et des collègues allemands ont tenté de le faire reconnaître comme tel par les Nations Unies¹. Le sol, comme tous les constituants biologiques de l'univers est, à la fois, d'une grande fragilité et d'une grande force. Il est la résultante de nombreuses interactions et combinaisons mais dont les bases sont temporelles, c'est-à-dire issues de toutes les biotransformations depuis le début des temps, des centaines de millions d'années

3- Cette fragilité se manifeste sous la forme de dégradations d'abord biologiques, puis chimiques et finalement physiques dont l'ultime dégradation est représenté par les sols latéritiques en milieux tropicaux. Plusieurs experts français

¹Held, M., Kümmerer, K. et Brandt, K (1998) «Preserving Soils for Life» Projet de convention internationale aux Nations Unies. -Proposition de Tutzing-. Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Université Laval, publication n° 85.

ont soulevé cette question lors du Congrès International des Sciences du Sol tenu à Montpellier en 1998².

4- De tous temps les sols ont été exploités en fonction de l'économie, d'abord d'une manière frileuse avec des rendements reflétant la dégradation causée par la disparition de la forêt puis, au début du XX^e siècle avec la venue de l'intervention de la chimie, tant du côté des fertilisants que des biocides. Maintenant ce sont les organismes modifiés génétiquement qui prennent la relève de la razzia avec une naïveté à faire pleurer.

5- Malgré tous les apports organiques imaginables, le sol a des limites bien précises qui ne peuvent être ignorées. Tous les apports organiques actuels sont comptabilisés en terme de rendements tributaires de la mise en disponibilité des nutriments sur une période n'excédant guère 24 mois. Cela se fait au détriment de la structure, des contenus énergétiques et surtout de la diversité micro, méso et microbiologique qui surtout affecte la dynamique du système tellurien³ auquel nous n'avons jamais porté attention si on en croit la littérature scientifique du XX^e siècle.

6- L'une des exigences du sol tient à un processus fondamental ignoré jusqu'à tout récemment, **la biotransformation des substances végétales en sol où la lignine syringyl joue un rôle essentiel ainsi qu'un grand nombre de composés polyphénoliques**⁴ La biotransformation est le début d'un long processus appelé *pédogénèse* qui régule la vie, la disponibilité des nutriments, la structure physique du sol, sa résistance à l'érosion et surtout protège et stimule les diverses phases de la vie animale, bactérienne et surtout fongique du sol.

²Brabant, P., Cheverry, C., Lavelle, P. Morel, J.-L. et Roose, É. (1997) «La dégradation des sols ou les sols ne sont pas éternels» . France Culture, "La science et les hommes" Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval. publication n° 114.

Swift, J.M. (1998) «Integrating soils, systems and society» Proceedings of the Montpellier International Soil Science Society Meeting, Montpellier. Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, publication n° 117

³Neher, D.A. (1999) «Soil community composition and ecosystem processes» Agroforestry System **45**: 159-185.

⁴Stevanovic-Janezic, T (1998) «L'étude de la chimie des polyphénols dans le bois raméal fragmenté (BRF)». In Lemieux, G., Lachance, L. Genest S. et Hamel, C. "La technologie pédogénétique du Bois Raméal Fragmenté (BRF), une source naturelle qui contribue à l'établissement et au maintien de la fertilité des sols au Sénégal et au Bénin". Groupe de Coordination sur le Bois Raméal Université Laval Québec, Canada, publication n° 99 pp.65 ISBN 2-921728-46-X

7- De ce fait, le sol est une ressource exceptionnelle sous tous les angles, capable de se maintenir et de se régénérer pourvue que les éléments de base y soient, non pas l'azote, le phosphore et le potassium, mais la lignine et les diverses composantes biochimiques issues de la biotransformation des tissus végétaux parmi lesquels les plus rares et les plus précieux en cultures maraîchères, ceux qui maintiennent la biodiversité et la structure par un ensemble de processus dynamiques d'origine biologique avant tout⁵.

LE SOL UN MILIEU FRAGILE

8- Comme tout ce qui est vivant, le sol est d'une grande fragilité, mais en même temps d'une robustesse incroyable par ses capacités dynamiques à se régénérer et s'adapter au climat, à la géologie, à la faune et à la flore, car toutes ces parties ont des caractéristiques variables et variées, s'interpénétrant les unes les autres.

9- En réalité, c'est à l'eau que le sol ressemble le plus, mais d'une manière beaucoup plus complexe, car sa grande caractéristique est d'intégrer la vie au monde minéral. Cette caractéristique majeure lui donne la pérennité de la géologie et la fragilité de la vie, d'où notre propension à le surexploiter, tout particulièrement dans les cultures maraîchères, à travers les impératifs de notre système économique.

10- Même si on ne peut intervenir que de manière bien bénigne sur la géologie, on le peut toutefois à l'égard de certaines caractéristiques physiques. C'est ainsi que les caractéristiques chimiques et biochimiques du sol sont trop souvent ignorées mais toujours surexploitées. Cependant, les limites du sol sont d'ordre biologique et cette méconnaissance explique la dégradation et la désertification. Ce sont les caractères biologiques du sol qui sont en cause, en particulier la mise en disponibilité de l'azote et du phosphore.

⁵Perry, M.P., Amaranthus, M.P., Borchers, J. G. .L., Borchers, S.L. (1989) «Bootstrapping in ecosystems» BioScience **39** (4) 230-237 Traduction française par Gilles Lemieux sous le titre de «L'intersuffisance des écosystèmes épigé et hypogé». Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux Université Laval, publication n° 16, 35 pages.

11- Jusqu'ici, on a apporté des correctifs que l'on appelle «organiques» sans en avoir défini les caractéristiques, mais les qualifiant de «matières» qui sont toutes d'origine déchétaire, d'abord animales puis, maintenant industrielles.

12- Partout sur la planète, on dénonce les problèmes liés aux productions agricoles qui mettent en danger l'agroalimentaire. Des règles et des techniques ont été mises au point pour répondre aux exigences de l'économie de la grande majorité des peuples de la terre et ce sont, le plus souvent, des divagations surréalistes.

13- La vie sur cette terre de milliards d'humains tient à cette ressource essentielle qu'est le sol, mais non pas à la productivité des plantes modifiées ni à l'élimination de la vie que représentent les parasites et les maladies qui sont l'expression des déséquilibres engendrés et non contrôlés.

LE SECOURS DE LA FORÊT

14- Depuis l'aube des temps, c'est la forêt qui s'est implantée et qui a régulé la terre, l'eau et les climats. Elle est donc responsable de la stabilité de notre univers et, en même temps, elle est le principal agent de formation des sols utilisés dès la préhistoire par les humains pour se nourrir. Tout comme au Québec, les terres mises en culture sous les climats tempérés sont presque toutes d'origine forestière. L'histoire de l'humanité est caractérisée par un long déclin des forêts, particulièrement celles constituées d'essences feuillues.

15- Les faibles rendements agricoles obtenus jusqu'au début des années 1950 n'ont eu que peu d'effets sur la dégradation des sols. Cependant, l'agriculture intensive qui a suivi a tôt fait de précipiter les choses. L'arrivée de nouvelles variétés de plantes modifiées génétiquement et la panoplie des intrants chimiques pour la croissance, le contrôle des maladies et des insectes, ont marqué l'entrée en force des caractères industriels de productivité, répondant à des impératifs économiques sans appel.

16- Devant cette agression sans pareil dans l'histoire, il est bien difficile de faire entendre la voix de la raison qui nous indique que tous les sols productifs

sont d'origine forestière. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer un poignée de sol d'érablière avec une poignée de sol extraite du champs de maïs voisin.

17- Si la forêt a formé les sols devenus agricoles, pourquoi n'en serait-il pas ainsi encore aujourd'hui? Les recherches poursuivies par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux de l'Université Laval, au cours des vingt dernières années ont largement démontré que la réintroduction de caractères forestiers à des sols agricoles étaient non seulement possibles, mais raisonnables et rentables.⁶

⁶**Caron, C. (1994)** «Ramial Chipped Wood; a basic tool for regenerating soils» Lincoln University, Nouvelle-Zélande et Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n° 50, 8 pages, ISBN 2-921728-07-9

Caron, C., Lemieux, G. et Lachance L. (1998) «Regenerating Soils with Ramial Chipped Wood» The Maine Organic Farmer & Gardner, Augusta Maine, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n° 100, 10 pages

Chervonyj, A.Y (1999) «Rapport d'étape sur la technologie des BRF, utilisant le seigle (Secale cereale) comme référence pour les années 1997-98» Station Forestière Expérimentale de Boyarska, Ukraine, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n° 107, ISBN 2-921728-50-8.

Furlan, V. et Lemieux G. (1996) «Méthode d'application et d'évaluation pour l'utilisation des Bois Raméaux Fragmentés» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 67, 8 pages

Godron, M. et Lemieux, G. (1998) «Le bois des rameaux, un élément crucial de la biosphère» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 88, 32 pages ISBN 2-921728-35-4

Guay, E., Lachance, L. et Lapointe R.A. (1983) «Emploi des bois raméaux fragmentés et des lisiers en agriculture». Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n°1, 75 pages.

Guay, E. et Lapointe R.A. (1992) «L'usage du bois raméal et ses implications socio-économiques» Université Laval, 8 pages, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 28, ISBN 2-550-27119-X.

Lalande, R. Furlan, V. Angers, D. et Lemieux, G. (1998) «Soil Improvement Following Addition of Chipped Wood from Twigs» American Journal of Alternative Agriculture **13**: 132-137 Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 101

Lemieux, G. (1986) «Le bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol» Institut de Technologie Agroalimentaire, Saint-Hyacinthe, Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 6, 20 pages, ISBN 2-550-21338-1

Lemieux, G. (1988) «L'importance du bois raméal dans la «synthèse» de l'humus» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n°11, 29 pages, ISBN 2-550-21341-6

Lemieux, G. (1990) «Le bois raméal et la pédogénèse: une influence agricole et forestière directe» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n°15, 35 pages ISBN 2-550-21267-3

Lemieux, G. (1991) «Mémoire portant sur la problématique des bois raméaux dans le contextes agricoles et forestiers» Université Laval. Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux 10 pages, Publication n° 18 ISBN 2-550-21827-2

Lemieux, G. (1992) «L'aggradation des sols par le patrimoine microbiologique d'origine forestière» Escola Superior Agrária, Coimbra, Portugal, Université Laval et Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 25, 10 pages ISBN 2-550-26521-1

Lemieux, G. (1993) «L'aggradation pédogénétique, un processus universel sous l'influence des BRF: les effets sur la biodiversité et la productivité» FAO, Rome Italie, Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n°35a, 6 pages ISBN 2-921728-04-4

Lemieux, G. (1993) «L'origine forestière des sols agricoles: la diversification microbiologique par aggradation sous l'effet des Bois Raméaux Fragmentés». Comité Jean Pain, Bruxelles, Belgique, Université Laval, 31 pages, publication n° 29 ISBN 2-550-27481-4

Lemieux, G. (1994) «Seule la vie du sol est le siège de la fertilité; le bois raméal en est la clé» Institut Forestier du Canada, Université de Moncton, et Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n° 44, 39 pages, ISBN 2-921728-00-1

Lemieux, G. (1995) «Le bois raméal pour rebâtir les sols» Agriculture 52 (1) pp3-7 Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 57

18- La forêt est beaucoup plus que quelques mètres cubes de bois qu'elle produit annuellement, car dans la réalité, ce bois ne représente que le fruit de la photosynthèse dont les arbres ne savent que faire, sinon de faire du bois et d'y stocker les surplus. La fonction la plus importante de la forêt tient à sa structure, soit celle de produire des polyphénols fortement énergétiques, mais dont la plante ne sait que faire. La forêt utilise donc ce sous-produit de son activité métabolique pour stocker énergie et nutriments dans le sol même, s'assurant ainsi pérennité et dominance dans des cycles permettant la stabilité; c'est le cas des forêts climaciques.

19- Toutefois, les éléments les plus actifs ne se situent non pas dans le sol, les racines ou le tronc, mais bien dans les rameaux eux-mêmes qui produiront les bourgeons et les feuilles et, dans de nombreux cas, des fruits en abondance. C'est en retournant ces rameaux au sol d'une manière biologiquement acceptable à la biotransformation qu'il est possible de renouveler, réhabiliter et reconstruire des sols déformés et dégradés par les activités agricoles et maraichères pourtant nécessaires à la présence des humains sur cette Terre. Ce sont ces rameaux fragmentés que nous appelons **BRF** (Bois Raméal Fragmenté) qui sont à la base des mécanismes fondamentaux que nous appelons **pédogénèse**, permettant les redressements que nulle autre technologie moderne n'a pu accomplir à ce jour.

Lemieux, G. (1996) «Cet univers caché qui nous nourrit: le sol vivant» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, 51 pages ISBN 2-921728-15-X

Lemieux, G. (1998) «Une ressource révélée par le verglas: le "BOIS RAMÉAL" Université Laval, Groupe de Coordination sur le Bois Raméal publication n° 92 15 pages ISBN 2-921728-39-7

Lemieux, G. (1998) «Une nouvelle technologie pour des fins agricoles: la pédogénèse par le bois raméal» Université Agricole de Kiev, Ukraine, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publications n° 98, 9 pages ISBN 2-921728-43-5

Lemieux, G. (1999) «L'influence des mécanismes forestiers sur la biologie et la fertilité des sols agricoles» Conseil des Productions Végétales du Québec, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 103, 6 pages, ISBN 2-92172847-8

Lemieux, G. et Tétrault, J.P.-éditeurs (1994) «Les actes du quatrième colloque international sur les bois raméaux fragmentés» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 43, 187 pages ISBN 2-550-38792-4

Lemieux, G. & Toutain, F. (1992) «Quelques observations et hypothèses sur la diversification: l'aggradation des sols par l'apport de Bois Raméal Fragmenté» Muséum d'Histoire Naturelle, Brunoy, France, Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux et le Centre National de la Recherche Scientifique, Vandoeuvre-lès-Nancy, publication n° 23, 12 pages. ISBN 2-550-26541-6

Noël, B. (1998) «Rapport technique: l'utilisation du BRF en agriculture» Université Laval, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux publication n°79, 16 pages.

Sauer, L.J. (1999) «Le sol un système vivant avant tout» Arnoldia, été 1999 pp 35-43 Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, publication n° 109, 16 pages (tiré-à-part).

QUE SONT LES BRF?

20- Comme nous parlons de pédogénèse, de redressement, de réhabilitation etc... il faut donc définir ce que sont les BRF par rapport aux perceptions traditionnelles toutes connues sous un seul vocable, celui de «matières organiques». Dans une optique de maintien de la fertilité à courte vue, c'est-à-dire à l'échelle des productions annuelles, la «matière organique» a toujours été perçue comme un apport de nutriments, provenant de substances rejetées dans le milieu édaphique et immédiatement assimilables par les cultures en cours. Les BRF n'ont pas cette prétention, mais agissent positivement sur l'ensemble des composantes du sol, minérales, énergétiques, biochimiques, chimiques et biologiques pour en faire une synthèse dont l'expression sera composite et dynamique. C'est dans un paradigme de grande ignorance que tout le vocabulaire du sol s'est développé avant tout par mimétisme et conformisme faisant image. Nous avons fait et ferons encore la même remarque pour toutes les sciences relevant de la forêt et qui ont empruntée au vocabulaire agricole les mots pour qualifier des phénomènes tout autres, mais dont le seul intérêt était la productivité hors sol.

21- Les BRF ne sont, en aucun cas, une «matière organique» traditionnelle. Ils ont un effet à moyen et long terme sur l'ensemble de la structure du métabolisme et de la biologie du sol et ne repose que partiellement sur les nutriments, leur mise en valeur et leur disponibilité. Ici nous devons apporter des nuances sur la composition des essences pouvant fournir des BRF qui vont stimuler et maintenir la fertilité. Ainsi, les feuillus des forêts climatiques qui ont le meilleur potentiel, suivis par les feuillus des forêts de transition. Les conifères apparaissent en toute fin.

22- Les BRF représentent pour le sol la stabilité et la durabilité, qualités forestières car ils agissent sur la structure du sol et les principales caractéristiques biologiques favorisant ainsi une plus grande biodiversité capable de régir tous les facteurs, pourvu que soit présente une source énergétique à lente dégradation comme les polyphénols, dont la lignine syringyl est la plus importante sous notre climat. C'est en ces termes que nous définissons la **fertilité**, non pas restreinte à la disponibilité immédiate de nutriments, mais à une augmentation d'efficacité durable de tous les paramètres du sol en fonction du temps.

23- Ainsi défini, il est facile de comprendre que les BRF ne sont pas un «amendement du sol» au même titre que la chaux, comme on le prétend très souvent. Les BRF ont des caractéristiques pédogénétiques agissant sur tous les paramètres du sol en fonction du temps, mais dont l'action n'est pas infinie, nécessitant à intervalles réguliers, des apports supplémentaires, au même titre que la forêt apporte annuellement les composantes nécessaires sous la forme de brindilles et de feuilles tombant au sol ou de petites racines métabolisées par la faune des arthropodes.

24- Traditionnellement en agriculture, on a défini la productivité comme primordiale, et tout ce qui n'est pas production vendable, est considéré comme un «déchet» ou un «détritus» et laissé au sol pour sa «destruction biologique» ou par le feu comme dans tous les pays pauvres du monde. Cela a eu pour effet que tout ce qui touche la biologie passe par la philosophie des déchets, surtout industriels aujourd'hui. En retournant en arrière, on constate que ce sont les fumiers puis les composts, puis les boues de décantation des usines d'assainissement des eaux, des écales d'arachides, d'amandes des déchets d'abattoirs et *tutti quanti*... L'agriculture est devenue l'«usine» utilisant les déchets de notre société, en plus des poisons résiduels de l'industrie, pour un meilleur rendement économique (sic). Il y a là matière à s'interroger!!!

25- Les BRF ne sont pas des «résidus forestiers» comme ils sont souvent qualifiés. Ils proviennent des parties de l'arbre, les branches, brindilles et feuilles riches en nutriments, sucres, protéines, celluloses et lignines qui ont tous un rôle précis et spécifique dans la constitution et le maintien des sols productifs. Ce qui n'est pas le cas des écorces, du bois de tronc, des sciures, copeaux de rabotage, et de toutes matières déchetaires issues de l'industrie. etc...

26- Parmi les standards proposés par le Groupe de Coordination des Bois Raméaux, se trouve la dimension des rameaux qui, pour des raisons économiques et techniques, est limitée à 7 cm de diamètre, car les diamètres supérieurs sont utilisés comme bois de chauffe dans tous les pays, y compris au Québec. Ces rameaux sont généralement dépourvus de feuilles, en climat

tempéré⁷. Sous les climats tropicaux, l'expérience a montré que les feuilles devaient obligatoirement faire partie des BRF, sinon de graves carences en zinc se produisent.

27- Ces rameaux, jugés inutiles, peuvent nourrir les animaux car ils sont riches en nutriments comme nous l'avons déjà souligné. Nous proposons donc une technologie dont la base est parfaitement économique et qui utilise un bien naturel précieux et le valorise à des fins agroalimentaires en régénérant la fertilité du sol.

28- La littérature scientifique nous a fourni quelques indications au cours de la dernière décennie, mais il faudra plus de recherche pour comprendre et utiliser les BRF. Alors que tout était centré sur les nutriments, en particulier l'azote et le phosphore, les polyphénols et leurs actions se sont imposés, mais les connaissances sont encore bien fragmentaires. Plus important est le rôle de groupes d'enzymes qui participent à la biotransformation, alors que tous croyaient à un processus de décomposition. Et plus encore, la reconnaissance du rôle primordial des champignons Basidiomycètes alors que tous croyaient que les bactéries étaient les maîtres du jeu.

29- Ce sont les fractions lignine du bois, la guaïcyl et la syringyl, les deux polyphénols les plus importants avec les tannins qui jouent un rôle primordial dans la pédogénèse. Ils sont associés aux champignons qui, à leur tour, servent à la fois de producteur d'enzymes et de nourriture pour tous les arthropodes brouteurs fongivores qui participent à la structuration du sol et au rétablissement de la fertilité. Nous assistons donc à la participation conjointe de la biochimie, du monde végétal (les champignons) et du monde animal (les arthropodes) où, à la fois, nutriments et énergie sont en cause dans un processus dynamique et contrôlé. On ne peut ignorer le rôle secondaire qui est celui de la production des polysaccharides extracellulaires (PEC) qui ont pour fonction de lier les particules minérales et humiques pour constituer les agrégats, la base même de la structure d'un sol fertile. Toutefois, ces agrégats sont, à leur tour, métabolisés par la flore bactérienne qui utilise les polysaccharides pour s'en nourrir et dégrader le sol à nouveau. Ainsi, la structure du sol est également dynamique liée à la fois aux sucres, celluloses, lignines et bactéries.

⁷Les polyphénols que contiennent les feuilles font obstacle à une bonne bioransformation au départ, mais cet inconvénient ne se fait plus sentir l'année qui suit l'application.

30- Cette brève description indique à la fois les grandes lignes de la dynamique de la pédogénèse, et son contraire soit la dégradation. Cela qui laisse une marge importante en faveur de la production végétale et la technologie BRF est capable de contrer la dégradation des sols inhérente à tous systèmes vivants et dynamiques.

31- Tout l'agroalimentaire, et particulièrement les productions maraîchères, sont obligatoirement liées à la fertilité des sols, faute de quoi les rendements économiques élevés et la qualité ne peuvent être obtenus. Il faut aller au delà de l'approche industrielle; c'est-à-dire de rendements en fonction des intrants. La technologie BRF implique une approche intégrée de tous les facteurs; physiques, chimiques, biochimiques et biologiques dans le but d'obtenir une production optimale et de qualité, avec une réduction des intrants, y compris de grandes économies d'eau d'irrigation.

LA PRODUCTION ET L'ÉPANDAGE DES BRF

La récolte

32- On a observé que la meilleure période de récolte allait d'octobre à mars, alors que la forêt est facilement accessible. Les feuillus climaciques sont abattus dans cette période et leurs bois sont de grande qualité industrielle. La principale source de BRF provient sans doute des grands chantiers d'abattage, mais aussi le résultat des travaux sylvicoles. Dans ces conditions, la qualité des BRF est optimale et peut être protégée de la dégradation par le compostage durant la période hivernale à des températures inférieures à 0° C.

33- Il en ira tout autrement sous les tropiques alors que le contenu en polyphénols non hydrolysables est à son plus bas, soit à la fin de la période des pluies, rendant facile la biotransformation, sinon des blocages polyphénoliques sont à craindre, affectant alors tout le processus. D'autres sources peuvent être utilisées mais nettement moins fiables quant aux volumes et à la qualité ainsi qu'aux périodes de mise en disponibilité

La fragmentation

34- La biotransformation du bois raméal ne peut se faire sans une fragmentation des rameaux donnant aux champignons Basidiomycètes accès aux tissus végétaux internes qui sont naturellement protégés par l'écorce. Il est primordial d'assurer l'invasion des tissus par le mycélium des Basidiomycètes, faute de quoi, ce sont les bactéries ou les Actinomycètes⁸ qui s'implanteront, empêchant la colonisation des tissus par les Basidiomycètes, qui sont les seuls à pouvoir produire les enzymes essentiels à tous les autres processus à partir des lignines.

35- C'est la raison pour laquelle il faut utiliser des machines pour briser cette barrière et favoriser l'invasion par les champignons du sol. Ainsi, c'est un système autogéré qui est mis en place et produit une aggradation de tous les paramètres plutôt que de viser à la seule libération de nutriments pour les plantes, mais qui vont détruire petit à petit le sol lui-même, d'où sa dégradation en cultures maraîchères.

36- Il y a de nombreuses machines qui peuvent être utilisées allant des fragmenteuses aux broyeurs de tous acabit. Toutefois, il y a très peu de machines adaptées à ce type de transformation et elles sont toutes coûteuses à l'achat et au fonctionnement. Une petite entreprise nouvelle, (*Globulus International*) vient de mettre sur le marché une fragmenteuse robuste très efficace. Les frais d'achat, d'entretien et de fonctionnement sont raisonnables et ces machines sont disponibles pour les pays en voie de développement.

37- Sous un climat tempéré, la fragmentation se faisant d'octobre à avril, il arrive que de grandes quantités de BRF ne pouvant être épandus à l'automne avant les neiges. Dans ce cas, les BRF doivent être stockés pour n'être utilisés que l'automne suivant. Pour ce faire, les empilements de BRF ne doivent pas dépasser un mètre de hauteur et toujours placés dans des sites bien drainés, faute de quoi le processus de compostage prendra naissance au détriment de la qualité des BRF.

⁸Ce sont des bactéries filamenteuses, importantes dans les sols agricoles, mais qui donnent de mauvais résultats à la biotransformation en ne contribuant que très peu à la production d'acides humiques et fulviques responsables de l'humification.

L'épandage

38- L'épandage se fait principalement à l'aide d'un épandeur à fumier à raison de 150 m³/ha, soit une couche de 15 mm . Dès l'épandage, les BRF sont incorporés à la couche de sol de surface ne dépassant pas 10 cm de profondeur, car la colonisation par les Basidiomycètes ne peut se faire en l'absence d'oxygène. Il faut également que le terrain soit bien drainé, faute de quoi les mécanismes de biotransformation se présentent d'une manière incomplète et les bénéfices attendus liés au processus pédogénétique sont fortement réduits. Cette incorporation se fait à l'aide d'une herse ou de préférence un chisel. Elle est particulièrement importante pour le métabolisme du phosphore qui dépend de deux enzymes: les phosphatases alcaline et acide présentes dans la biomasse microbienne et dans les BRF eux-mêmes. On observe également une grande influence sur la mise en disponibilité de l'azote tant sous la forme nitrate qu'ammoniacale, ainsi que sur le rôle et la présence de mycorrhizes.

LA BIOTRANSFORMATION DES BRF

39- L'histoire nous a démontré, plus d'une fois, que l'apport de substances dites «organiques» n'apportait que des résultats à court terme sans aggradation à moyen et long terme du sol. Que ce soit des matières fécales, détritiques ou d'origine industrielle, aucune combinaison ne peut offrir de certitude quant aux rendements, si ce n'est que partiellement pour la culture en cours. Comme nous l'avons mentionné, c'est la philosophie déchétiaire qui prévaut. Or nous proposons une toute autre approche où il est possible de comprendre et de prévoir les effets à long terme comme c'est le cas dans les sols forestiers, Le modèle était trop simple et nos connaissances en biologie du sol et de la biochimie des polyphénols étaient trop rudimentaires.

40- Cette biotransformation n'a rien de commun avec la sempiternelle «décomposition» puisque sous l'effet d'enzymes particulières, comme les lignoperoxydases dépendantes du manganèse, les noyaux benzéniques sont protégés et utilisés comme base de la production d'acides humiques et fulviques, les bases mêmes de la pédogénèse. Il s'agit donc, bel et bien, d'un processus de biotransformation, non pas de décomposition. En faisant appel aux matières

fécales et détritiques, comme source de nutriments, la flore bactérienne peut s'attaquer au bois ou à toutes autres matières ligneuses à l'aide d'une enzyme appelée laccase, mais elle détruit tout et ne laisse aucun noyau benzénique pour former le sol, d'où l'action déritique qui agit à court terme sans augmenter la fertilité du sol sur une longue période.

41- Le recours aux nutriments, qu'ils soient d'origine chimique ou déritique, ne peut en aucun cas avoir une action ni sur la pédogénèse et ses nombreux mécanismes, ni sur la fertilité; c'est une effet «*hic et nunc*» c'est-à-dire ici et maintenant, d'où la dégradation continue du substrat tellurien qui nous nourrit.

COMMENT ÉVALUER LES BRF

42- Compte tenu de la nature et du rôle des BRF dans la régénération des sols et leur remise en état de produire, on ne peut se limiter aux seules mesures des rendements set des revenus pour en connaître la valeur réelle.

43- Le sol doit d'abord être pris en compte et soumis à des échantillonnages et des analyses, permettant de suivre la biotransformation tout au cours d'un cycle minimal de 5 années. La mesure des rendements vient révéler les effets positifs ou négatifs de la biotransformation et ses conséquences sur la productivité du sol. La connaissance de l'évolution des BRF et des aspects économiques sont les moyens les plus justes pour évaluer la technologie BRF.

44- En plus d'apprécier l'état de santé du sol, son rétablissement, sa stabilité et la durabilité de la productivité retrouvée, cette évaluation globale deviendra un outil précieux au service de l'agroalimentaire. Il est évident que les normes actuelles sont insuffisantes et qu'il faut les remplacer en mettant l'accent sur la biotransformation et sur les moyens de mesurer les principes actifs déterminants. On a compris que ses normes additionnelles devront être décrites et être mesurables. Elle sont indispensables à tout intervenant, car elles mettent en cause la ressource la plus précieuse; les sols vivants et productifs.

LES BRF ET LES CULTURES ANNUELLES

45- La technologie BRF a été mise au point dans le but de réhabiliter les sols pauvres et dégradés. Il va sans dire que le sol, son évolution et son rétablissement ont été étroitement surveillés. Les cultures ont servi à mesurer les contributions des BRF à la croissance et aux rendements des diverses productions végétales.

46- Compte tenu des espèces ligneuses utilisées, de la variabilité des rameaux fragmentés et surtout du temps requis pour la biotransformation qui va rendre le sol apte à recevoir une culture, une stratégie d'intervention s'est imposée. Les BRF interviennent, à la fois, dans le temps et dans l'espace. Bien incorporés au sol, et la biotransformation bien amorcée, le temps devient un allié précieux. C'est pourquoi la technologie BRF prévoit l'incorporation au cours de l'automne, suivie d'une période de 6 à 7 mois, en pays tempéré. Cette exigence respectée, le type de culture orientera les étapes suivantes.

47- Il faut tenir compte de la biotransformation des BRF et permettre au temps de rendre le sol friable afin de faciliter la préparation des lits de semences. Cette étape peut paraître longue, mais elle respecte toutes les activités biologiques mises en route par les BRF pour réhabiliter les sols.

48- Les sols régénérés vont servir à des productions annuelles ou vivaces. Il est alors nécessaire d'observer une régie impliquant le sol, les cultures, les rotations et le maintien d'une production rentable à moyen et long terme. Les jardiniers maraîchers seront invités à accroître leur connaissance pour mieux gérer des sols fragiles mais productifs.

UNE TECHNOLOGIE PROMETTEUSE

49- On croit savoir, en agriculture, produire abondamment et selon des méthodes simples et bien connues, mais ce que l'on pratique vraiment c'est une forme d'exploitation intensive et acharnée de la seule vraie ressource que sont les sols. Le temps est venu de rompre avec cette pratique et de prendre conscience

d'un moyen nouveau et prometteur, capable de redresser la situation actuelle et désastreuse.

50- Ce moyen nouveau est d'une efficacité exceptionnelle et c'est la technologie BRF au service de l'agriculture. Elle associe la forêt à l'agriculture par le biais des sols que les rameaux fragmentés régénèrent et remettent en service les sols au profit de l'agroalimentaire. Cette innovation dépasse la simple technologie des engrais chimiques, car elle met en oeuvre tout un complexe biologique, déjà actif en pédogénèse, mais que les préoccupations alimentaires et économiques des humains avaient totalement mis à l'écart.

51- Cette technologie nouvelle est maintenant accessible et son utilisation et sa diffusion se feront par la force des choses et le cumul des résultats. Bref, il est urgent que des initiatives soient prises et que la technologie nouvelle soit mise au service des diverses productions végétales,

52- Comme cette technologie implique, à la fois, le secteur forestier et l'ensemble des sols destinés aux productions agricoles, il convient que les intervenants principaux, les agriculteurs et les forestiers, soient partenaires dès le départ. Seuls des projets bien articulés peuvent assurer la production de BRF, leur utilisation rationnelle et l'obtention des résultats souhaités. Ces projets sont souhaitables si l'on veut augmenter les connaissances pratiques et nécessaires à l'expansion de cette technologie nouvelle.

oooooooooooooooooooooooooooo

***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

31 mars 2000

***Dans le cadre du Programme d'aide aux
entreprises agroalimentaires
Sous le volet 7.1:
activités de valorisation de
l'agriculture régionale***

Sommaire Exécutif

1- Dans le secteur agricole, de nouvelles technologies sont nécessaires pour augmenter la productivité ainsi que pour soutenir la durabilité de ce milieu. La mise en place d'une productivité durable est liée au maintien de la fertilité du sol. Toutefois, une productivité intensive de cultures à haute valeur ajoutée mène à la dégradation des sols. Un moyen pour résoudre ce dilemme associé à la production au Québec pourrait se trouver dans l'utilisation des BRF (Bois Raméaux Fragmentés) comme amendement au sol. Contrairement au reste de l'Amérique du Nord, le Québec offre une situation unique où l'on trouve une production intensive de cultures de haute valeur à proximité de régions forestières où des résidus d'exploitation sont amplement disponibles. Ceci représente un potentiel

considérable d'augmentation des revenus générés par les cultures intensives à haute valeur ajoutée par l'utilisation des BRF. Ils sont bien connus comme l'un des moyens les plus efficaces pour l'amélioration de la fertilité à court terme. Puisque un bon aménagement de la fertilité du sol est incontournable pour une haute productivité à coûts raisonnables, les BRF représentent une excellente perspective d'avenir pour une solution à long terme.

2- Les fermes, où les cultures sont le mieux adaptées à l'usage des BRF, seraient celles cultivant des petits fruits et des légumes sur des sols à l'exclusion des sols organiques. Ces fermes, cultivant un mélange de légumes et des petits fruits se retrouvent partout au Québec et sont axées surtout sur la vente de produits frais. Elles sont considérées comme étant les plus prometteuses puisqu'elles produisent généralement une diversité de légumes et de petits fruits (framboises et fraises) à haute valeur ajoutée. De plus, les sols associés à ces cultures souffrent fréquemment de problème de sécheresse et de faibles taux de matière organique, causant une réduction des rendements et de la qualité. Au Québec, les fermes utilisant les BRF se trouvent surtout dans ce système agricole. Cependant, ces producteurs qui utilisent les BRF ne semblent pas concernés jusqu'ici par les cultures les plus susceptibles de bénéficier le plus de cette utilisation du bois raméal fragmenté. Ces producteurs semblent plutôt intéressés à l'augmentation de la fertilité du sol dans l'ensemble de leurs exploitations.

I Introduction

3- 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. Sans une amélioration de ces propriétés, on ne peut atteindre 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 causé par le ruissellement des eaux de surface et de l'érosion. L'utilisation de fertilisants minéraux augmente les rendements à court terme. Ces derniers 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 l'ensemble des pratiques culturales d'une agriculture moderne durable, rentable et respectueuse de l'environnement.

4- Plusieurs recherches ont porté sur des applications d'amendements ligneux au sol tels l'utilisation de BRF (Bois Raméaux Fragmentés) et, plus récemment, l'emploi de résidus mixtes de papetières. Puisque ces amendements sont riches en lignine, ils produisent des acides humiques en assurant une cohésion des agrégats du sol.

5- Les BRF peuvent être caractérisés comme étant des rameaux (avec ou sans feuilles), d'un diamètre inférieur à 7 cm, fragmentés ou broyés à moins de 10 cm de longueur. Les essences utilisées le sont selon leur disponibilité. Les BRF

régénèrent et améliorent le sol en terme de structure, de biomasse et d'activité microbienne, d'augmentation de la matière organique avec une réduction notable de l'érosion. En améliorant ainsi la qualité des sols, les BRF ont indirectement une influence positive sur la fertilité des sols à moyen et à long terme. Cette valeur fertilisante a une influence positive également sur l'augmentation des rendements et de la qualité des récoltes, tout comme de l'environnement. À long terme, l'utilisation d'amendements organiques pourrait améliorer la qualité des sols, des rendements et de la qualité des productions 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 d'intrants onéreux comme les fertilisants chimiques, herbicides et biocides, une plus grande partie des revenus resteront à la ferme.

6- Au Québec, les biosurplus provenant de l'exploitation forestière que sont les rameaux représentent une source importante d'amendements organiques qui est évaluée à un million de tonnes/année (Grégoire 1976). Cependant, l'organisation actuelle ne garantit pas un approvisionnement fiable. Toutefois, les émondages urbains et industriels, l'exploitation forestière ainsi que les travaux sylvicoles, principalement d'essences feuillues, pourraient constituer une source éventuellement stable de BRF. de qualité fiable et de composition homogène.

7- Plusieurs études indiquent que les apports d'amendements organiques améliorent de manière très significative les rendements de cultures intensives telles le seigle, les pommes de terre, l'avoine et les fraises etc (Chervonyj, 1999; Ndayegamiye, 1998; Régis, 1998; Gasser et al., 1995). Ces augmentations sont généralement reliées à la matière organique résistante à la minéralisation ainsi que l'amélioration de la structure, avec une réduction de la compaction 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 suscité un grand intérêt en agriculture dans l'optique de la valorisation de ces amendements organiques.

8- Puisque les recherches effectuées sont actuellement confinées à une échelle réduite, le temps est venu de mettre sur pied des essais à plus grande échelle pour mettre au point une technologie réaliste. L'étude de telles opérations commerciales, permettant d'établir des coûts, par rapport aux gains réalisés à moyen terme, permettront d'établir les seuils de rentabilité à la ferme en fonction des cultures. Ainsi, des données seront mises à la disposition des fournisseurs de BRF dans le cadre d'un marché agricole selon les régions et les cultures.

9- Ces impacts, positifs sur plusieurs volets du bilan agricole, épargneront aux gouvernements et aux producteurs les coûts de restauration des sols dégradés par les cultures intensives. Les sols en productions intensives comme la pomme de terre et le maïs sont particulièrement sensibles à l'érosion et

à la dégradation. D'autres cultures telles celles des fraises et du brocoli sont sensibles à la sécheresse. L'utilisation d'amendements organiques rendra ces sols plus productifs avec des productions plus rentables dans une perspective de développement durable.

10- Ce projet a plusieurs objectifs. Le premier objectif est d'identifier les régions les plus aptes à l'usage des BRF au Québec. Le deuxième objectif est d'identifier les régions ayant le meilleur approvisionnement en BRF et les cultures pouvant le plus en bénéficier. Cela sera possible à l'aide d'études disponibles et de soutien financier. Un troisième objectif est de relever et partager le niveau de connaissances des producteurs québécois. Finalement, d'identifier les régions du Québec et leurs types de cultures pour la mise sur pied d'un réseau propre au développement des BRF pour un plus grand impact sur l'utilisation des BRF au Québec. Nous prévoyons qu'un réseau de producteurs/chercheurs se développera au Québec durant les cinq prochaines années et que cette technologie des BRF deviendra une réalité.

Références bibliographiques

- Chervonyj, A. (1999)** «Research Project on RCW technology on rye (Secale cereale)». Université Laval, Faculté de Foresterie et de Géomatique. et Centre de Recherche en Développement International 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. In: Étude 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 fertilisantes». Colloque de l'UPA: "L'utilisation agricole et sylvicole des résidus de papetières". Septembre 1998. Shawinigan, Québec.
- N'dayegamiye, A. (1998).** «Valorisation agricole de boues mixtes de papetières dans les cultures de maïs grain et de soja». Colloque de l'UPA: L'utilisation agricole et sylvicole des résidus de papetières. Septembre 1998. Shawinigan, Québec.
- 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.

II L'expérience pratique à ce jour

Recherche en foresterie

11- Des travaux ont été d'abord poursuivis à l'Université Laval pour savoir si une partie en particulier de l'arbre est responsable de la régénération des sols. On s'est intéressé tout particulièrement aux rameaux 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 est très marginale même à long terme. En se décomposant, le bois de tronc produit principalement du gaz carbonique sous l'action des bactéries alors que les rameaux renferment beaucoup de nutriments chimiques et biochimiques pour permettre aux micro-organismes, particulièrement certains champignons, de pouvoir créer la matière organique humifiée et stable.

12- Ces expériences ont amené à comparer les effets des BRF provenant de plusieurs essences forestières sur la végétation. Donc, les effets de vingt-cinq espèces sur la végétation ont été mis à l'essai. Il ressort de ces expériences que:

- a) Les résineux (espèces conifères) bloquent le processus de formation du sol lorsque leur proportion est supérieure à 15 ou 20 % de la totalité des espèces utilisées.
- b) Les espèces de bois franc climaciques (érables, chênes, hêtre, etc.) donnent les meilleurs résultats que celles des feuillus non climaciques (bouleaux, peupliers, trembles etc.).

Recherches sur les applications agricoles

13- L'IRDA⁹ a procédé à une première expérience au début des années 80. Il s'agissait d'une évaluation de l'effet des BRF frais et humifiés (compostés pendant un an) sur la culture des pommes de terre. Cette recherche a démontré que:

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

14- L'IRDA a donc entrepris une seconde recherche, cette fois sur la fréquence de la gale dans les 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 qu'une comparaison systématique avec une fumure chimique dans toutes les expériences, les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'utilisation des BRF ou du compost. Donc, ces deux amendements peuvent effectivement réduire l'incidence de la gale chez la pomme de terre.

Recherche à la ferme

15- 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 testées, certaines

⁹Institut de Recherche en Développement Agricole

cultures maraîchères, quelques grandes cultures, les pâturages et les petits fruits. Sauf 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 un paillis de BRF sur les petits fruits ont été moins concluants que l'utilisation de la paille.

16- En plus de se pencher sur l'aspect agronomique, une fragmenteuse a été mise au point dans un de ces projets. Une fourragère a été modifiée pour fragmenter les branches. Toutes ces expériences ont été faites sur une période relativement courte. Comme les effets des BRF se font sentir sur plusieurs années, la valeur économique du BRF n'a pas pu être établie.

Expériences pratiques

17- En plus de toute ces recherches, une somme d'expérience a été acquise par plusieurs agriculteurs qui n'ont pas attendu le soutien des spécialistes. Notre sondage n'a eu trait qu'à l'utilisation des BRF sur des fermes laitières, de grandes cultures, celles des cultures de petits fruits, des cultures de serres et des cultures maraîchères.

Descriptions des expériences avec les BRF

18- La majorité des producteurs contactés suivent les méthodes généralement recommandées. Ils utilisent le BRF en compostage de surface, épandu à l'automne (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.

Quelques exemples des expériences vécues:

19- M. Carrier de Lévis est un pionnier de l'utilisation des BRF. Il les utilise depuis plus de 20 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 cette dernière.

20- 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.

21- Suite à la tempête de 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 soja).

22- 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 épandu au champ. M. Halde trouve que, de cette façon, il utilise le BRF à son plein potentiel.

23- M. Dubé qui avait participé à une des études sur les pommes de terre, utilise maintenant le BRF dans ses serres. Dans son cas, la quantité de BRF nécessaire 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

24- Quand on demande pourquoi les producteurs ne se servent pas de 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 de machinerie. Ces lots proviennent de certains émondeurs municipaux ainsi que les suites de la tempête de verglas de 1998.

25- Un autre problème, rencontré à l'occasion, est celui des BRF contenant une proportion trop grande de bois de tronc ou de résineux.

26- Les producteurs, avec qui nous avons communiqué, fragmentent eux-mêmes les rameaux. Ils indiquent que le temps nécessaire pour cette opération est trop important.

Observations et leçons à retenir

27- L'effet sur les rendements est difficile à mesurer puisque l'expérience est en général restreinte et peu encadrée. Il n'y a pas de consensus sur les attentes. Par contre, les producteurs s'entendent pour dire que:

- a) la qualité et la structure du sol sont améliorées
- b) Le taux d'humidité et la rétention de l'eau sont améliorés
- c) la faim d'azote cause peu de problème avec une application en fin d'été, début d'automne
- d) il y a réduction des mauvaises herbes

Une meilleure utilisation agricole du BRF

28- Les producteurs indiquent que le type de culture a peu d'importance par rapport à l'utilisation des BRF. Ceci vient probablement de la spécialisation des producteurs. Chaque producteur a évalué le BRF en fonction de ses quelques cultures. De plus, les producteurs maraîchers qui produisent une grande variété de légumes hésitent également à dire où ils gagnent le plus. Cependant, tous s'entendent pour dire qu'un sol léger et pauvre en matière organique bénéficie le plus de cette technologie

III Caractérisation de l'offre par région

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

a) La qualité est déterminée par les essences utilisées (feuillus climaciques), la grosseur des branches est de 7 cm ou moins de diamètre) et l'absence de matières étrangères.

b) La disponibilité doit correspondre à l'acquisition de volumes importants.

c) Les principales composantes du prix sont les coûts de fragmentation, de transport et de manipulation à la ferme. Le coût de la matière première (les branches) est généralement perçu comme étant nul puisque les branches sont considérées comme un résidu déchetaire. Certaines usines les utilisent comme combustible, ce qui pourrait faire augmenter la valeur initiale.

30-II existe quatre sources de BRF au Québec:

- a) les chantiers d'abattage forestiers et de traitements sylvicoles
- b) les élagages urbains et des voies de communication,
- c) les élagages du système de distribution électrique d'Hydro-Québec,
- d) les forêts et brise-vents privés. Cette dernière source ne sera pas étudiée car elle n'est pas pertinente à ce projet.

1- Sources potentielles de BRF:

31- Par ordre d'importance, voici ce qui nous semble être les sources les plus intéressantes pour la production de BRF:

a) Les chantiers d'abattage forestiers et de traitements sylvicoles

Après l'abattage, les arbres sont ébranchés sur place ou amenés au chemin de débardage pour être ébranchés. Dans la seconde éventualité, des grands volumes de branches sont constitués et doivent être éliminés pour faire place à la régénération ou la plantation, selon le cas.

Qualité: Trois variables peuvent être contrôlées: le choix des essences feuillues sur les parterres de coupe. Les branches de plus de 7 cm sont utilisées pour l'industrie des pâtes, celles qui restent sont de diamètres appropriés pour

l'utilisation à la ferme. Enfin, les risques de contamination sont faibles puisque les opérations sont effectuées en forêt.

Disponibilité: Les contraintes sont du même ordre que celles de l'approvisionnement à partir des villes et du réseau public de transport. soit de faibles quantités avec peu de fiabilité d'approvisionnement.

Prix: La fragmentation est faite par les fournisseurs avec une machinerie plus puissante, permettant des économies d'échelle notables. Les coûts de transport doivent également être considérés en fonction de l'éloignement de la source de production.

Voici une liste partielle de quelques sociétés qui pourraient être mises à contribution

- La Société Domtar, Windsor (Québec)
- Les Cartons St-Laurent, La Tuque (Québec)
- Domtar Limited, Cornwall (Ontario)
- Wausau Paper Co, Groveton, (New Hampshire). USA

32- b) Les villes et le réseau de transport

De grandes quantités de bois sont produites par les arbres d'alignement dans les villes chaque année, résultant des élagages et de l'entretien de la «forêt urbaine» sans compter les accidents climatiques comme le verglas de 1998. Ce dernier a produit de grands volumes de bois dont les autorités doivent se départir coûte que coûte. Faute de mise en valeur à la ferme, ces rameaux doivent être enfouis ou brûlés au frais des villes. La ferme peut donc mettre en valeur, à un coût très bas, évitant des frais d'enfouissement de l'ordre de 40.00\$/tonne

Qualité: Aucun contrôle des essences n'est possible dans de telles circonstances puisque le tout est perçu comme un déchet sans valeur, d'où la présence de rebuts dans la masse des BRF apportés.

Disponibilité: Comme les volumes produits doivent être disposés au moindre coût, l'approvisionnement à une ferme particulière devient variable et incertain.

Prix: La fragmentation et, dans certains cas, le transport sont payés par les élagueurs. Ceci demande peu de travail à la ferme, mise à part l'élimination des rebuts dans la masse des BRF..

Certaines municipalités, suite au verglas de 1998, ont instauré des services de récupération «résidus de bois» comme, Châteauguay, St-Basile-le-grand, East-Angus, Sherbrooke et Montréal. Cette récupération peut être centralisée chez les entrepreneurs ou sur les sites d'enfouissement et centres de recyclage.

33- c) Hydro-Québec

Hydro-Québec est dans une situation analogue à celle des municipalités puisque la végétation dans les emprises de transport d'électricité doit être maintenue à hauteur très réduite pour éviter les court-circuits avec le sol. Les entrepreneurs au service d'Hydro-Québec sont dans l'obligation de maintenir le coût

des travaux le plus bas possible, en réduisant au minimum les distances à parcourir pour disposer des bois éliminés.

Qualité: Les essences supprimées sont habituellement des bois de résineux ou de feuillus non climaciques, donc de moindre valeur. Aucun problème de contamination n'a été rapporté lors d'un sondage téléphonique.

Disponibilité: Les contraintes sont similaires à celles propres aux villes et municipalités, c'est-à-dire faibles volumes avec une fidélité d'approvisionnement fort variable.

Prix: se réduit généralement aux frais de transport.

34- L'entretien du réseau de distribution nécessite un élaguage permanent et systématique des arbres par des entrepreneurs locaux au service d'Hydro-Québec. Par contre, certaines villes comme Sherbrooke produisent leur propre électricité et procèdent à l'entretien du réseau de distribution (Hydro-Sherbrooke). Ces services sont très actifs actuellement, suite au verglas de 1998 et des grands vents de 1999. Une campagne d'entretien préventif du réseau de distribution électrique est actuellement en cours.

35- Toutes ces sources sont éparses et ne génèrent que de faibles volumes. De plus, il y a une multitude d'intervenants à convaincre et tout un réseau à mettre en place.

36- Une des sources les plus fiables actuellement pourrait être Les Entreprises Murray d'East Angus. Cette petite société possède un broyeur de type «Tub Grinder» capable de broyer des branches dont le diamètre est inférieur à 90 cm Cette société travaille à contrat pour la société papetière DOMTAR de Windsor.

37- La société Domtar possède et exploite de vastes forêts dans le sud du Québec, en Estrie et en Montérégie. On trouve, dans le sud du Québec, une multitude de forêts privées de superficies restreintes. Les forêts de la Domtar vont de la région de Woburn à celles de Stoke et de Windsor ainsi que d'autres dans la région de Sutton.

38- La société Domtar a tenté de récupérer, en 1999, les empilements de branches laissées sur les parterres de coupes, accessibles au chargement par camion. Toutefois, les projets de broyage ont été abandonnés à cause des coûts trop élevés. D'autres mesures sont prises pour disposer des empilements de branches laissées sur les chantiers d'abattage.

39- Nous avons pris contact avec M. Murray et il en ressort qu'il serait assez facile d'obtenir assentiment de la société DOMTAR pour procéder au broyage des rameaux pour la production de BRF. Les coûts de broyage seraient de 11,00\$ à 12,00\$ la tonne et le transport par camion de 1,40\$ et 1,50\$/km pour le nord de la Nouvelle-Angleterre.

Le nord de la Nouvelle-Angleterre

40-Plusieurs centrales thermiques au nord des États-Unis s'approvisionnent en copeaux de bois franc (feuillus climaciques) pour la production d'électricité. Certains des entrepreneurs, fournissant ces centrales, pourraient produire des BRF. Toutefois, après vérification, la production de copeaux avec des branches inférieures à 7 cm pourrait être difficile à cause des modes d'exploitation. Les billes et les grosses branches sont broyées sans discernement pour la production de «*whole tree chips*». Le prix actuel livré à Burlington (Vermont) est de 21\$ US/tonne courte (mesure anglaise). Au sud de Montréal, un prix de 35\$ à 40\$ (Can) la tonne métrique serait raisonnable à la livraison.

41- La production mensuelle d'un producteur est de l'ordre de 6000 tonnes/mois pour une centrale électrique thermique et il n'y aurait aucune difficulté pour fournir de 2000 à 3000m³/mois de BRF. Toutefois, il faudra nous assurer que cette production rencontre nos exigences de contenu et de qualité. Selon M. James Carter, les grumes ne rencontrant pas les exigences pour le sciage sont simplement broyées. Une visite sur place serait nécessaire avant tout engagement

42- Les prix payés par les centrales thermiques du nord du New Hampshire semblent être du même ordre de grandeur. Par contre, la distance supplémentaire à couvrir pour se rendre au Québec serait plus grande.

2- Le coût des services d'entreprises spécialisées

43- En 1998, la ferme R. et B. Fafard et M. Réal Fafard a été très active dans le domaine du broyage des rameaux du verglas 1998. Toutefois, M. Fafard a dû vendre son équipement pour cause de santé. Il va maintenant mieux et pourrait aider. Il a effectué beaucoup de démarches auprès des municipalités de la Montérégie. Il a également une grande confiance aux BRF.

44- Les entreprises Murray ont été actives pour le compte de la Société Domtar en remplissant certains contrats. Elles sont actives dans la région montréalaise et en Estrie. Ceci représente un contact privilégié et probablement le seul ayant accès aux exploitations de la Société Domtar. Les prix mentionnés sont valides pour l'année 2000, et elle est en mesure de produire les volumes nécessaires. Une entente écrite devra être signée, suite à une visite des chantiers de production, pour s'assurer de la qualité et pour réserver les volumes le plus tôt possible.

45- M. Ovide Rouillard, de Windsor, est un autre entrepreneur faisant affaire avec Domtar et qui possède des broyeurs. Pour le moment, il serait préférable de contacter Domtar pour vérifier si cet entrepreneur a l'expérience et l'accès aux forêts de Domtar actuellement.

46- En conclusion, les Entreprises Murray semblent être en mesure actuellement de générer un volume suffisant de BRF pour le projet dont on estime le prix variant de 11\$ à 12\$/tonne (broyage) et de 1,40\$/km par charge de 30 tonnes métriques humides. Les coûts seraient de l'ordre de 30\$/tonne livrées dans la région de Québec (depuis l'Estrie) et de 25\$/tonne pour la région de montréalaise. Pour Lanaudière, les prix seraient les mêmes si l'approvisionnement est possible à partir de la rive-nord. En Estrie, on estime le coût à environ 20\$ la tonne livrée.

IV Caractérisation de la demande par type de production

47- Au Québec, nous avons trois principaux types de productions: les productions animales, les grandes cultures commerciales et les productions maraîchères et horticoles.

a) Les productions animales ont accès aux fumiers et cultivent des productions à faible valeur ajoutée pour l'alimentation animale. Les BRF ne représentent pas un grand intérêt pour eux

b) Les grandes cultures (maïs, soja, céréales) sont aussi des cultures à faible rapport économique sur de grandes superficies. Puisque l'investissement en BRF sur 3 années est de l'ordre de 1000.00\$, il n'y a pas de justification économique à procéder. En résumé, le potentiel d'utilisation des BRF demeure dans les cultures à haute valeur ajoutée comme les productions maraîchères .

48- Parmi les productions maraîchères au Québec, il y a les productions sur muck (terre noire), celles de pommes de terre sur sols sableux et les autres diversifiées que sont les légumes et les petits fruits sur des terres franches. Trois types de productions maraîchères, qui semblent convenir à l'utilisation des BRF, seraient les fraises, les framboises, les légumes transplantés et le maïs de table sur terres franches. L'apport des BRF serait un amendement améliorant la qualité des sols en général, et non pas pour une culture particulière. Nous retrouvons ces avantages dans les lignes qui suivent

L'état de la situation:

49- La plupart des productions maraîchères au Québec sont concentrées à l'intérieur d'un périmètre dont le rayon est de 200 km autour de Montréal. Environ 65% des superficies en production maraîchère se retrouvent en Montérégie (Figure 1). Pour les légumes destinés à la conserverie (maïs de table, haricots, pois etc.), la concentration est encore plus accentuée avec 89% des producteurs localisés dans la Montérégie. Pour sa part, la culture de la pomme de terre est plus dispersée à travers le Québec, mais 21% de la production se trouve 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 du Québec. 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.

Potentiel économique des BRF

50- L'information donnée par les producteurs et les statistiques, au tableau 1, mettent en évidence que les cultures à revenus importants présentent le meilleur potentiel d'utilisation susceptible d'apporter une réponse économique positive par rapport à l'utilisation des BRF. Mentionnons les fraises et les framboises ainsi que les cultures maraîchères par repiquage au champ (poivrons, tomates brocoli, choux, choux fleurs). Ces cultures apportent des revenus importants à l'économie agricole québécoise. À eux seuls, les petits fruits ont une valeur annuelle de \$22 millions (Figure 4). Les cultures légumières sont de l'ordre de \$53 millions annuellement (Figure 3). Pour leur part, le maïs de table et la pomme de terre sont candidats à l'utilisation des BRF, avec des revenus annuels respectifs de \$20,3 et \$7,1. Dans l'ensemble, ces cultures génèrent des revenus annuels de \$164,4. Elles sont capables de générer les revenus nécessaires à la réhabilitation des sols qu'elles utilisent à pleine capacité. Ces cultures représentent une superficie de 3,066 hectares pour les petits fruits, 6,495 hectares pour les cultures légumières repiquées, 11,736 hectares pour le maïs de table et 19,000 hectares pour la culture de la pomme de terre. Dans leur ensemble, ces cultures couvrent 40,297 hectares. Les cultures les plus importantes pour l'économie québécoise, donc pour l'utilisation des BRF, sont respectivement les pommes de terres, le maïs de table, les fraises, et le chou vert.

Tableau 1

Quelques statistiques sur les cultures maraîchères au Québec (données de 1997; Bureau de la statistique du Québec).

culture	superficies (ha)	production (tonnes)	rendements (tonnes/ha)	revenus (millions \$\$)	revenu/ ha
brocoli	1619	21108	13,0	13,7	8462
carottes	3820	106 800	28,0	28,6	7487
choux	2084	64436	30,9	15,4	7390
chou-fleur	1052	16624	15,8	6,90	6559
haricots verts	3794	22499	5,9	6,50	1713
laitues	2337	77758	33,3	40,5	17330
maïs de table	11736	97932	8,3	20,3	1730
oignons jaunes	1639	60556	36,9	15,10	9313
poivrons	728	9741	13,4	6,2	8517
tomates	1012	14436	14,4	8,90	8795
potatoes	19000	413400	21,8	71,1	3742
fraises	2307*	10433	4,50	16,4	7109
framboises	759	1406	1,90	5,6	7378

*incluant les superficies non productives

51- En plus des secteurs mentionnés, il y a les productions serricoles . À elle seule, la tomate de serre couvre 60 ha pour une valeur annuelle de \$28 millions.

52- Il semble évident que ce sont les cultures à haute valeur économique ajoutée qui sont les plus susceptibles de manifester une réponse positive. Une culture, ayant un revenu de 5000,00\$/ha annuellement, est susceptible de bien réagir aux BRF. Ces cultures de très haute valeur sont les brocolis, 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 annuel entre 2,500\$-5,000\$/ha, comprennent les pommes de terres. Celles de valeur moyenne donnent un revenu annuel se situant entre 1,000\$-2,500\$/ha, comprenant les haricots et le maïs de table (tableau 1). Les cultures à faible valeur, donc de moins de 1,000\$/ha comprennent les céréales, le maïs-grain et le soja. Les cultures qui bénéficieront le plus des BRF sont celles sensibles à la sécheresse, comme les fraises, brocolis, laitues, oignons, carottes et poivrons. Toutes ces productions représentent de grandes superficies au Québec à l'exception des poivrons, tomates et framboises. Dernièrement, les cultures repiquées au champ ou ayant de semences de gros diamètre profitent également des BRF.

53- Une augmentation de 5 à 10% d'une culture rapportant 7,500\$/ha annuellement représente une somme supplémentaire de 375\$ à 750\$, en revenus. Ceci 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.

Annexe I

Directives d'utilisation des BRF

Le secteur biologique

54- Une dernière remarque portant sur le secteur de l'agriculture «biologique» au Québec. Ce secteur agricole a le taux de croissance le plus rapide dans l'économie agricole actuelle à raison de 25% annuellement. Ces cultures dites «biologiques», commandent une prime de prix de 25% à 30% sur le marché actuel. Les fermes «biologiques» sont généralement situées à la périphérie des régions à productions intensives. Pour ces cultures, les BRF représentent un attrait certain. L'agriculture dite «biologique» repose uniquement sur l'utilisation d'intrants biologiques compostés où les BRF pourraient représenter un complément très intéressant.

Potentiel agronomique des BRF pour les cultures maraîchères

55- Plusieurs cultures maraîchères pourraient largement bénéficier d'un apport BRF au sol.

a) Premièrement, les cultures, à très haute valeur ajoutée, où de légères augmentations de rendement et de qualité peuvent générer des augmentations intéressantes de revenu.

b)Deuxièmement, ces cultures intensives sont très exigeantes sur le sol avec des labours, des passages fréquents pour les traitements phytosanitaires et de nombreux passages pour la récolte.

c) Finalement, ces cultures laissent peu de résidus au sol, donc un apport extrêmement réduit de matière organique. À ceci, on doit ajouter que, très, souvent, le sol est laissé à nu, le rendant vulnérable à l'érosion hydrique et éolienne.

56- Les productions maraîchères, susceptibles de bénéficier le plus des BRF, sont celles qui sont le plus sensibles à la sécheresse, comme les fraises, brocolis, laitues, oignons, carottes et poivrons. Ces productions couvrent de grandes superficies au Québec, mises à part celles des poivrons, tomates et framboises qui également pourraient bénéficier d'un tel apport de BRF.

a) Les Crucifères: choux, choux-fleurs, brocolis.

57- Les crucifères sont relativement sensibles à la sécheresses tout particulièrement les chou-fleur et brocoli. Les BRF peuvent augmenter la capacité de rétention d'eau dans le sol et de sa disponibilité pour la croissance des plantes.

b) Les productions de conserverie: maïs de table, haricots.

58-Les haricots sont sensibles à la sécheresse et les BRF peuvent contribuer à résoudre en partie ce problème. D'autre part, ces productions sont sensibles à plusieurs maladies. Les BRF peuvent contribuer à une réduction de la virulence de certains pathogènes du sol. Les fréquents passages pour la récolte par de lourdes machines, lorsque les sols sont trop humides, pour des raisons de mise en marché, augmentent les problèmes de compaction du sol. Les BRF peuvent diminuer la compaction des sols par l'activité biologique qui résulte de leur application..

c) Les productions sur muck (terres noires): carottes, laitues, oignons

59- Après plusieurs années de culture intensive, les mucks s'affaissent par érosion éolienne et surtout par la transformation biochimique causée par l'activité microbienne. L'application de BRF serait un apport important pour maintenir le potentiel agronomique de ces sols. Il découle de cette situation, la prolifération de nématodes phytovores s'attaquant particulièrement aux cultures de carottes. Les BRF vont provoquer des changements de structure des populations de nématodes du sol et diminuer d'autant les impacts négatifs de leur activité.

d) Les pommes de terre

60- Les pommes de terre sont souvent cultivées sur des sols sableux où il y a un fort lessivage des intrants. De plus, le travail fréquent du sol active les conditions propres à l'érosion, en plus des pertes de matière organique par une activité biologique intense. Les BRF, en augmentant la matière organique du sol, vont diminuer les pertes par l'érosion hydrique et éolienne, tout comme le lessivage des intrants. Cependant, il faut un bon système de rotation des cultures pour que les résidus de BRF n'interviennent pas négativement dans les pratiques culturales et de récolte.

e) Les fraises et framboises

61- Les cultures de fraises et de framboises sont très sensibles à la sécheresse à cause des systèmes racinaires superficiels. Un manque d'eau est très préjudiciable à la production. Les BRF peuvent augmenter la disponibilité de l'eau et sa conservation dans le sol. Il existe une longue expérience à ce chapitre de la part de plusieurs producteurs avec l'utilisation des BRF dans la culture de la fraise.

f) Les Solanacées: tomates et poivrons

62- Même si les tomates et les poivrons ont des systèmes racinaires assez profonds, les fortes variations du taux d'humidité du sol sont suffisantes pour diminuer la qualité des fruits (fendillement, pourriture apicale, etc.). Les BRF peuvent augmenter la capacité de rétention et de mise en disponibilité de l'eau dans le sol et réduire ces fluctuations de disponibilité en eau.

V Analyse stratégique des régions

63- Parmi toutes les régions étudiées, ce sont celles de la Montérégie et de Lanaudière qui présentent le meilleur potentiel d'utilisation

64- En ce qui regarde l'approvisionnement en BRF, c'est dans les régions qui possèdent une vaste zone forestière que l'approvisionnement sera le plus facile et le moins onéreux; mais la Montérégie fait exception. Il nous apparaît important de mettre sur pied un réseau de production et de distribution de BRF pour une mise en marché efficace. Toutefois, la Montérégie qui représente le plus grand potentiel d'utilisation de BRF, nécessite une source d'approvisionnement fiable et à coûts acceptables.

65- Tout compris, on estime le prix de revient des BRF à environ 25\$/tonne humide livrée au champ. Le camionnage peut augmenter les prix selon les distances de transport. À raison de 40 tonnes/ha la première année, il en coûtera 1000\$ l'hectare.

66- Le meilleur scénario économique serait celui de cultures de haute valeur cultivées à proximité d'une région forestière. C'est déjà une réalité pour plusieurs agriculteurs québécois. Cependant, les efforts doivent être maintenus afin d'accélérer le développement de ce marché pour les BRF.

Annexe II

Directives d'utilisation des BRF

Le sol:

67- En général, les sols sableux et argileux réagissent bien aux BRF. Ils sont efficaces sur les sols argileux par l'amélioration de la structure et la formation des agrégats argilo-humiques. Pour les sols sableux, il y a formation d'agrégats organiques qui jouent un rôle analogue à ceux d'origine argilo-humique, tout en faisant partie de la nourriture de la microfaune, d'où la nécessité d'applications plus fréquentes ou en volumes supérieurs

Les cultures:

68- Les cultures maraîchères à hauts revenus nécessitent une bonne fertilité à cause de pratiques plus intensives. Dans ce cas, l'utilisation des BRF augmente les rendements et la qualité, tout en réduisant le coût des intrants. C'est pourquoi les fraises, le maïs de table, le brocoli, et les pommes de terre répondent bien à l'application des BRF.

Les applications:

69- L'expérience nous montre que 40t/ha (150m³/ha), la première année est optimum. Toutes les applications supplémentaires en volume n'ont pas montré de résultats accrus, tout comme des quantités inférieures ne sont pas suffisantes. Des applications peuvent être nécessaires dans les années suivantes, mais à taux réduit, permettant de maintenir actifs les mécanismes biologiques en cause. En général, une quantité de 20 t/ha devrait être appliquée par la suite aux trois ans.

Les essences recommandées:

70- Les BRF, donnant les meilleurs résultats sont ceux d'essences feuillues climaciques comme l'érable à sucre, le cerisier tardif, le chêne rouge, le hêtre, le bouleau jaune, le tilleul et les frênes. Cependant, des arbres de peuplement de qualité inférieure comme l'érable rouge, le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier ne permettent pas d'aussi bons résultats. **DANS TOUS LES CAS, UN MÉLANGE D'ESSENCES EST PRÉFÉRABLE.** À l'heure actuelle, nous pensons qu'il y a une relation étroite entre les contenus en lignines et en différents polyphénols facilement hydrolysables et la qualité des résultats obtenus.

Dimension du matériel:

71- Les meilleurs effets sur le sol sont obtenus en utilisant des rameaux mesurant 7 cm ou moins de diamètre. Ils proviennent de forêts climaciques diversifiées telles l'érablière à hêtre et bouleau jaune, l'érablière à tilleul, la chênaie boréale, l'ormnaie-frênaie, etc Ces rameaux contiennent 75% des nutriments associés aux lignines et polyphénols. Les rameaux doivent être broyés et donner des BRF ne dépassant pas 10 cm de longueur. **LA FRAGMENTATION DOIT**

ETRE FAITE À PARTIR DE RAMEAUX FRAIS, NON PAS SÉCHÉS, ALORS QU'ILS ONT PERDU LA PLUPART DE LEURS NUTRIMENTS.

L'épandage:

72- Le matériel fragmenté («copeaux») doit être épandu sur le sol à l'aide d'un épandeur à fumier. De plus, les BRF ne devraient pas être compostés ni soumis au labour mais devraient plutôt être épandus en couche mince d'environ 1 cm d'épaisseur et mélangés superficiellement à l'aide d'un chisel de préférence.

Période d'épandage:

73- Il est préférable d'utiliser le BRF immédiatement après la fragmentation. Il ne devrait jamais séjourner longtemps en tas, à moins d'être produit en hiver. Si l'épandage ne peut être complété dans les 48 heures suivant la fragmentation, il est préférable de conserver les copeaux en couche de moins de 30 cm pour prévenir le compostage. Les BRF ne doivent pas être compostés pour pouvoir être colonisés immédiatement par les champignons du sol (Basidiomycètes), faute de quoi, les bactéries indésirables prennent la place et donnent de bien moins bons résultats. C'est à l'automne qu'il faut procéder à l'épandage (octobre à décembre), réduisant les problèmes causés par l'immobilisation de l'azote. L'épandage printanier n'est pas recommandé.

L'enfouissement de BRF:

74- Le mélange, par hersage avec les 10 premiers cm. du sol, est supérieur à toutes les autres méthodes. Il faut éviter un enfouissement profond, particulièrement sur les sols lourds. Ils peuvent également être utilisés en paillis, mais peuvent retarder ainsi le réchauffement du sol en début de saison de croissance. Il est préférable d'éviter les labours durant les trois premières années. Pour ce qui est des sols à faible rendement, il est préférable de procéder à l'enfouissement par hersage à l'automne. Au printemps suivant un semis de légumineuse serait recommandable pour augmenter la disponibilité d'azote. Après une période de deux ans, une culture maraîchère à haute valeur peut être faite sans être compromise par une carence d'azote.

ANNEXE III

Contacts avec des fournisseurs

Les Entreprises Murray
Monsieur Steeve 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 (Québec)

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

oo

Dépôt légal: Bibliothèque Nationale du Québec, mai 2000
ISBN 2-921728-52-4

Publication n° 120
avril 2000
Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
UNIVERSITÉ LAVAL
Département des Sciences du Bois et de la Forêt
Québec G1K 7P4
QUÉBEC
CANADA
courriel
gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca
<http://forestgeomat.ffg.ulaval.ca/brf/>
FAX 418-656-5262
tel. 418-656-2131 poste 2837
ISBN 2-921728-52-4