

UNIVERSITÉ LAVAL

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

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

*LES BRF: UNE ALTERNATIVE AUX
DÉGRADATIONS.*

*Le processus de pédogénèse et ses effets en
agriculture et en foresterie*

«**LES ACTES DU QUATRIÈME COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS**»

rédaction et édition par le
Professeur Gilles Lemieux
Département des sciences du Bois et de la Forêt
UNIVERSITÉ LAVAL

et

Jean-Pierre Tétrault biologiste

janvier 1994

Publication n° 43

<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>

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

janvier1994

édité par

Le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

Département des Sciences du Bois et de la Forêt

Faculté de Foresterie et de Géomatique

Université Laval

Québec G1K 7P4

QUÉBEC

Canada

publication n° 43

courriel:

gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca

<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>

FAX 418-656-3177

tel. 418-656-2131 poste 2837

ISBN 2-550-28792-4

UNIVERSITÉ LAVAL

Faculté de Foresterie et de Géomatique

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
Johanne Dubé, Valentin Furlan, Edgar Guay, Lionel Lachance,
Alban Lapointe, Gilles Lemieux, Édith Smeesters, Jean-Pierre Tétréault.

LES BRF: UNE ALTERNATIVE AUX DÉGRADATIONS.
Le processus de pédogénèse et ses effets en
agriculture et en foresterie.

LES ACTES DU QUATRIÈME COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS

par
Gilles Lemieux
Professeur au Département des Sciences Forestières

et

Jean-Pierre Tétréault
Biologiste au Service des techniques d'intervention forestière
Ministère des Forêts
Québec

avec la collaboration de
M. Valentin Furlan, Lionel Lachance et Alban Lapointe.

Zusammenfassung in deutscher sprache.

Abstract in english

Resumen en español

Sommario in italiano

Resumo em português

Amqui – Val d'Irène
2-3-4 septembre 1993

Département des Sciences Forestières

Québec G1K 7P4

QUÉBEC

Canada

SOMMAIRE

| | |
|--|--------|
| Synthèse et commentaires | I à VI |
| Blanchet, Mgr Bertrand « <i>allocution d'ouverture</i> »..... | 1 |
| Guay, Edgar « <i>allocution d'ouverture</i> »..... | 16 |
| Camiré, Claude « <i>Les hypothèses d'un programme intégré de recherche sur les bois raméaux fragmentés (BRF) en milieu forestier</i> »..... | 22 |
| Seck, Mamadou Amadou « <i>Essais de fertilisation organique avec les bois raméaux fragmentés de filao (Casuarina equisetifolia) dans les cuvettes maraîchères des Niayes (Sénégal)</i> »..... | 36 |
| Beauchamp, Chantal « <i>La caractérisation et la valorisation agricole des BRF et leurs impacts sur le sol et les cultures</i> » | 42 |
| Michaud, Marcel « <i>Les bois raméaux fragmentés: un amendement organique pour les sols en production horticole</i> »..... | 49 |
| Cornelis, Jean « <i>L'évolution du recyclage des déchets verts en Belgique</i> »..... | 56 |
| Pagé, Fernand « <i>L'apport des bois raméaux fragmentés en sols cultivés: le rôle de la pédofaune sur la transformation de la matière ligneuse</i> »..... | 68 |
| Larochelle, Louis « <i>L'influence de la qualité des bois raméaux fragmentés (BRF) appliqués au sol: effets sur la dynamique de leur transformation</i> »..... | 77 |
| Gauthier, Rémi « <i>Équilibre minéral et santé</i> »..... | 85 |
| Toutain, François « <i>Biodégradation et humification des résidus végétaux dans le sol: évolution des bois raméaux (étude préliminaire)</i> »..... | 103 |
| Saint-Amand, Damien « <i>Essais et expérimentation de la fragmentation des biosurplus forestiers</i> »..... | 112 |
| Deschênes, André « <i>L'utilisation des BRF sur les sols agricoles: antécédents et perspectives</i> »..... | 116 |

| | |
|--|-----|
| Lemieux, Gilles « <i>Le bois raméal fragmenté et la méthode expérimentale: une voie vers un institut international de pédogénèse</i> »..... | 124 |
| Discussions générales | 139 |
| Saint-Yves, Angèle | 139 |
| Boudoux, Michel | 141 |
| Furlan, Valentin | 145 |
| Dionne, Marc-André « <i>allocution de clôture</i> »..... | 172 |
| Acronymes | 174 |
| Participants | 175 |
| Remerciements | 187 |

*LES BRF: UNE ALTERNATIVE AUX DÉGRADATIONS.
Le processus de pédogénèse et ses effets en
agriculture et en foresterie.*

SYNTHÈSE ET COMMENTAIRES

Ce quatrième colloque aura été sans l'ombre d'un doute, le plus intéressant des huit dernières années et le plus riche en nouvelles connaissances. Pour la première fois, nous avons élargi nos horizons vers l'Europe et l'Afrique; les résultats de la percée des BRF dans le monde agricole et forestier sont remarquables. Les personnes présentes provenaient de divers continents, mais également de différentes régions du Québec. La forte présence des représentants régionaux, des jeunes, des forestiers et des agronomes, aussi bien des niveaux professionnel que technique, nous permet d'entrevoir non seulement un élargissement de l'utilisation des BRF, mais plus de solidarité entre les professions, les utilisateurs et les régions. À l'égard des régions urbaines peu représentées malheureusement, nous pensons que le prochain colloque devrait tenir compte de leurs besoins particuliers tels qu'abordés par M. Cornelis dans son exposé.

Je pense que la synthèse de ce colloque ne peut mieux se faire qu'en traitant des différents thèmes qui ont été abordés, et du contexte dans lequel ils ont été placés par les allocutions d'ouverture prononcées par M^{gr} Blanchet et M. Edgar Guay. Tour à tour, les aspects propres à la question forestière ont été abordés par les thèmes développés par MM. Camiré, Laroche, Toutain, Saint-Amand, Lemieux, et Boudoux. L'exposé d'introduction de M^{me} Saint-Yves a fait écho aux volets forestier et agricole du colloque. Il en va de même des thèmes pertinents discutés par l'assemblée. Il convient de rappeler les résultats préliminaires des récents travaux de M. Valentin Furlan. Ceux-ci ont été présentés d'une manière informelle, mais combien intéressante et pleine de promesse.

Le volet agricole a été largement traité, considérant le fait que la matière organique des sols agricoles est un problème épineux et universel. Les connaissances acquises au sujet de la biodégradation de la matière organique y sont plus avancées que dans le domaine forestier, tout au moins dans la littérature disponible à ce jour. M. Edgar Guay a développé les aspects agricoles de la découverte et M. M.A. Seck, ceux de l'expérimentation et des découvertes en région tropicale. Quant à M. Marcel Michaud, il s'est attaché à la valeur des

BRF dans la régie des sols en milieux maraîchers et horticoles. Pour sa part, M. Fernand Pagé s'est attardé à décrire le rôle de la pédofaune dans la transformation de la matière organique, alors que M. Louis Larochelle a touché plusieurs aspects biochimiques ayant trait à la lignine et aux mécanismes de fixation de l'azote sous forme non hydrolysable. M^{me} Beauchamp a détaillé les caractères propres aux BRF en agriculture. M. Rémi Gauthier aborda la question de la dégradation des sols agricoles sous l'angle de la nutrition animale et des maladies engendrées par une telle dégradation. Pour sa part, M^{me} Andrée Deschênes a touché tous les aspects de l'expérimentation à la ferme et des problèmes inhérents à la diffusion des connaissances et à l'utilisation des BRF.

Deux questions contemporaines n'ont pas fait l'objet de préoccupations particulières, bien que fondamentales: l'environnement traité par M^{gr} Blanchet sous l'angle proposé par la Commission Brundtland, ainsi que la conservation traitée par M. Lemieux sous l'angle proposé par le Programme Biologique International.

LE CADRE DU COLLOQUE

Ce colloque s'inscrivait avant tout dans la réalité d'aujourd'hui, dont le contexte social est l'expression privilégiée par rapport aux buts que vise l'utilisation des BRF. Ainsi, M^{gr} Blanchet a bien fait ressortir le contexte régional du Bas Saint-Laurent dans la dynamique économique actuelle, et à quelques reprises, celui-ci a mis l'emphase sur ce que les BRF apportent au point de vue technique, économique et social. Ce faisant, il a souligné à larges traits la tristesse des réactions des sociétés régionales qui croient encore et toujours aux miracles de la technique et de la concentration. Il semble y avoir encore beaucoup de chemin à parcourir avant qu'une véritable vie sociale et économique reprenne son élan, les mirages de la grande industrie et de la consommation ne s'étant pas encore estompés. Ceux qui croient au pouvoir des droits plutôt qu'à ceux de l'intelligence du travail, de la responsabilité, de la persévérance et de la volonté, n'ont d'avenir que celui de la déchéance et de la pauvreté.

Le cadre social étant établi, le contexte historique de l'émergence du concept des BRF fut mis de l'avant par M. Edgar Guay. Signe des temps, la notion de BRF a pris naissance dans la controverse qui suivit le développement industriel de l'agriculture. Pour ce faire, c'est dans un contexte paysan lié au milieu forestier que les BRF firent leur apparition sur l'échiquier biologique avec une contri-

bution du milieu urbain cette fois. Sans l'apport de la société d'état Hydro-Québec, les paramètres de l'utilisation des BRF n'auraient pu être tracés, ce qui est un juste retour des choses dans un pays forestier comme le nôtre, mais qui a la caractéristique d'avoir à la fois la forêt méridionale et la forêt boréale sur son territoire.

Une étape marquante dans l'évolution du concept pédogénétique de l'utilisation des BRF.

Pour la première fois, plusieurs auteurs s'entendent pour souligner l'impertinence du compostage dans l'utilisation des BRF. Déjà en 1992, lors de la conférence de Bruxelles sur les BRF (Lemieux, 1992; «*L'origine forestière des sols agricoles: la diversification microbiologique par aggradation sous les effets des bois raméaux fragmentés*»), la question des pourritures racinaires avait été soulevée par M. Cornelis. Dans son exposé, M^{me} Andrée Deschênes souligne effectivement que des problèmes de racines liégeuses se sont posés lors de l'utilisation de BRF compostés. Lors de ce colloque, plusieurs auteurs ont souligné que les BRF donnaient les meilleurs résultats sans compostage. M^{me} Beauchamp et M. Michaud proposent que les BRF soient perçus comme un «amendement humifère».

Il en va autrement chez MM. Toutain, Pagé et Lemieux qui présentent les mécanismes microbiologiques intimes du passage des nutriments à travers les stages fongiques, puis fauniques, dans le contexte humique du milieu édaphique. Pour sa part, M. Larochelle souligne le rôle des polyphénols-protéines, non pas dans ses aspects trophiques, mais dans la constitution même de l'humus. L'apport simultané des mécanismes microbiologiques et humiques à la pédogénèse, et au cyclage des nutriments à partir des tissus morts vers les tissus vivants, constitue une jonction d'une importance capitale dans l'établissement du rôle des BRF à la base de la pédogénèse.

Cette «nouvelle» perspective dans laquelle il est possible de comprendre l'évolution des BRF, agents de la transformation et non de dégradation, permet de mieux saisir les concepts de base. Il devient évident qu'il faut rayer le terme de «compost» de notre vocabulaire, tout comme celui de «fertilisant», puisque les BRF n'ont rien à voir avec les fumiers ou les composts d'ordures, et qu'ils sont bel et bien la source même des mécanismes intimes de la pédogénèse. Voilà bien un concept difficile à saisir pour ceux qui voient dans le sol une «puissance» capable de transformer les déchets de notre civilisation en

de magnifiques produits comestibles et bienfaisants. Il y a là un relent du fantastique et de l'imaginaire hérités du Moyen Âge, le sol restant le dernier à faire des «miracles». Il nous faut donc revoir au plus tôt les concepts «puérils» que l'utilisation de la chimie minérale et plus tard, de la chimie organique de synthèse, nous ont imposés «pour notre plus grand bien et celui de l'industrie».

Deux hypothèses qui portent à réflexion.

Les problèmes des composés aliphatiques, de leurs synthèses, de leurs origines et de leurs dégradations dans le sol nous apparaissent importants. Il semblerait bien que ces composés aliphatiques soient à la base du maintien des écosystèmes de Gymnospermes, mais également à la base de la protection des jeunes tiges chez les Angiospermes. Si M. Larochelle traite de l'apparition de tels produits lors de la dépolymérisation de la lignine chez les Gymnospermes, M. Toutain souligne bien l'impossibilité pour le mycélium des Basidiomycètes de pénétrer dans les tissus à cause de cette cire végétale qu'est la pruline, ces champignons ne possédant pas de systèmes enzymatiques capables de «briser» cette barrière. En 1989, sa thèse de doctorat intitulée «*La lipolyse en milieux naturels et manipulés*» montra que les substances grasses ajoutées à un sol podzolisé évoluaient vers l'acide linoléique, alors que ces mêmes substances ajoutées à des sols bruns étaient complètement dégradées. Ceci indiquerait donc que les composés aliphatiques agiraient comme barrière à la pénétration et au développement des Basidiomycètes, alors que cette dernière n'existerait pas dans les sols bruns principalement à cause des lombrics qui métabolisent facilement les substances grasses.

Si elle se vérifiait, une telle hypothèse confirmerait l'influence fondamentale de la fragmentation qui briserait la **barrière aliphatique** de la pruline des jeunes rameaux, et qui permettrait d'incorporer immédiatement l'ensemble des nutriments et de l'énergie des BRF au système édaphique. Ainsi, la dépolymérisation de la lignine chez les Angiospermes ne générerait pas de substances grasses, alors que les substances aliphatiques seraient de néo-formation chez les Gymnospermes, occasionnant ainsi leur accumulation sous la forme d'acides gras et inhibant l'utilisation des polyphénols-protéines, d'où l'impossibilité d'atteindre les sources azotées bloquées dans la litière.

La seconde hypothèse provient des observations que nous faisons sur les systèmes humiques: il semble bien que la nature n'a

prévu aucun mécanisme de récupération, ou s'il existe, qu'il arrive à peine à se manifester. Voilà donc pourquoi les mécanismes de désertification seraient aussi inexorables, et ceux de la dégradation des sols agricoles, si importants et si puissants. Il en va de même du côté forestier, tant sous nos latitudes que sous les tropiques, où des écosystèmes de plus en plus primitifs donnent des arbres de moins en moins bonne qualité, là où le retour aux écosystèmes forestiers climaciques semble impossible. Il faut proposer les BRF comme solution, même s'il n'en plaît pas à tous.

La perception «productiviste» des BRF.

Le «productivisme» étant si profondément ancré dans nos cultures, il nous a été impossible de réfléchir sur les mécanismes fondamentaux qui sont à la base de notre vie collective: la production des écosystèmes. Toutes les explications que nous avons trouvées reposent essentiellement sur l'augmentation de volume et la diminution de la diversité. Il est vrai que la découverte du rôle des nutriments chimiques a été importante, mais nous sommes maintenant à même d'en voir les limites, aussi bien en agriculture et en foresterie qu'en ce qui regarde les pêches.

Cette perception de notre univers «trophique» est si puissante que presque tous les auteurs, lors de ce colloque, ont apporté une vue essentiellement «holistique» des BRF, en associant le terme de BRF à celui d'un matériau homogène. En ceci, nous avons une définition «urbaine» et surtout «industrielle» d'un nouveau matériau, tous s'interrogeant sur la période de récolte et les machines pour en disposer, mais rien sur les composantes. J'en veux pour preuve l'association très nette des BRF avec les «déchets»: les fumiers, les lisiers et les purins étant cités comme base de référence.

Jusqu'ici, nous avons une vue très parcellaire de la relation BRF-sol, mais ce colloque apporte non seulement des données nouvelles, mais une vue nettement plus large et diversifiée sur les plans chimique, biochimique et microbiologique. C'est sous cet angle qu'il nous faut maintenant travailler à élargir et préciser les concepts. Il nous faudra élucider les grands mécanismes de base portant sur les relations alcool coniférylique-polyphénols, polyphénols-acides humique et fulvique, lignine-polyphénols, polyphénols-azote, polyphénols-Basidiomycètes, Basidiomycètes-pédofaune, Basidiomycètes-fixation de l'azote, pédofaune-régulation des nutriments dans la solution du sol, etc....

C'est à ce monde des interrelations que donnent accès les BRF, pour comprendre et expérimenter les mécanismes intimes du fonctionnement des écosystèmes et permettre des applications aux cultures agricoles, forestières ou horticoles. Ainsi, pourrons-nous comprendre les mécanismes de la dégradation plutôt que de les subir sous des formes d'une amplitude telle, qu'elle nous dépasse dans le temps et dans l'espace. Nous faisons ici directement allusion aux mécanismes de désertification sous toutes les latitudes. Il semble bien que nous n'ayons jamais pris en compte le facteur principal: **le système humique**.

Tout ceci doit nous porter à réfléchir sur nos perceptions collectives de la vie dont celle du sol est une des bases principales. Il faut songer à organiser nos institutions pour des études à long terme faute de quoi tous les fonds qui seront utilisés risquent de s'évanouir. Il nous faut penser à une organisation internationale, basée sur les faits et l'avenir, non pas sur le faste et la politique souvent vénale.

ALLOCUTION D'OUVERTURE

par
M^{gr} Bertrand Blanchet*
Évêché de Rimouski
34, rue de l'Évêché
Rimouski G5Z 4H9
QUÉBEC
Canada

Je désire d'abord remercier le Professeur Lemieux d'avoir cru que je pouvais apporter une contribution de quelque valeur à ce colloque. En réalité, j'y aurais moi-même cru plus facilement il y a une vingtaine d'années, alors que je n'avais pas encore fait le saut de la foresterie à la pastorale.

Si j'ai bien compris le Professeur Lemieux, il me reviendrait de poser la toile de fond, de dessiner à grands traits l'environnement global dans lequel vont se dérouler vos communications et vos échanges. Puisque bon nombre d'entre vous auraient pu s'acquitter de cette tâche de façon plus compétente que moi, peut-être a-t-il espéré qu'il y aurait quelque intérêt à entendre plutôt le professionnel hybride que je suis — «le spécimen rare», aurait dit mon premier professeur de petites sciences.

Par ailleurs, puisque le point de vue ou l'angle de vision à partir duquel nous regardons une réalité est toujours unique, il est vraisemblable que l'écoute de l'autre puisse toujours enrichir notre propre vision. Quel est donc mon angle de vision? C'est celui d'un homme qui aime beaucoup la nature, la forêt, la science; qui, comme éducateur, a appris à aimer les jeunes et l'éducation; qui, comme évêque, a été amené à réfléchir sur l'être humain et ce qui le fait vivre.

Plus précisément, j'aimerais partir de l'affirmation de la Commission Brundtland à l'effet que la situation de crise que nous affrontons présentement ne provient pas de crises isolées; une crise du développement, une crise de l'économie, une crise de l'environnement, une crise énergétique. Non, dit la Commission, il n'y en a qu'une mais à multiples facettes. Or, avec un regard que j'ose

*Une réflexion sur
l'être humain et la
nature qui le fait
vivre.*

*Les réflexions de la
commission Brundt-
land sur notre crise
de civilisation.*

*Évêque de Rimouski et docteur en Science Forestière de l'Université Laval

appeler humaniste, j'aimerais rappeler que nous sommes maintenant conviés à un nouveau regard sur la nature, sur l'être humain et son rapport à la nature, sur l'être humain et ses valeurs. Un nouveau regard qui implique de nouveaux modes d'intervention sur la nature et des styles de vie caractérisés par une nouvelle éthique.

1. Le travail

Jetons d'abord un regard sur le monde du travail. Pour beaucoup de gens, la crise se manifeste par l'absence d'emploi ou des emplois précaires. Le drame actuel provient, en particulier, du fait que nos sociétés post industrielles sont en train de banaliser des taux de chômage autrefois impensables. Les quelques indices de reprise économique laissent à peine espérer une augmentation des emplois. Des économistes se hasardent à des pronostics où le niveau des emplois à temps plein pourrait diminuer sous les 50%, pour faire place à des emplois précaires ou à temps partiel. Dans nos régions rurales, le chômage saisonnier peut dépasser 25%.

Le travail et la banalisation du chômage.

Quelques conséquences de cette situation, parmi bien d'autres. Les jeunes, le groupe le plus touché, sont de plus en plus nombreux à ne pouvoir compter que sur eux-mêmes. Le travail permanent est presque considéré comme un privilège. C'est là un des aspects les plus dramatiques de la crise: comment bâtir un projet de vie et songer à fonder une famille quand les seules perspectives d'avenir sont de l'ordre du court terme et de la précarité?

Le travail est un privilège pour les jeunes.

Autrefois, les jeunes des milieux ruraux se rendaient en ville à la recherche d'un emploi. C'est ainsi que de 1986 à 1991, la Gaspésie a perdu près de 6% de sa population et le Bas Saint-Laurent près de 2,7%. Mais qui est assuré aujourd'hui de trouver un travail en arrivant en ville? Je connais plus d'un jeune qui a été contraint de revenir chez ses parents parce que la vie était encore plus rude en ville.

L'absence de travail et la rudesse des milieux urbains.

Le travail donne la dignité et le statut social.

Je souligne un dernier effet de la carence d'emploi: l'absence de reconnaissance sociale. Bien sûr, la civilisation grecque d'autrefois réservait le travail manuel aux esclaves; les aristocrates ne s'abaissaient pas à travailler.

Aujourd'hui, par contre, avec le salaire qu'il commande, le travail est condition d'autonomie et de liberté personnelles; il détermine un statut et un mode de vie enviables. De sorte que le sans-travail éprouve vite le sentiment d'être exclus du système, un marginal. Il est privé des symboles de la reconnaissance sociale. Je pense ici à cette femme assistée sociale qui, disait-elle, se paie une journée de ski alpin à chaque année «pour se sentir quelqu'un au moins une fois l'an». Nous imaginons mal la pression que notre société de consommation exerce sur les personnes démunies. Peut-être se sentiraient-elles moins menacées dans leur dignité si nous étions nous-même moins à la remorque des biens de consommation.

2. L'économie

Une économie en voie de restructuration.

Comme nous le savons, la raréfaction des emplois tient à une économie qui est en voie de restructuration profonde. Divers éléments de cette restructuration ont un effet limitatif sur l'emploi:

Robotisation et mécanisation.

- la profusion et l'ingéniosité des techniques nouvelles permettent à quelques agriculteurs et quelques forestiers de réaliser le travail qui nécessitait autrefois plusieurs dizaines d'hommes. C'est l'une des causes principales de la diminution de la population rurale;

Une compétition exacerbée entre pays riches et pays pauvres.

- les exigences de la compétitivité nécessitent une diminution des coûts qui conduit souvent à des pertes d'emplois. Cette compétitivité est favorisée par les inégalités entre pays pauvres et pays riches, car les pays industrialisés se trouvent désavantagés par les bas salaires des pays pauvres où vont s'installer les industries. Ces inégalités nous défavorisent à un autre titre: les pays pauvres sont incapables de se procurer les biens que nous produisons. Notre situation économique serait bien meilleure si nous pouvions commercer avec eux d'égal à égal;

Les conséquences sociales de la faiblesse de l'économie.

- la faiblesse de l'économie limite la générosité de nos programmes sociaux et, du même coup, l'argent qu'ils mettent en circulation pour de nouveaux emplois. Il fut un temps où il suffisait d'exprimer un besoin pour

obtenir une réponse gouvernementale positive. Aujourd'hui, il semble que le premier item à l'ordre du jour de notre projet de société soit la réduction du déficit. Cela est impératif. Mais il ne faudrait pas en conclure qu'il n'y a rien d'autre à faire que de réduire les déficits;

L'avenir d'un monde fini commence ou la fin de la croissance illimitée.

- la restructuration de l'économie s'impose aussi du fait que la croissance ne peut être illimitée. Depuis un demi-siècle, la production industrielle mondiale a été multipliée par 145. La planète serait probablement à moitié détruite si tous les humains avaient le rythme de consommation des Américains ou des Canadiens. Comme dit le généticien Albert Jaccard: «L'avenir d'un monde fini commence».

On pourrait, à coup sûr, ajouter plusieurs autres facteurs de notre économie qui s'avèrent responsables de la diminution des emplois. Considérons que, pour notre toile de fond, ceux-ci suffisent.

3. Le développement

Mais toutes ces réalités économiques, plus ou moins en panne, véhiculent un modèle de développement. Or le modèle de développement que nous avons privilégié jusqu'ici a été caractérisé, entre autres, par la priorité à l'économie. Dans un système capitaliste ou néo-libéral, on s'attend à ce que l'effet moteur de l'économie provienne des lois de la concurrence et du libre marché. Les responsables politiques, eux, s'attendent à ce que l'économie ait un effet moteur sur tous les autres secteurs d'activité: culturelle, sociale, politique, etc...

Les effets du capitalisme néo-libéral.

Or, il n'est pas difficile de constater les effets de notre système économique: il creuse sans cesse l'écart entre les riches et les pauvres, les régions riches et les régions pauvres, les pays riches et les pays pauvres. C'est bien ce que nous avons observé au cours de la dernière décennie (1981-1991): tenant compte de l'inflation, le salaire moyen au Canada est demeuré à peu près le même, sauf que celui des professionnels a augmenté de 12% et celui des jeunes de 18 à 25 ans a diminué de 12%. Dans pareil cas, il revient à

Une polarisation des revenus au détriment des jeunes.

l'État de redistribuer la richesse collective pour tenter de diminuer cet écart entre riches et pauvres. Comme dit Vincent Cosmao: «Entre le riche et le pauvre, c'est la liberté qui opprime et la loi qui affranchit».

L'enrichissement mène à la surconsommation et au gaspillage.

Mais regardons cette tranche de notre population dont le salaire a augmenté de 12% au cours de la dernière décennie. Sommes-nous bien sûrs que son enrichissement s'est traduit par un développement de qualité? (Je n'ose plus utiliser le terme «progrès», visiblement piégé). Ou si l'on n'a pas misé sur tous les biens de consommation: une deuxième résidence, une deuxième voiture, un troisième téléviseur, un voyage plus onéreux, peut-être même plus de gaspillage...? Comme si la quantité de biens était synonyme de qualité de vie.

La science et la technique à l'unique solde de l'économie.

Deuxième caractéristique de notre développement: la science et la technique ont été mises au service de l'économie bien plus que d'un authentique développement. Tout comme nous avons favorisé une économie laissée à sa propre dynamique, nous avons mis la science et la technique au service de l'économie.

Productivisme et consommation ainsi que leurs effets sur la ruralité et la nature.

À cet égard, limitons nos observations à ce qui est plus près de nous et du milieu rural. Bien sûr, le modèle de développement du début du siècle devait évoluer. Mais nous lui avons substitué un modèle de type industriel: gros chalutiers qui râclent les fonds marins et en remontent un chalut dont une fraction importante du contenu doit être rejeté à la mer; abatteuses et tronçonneuses gigantesques qui ne laissent rien sur leur passage; épandages massifs d'engrais chimiques et de pesticides sur les terres agricoles... En 12 ans, le Québec a artificialisé à la pelle mécanique, sans la moindre étude d'impact ou débat public, plus de 60 000 km de ruisseaux et de petites rivières.

Notre culture cède sous le poids de la technique.

Nous avons cédé à la puissance de la technique pour nous comporter en prédateurs de la nature, trop impatients pour respecter ses rythmes, trop suffisants pour obéir à ses lois. La science et la technique ont tellement imprégné notre culture que nous avons cédé à leur puissance, comme si tout ce qui était techniquement possible était avantageux. Pourtant, elles ne sont pas la seule façon d'approcher et de

transformer la réalité. Nous en avons de plus en plus l'évidence, la science sans conscience, la technique sans éthique mènent à tout autre chose qu'à un développement durable.

4. Le développement durable

Le développement durable et les rythmes de la nature.

Nous constatons que la crise de l'environnement est un effet pervers de la société d'abondance. Grâce à la science et à la technique, nous sommes passés, en 40 ans, d'une vie modeste à une vie caractérisée par l'abondance et le gaspillage. Et pour y arriver, nous avons réalisé un progrès économique plus ou moins sauvage, et nous nous sommes comportés en «maîtres et possesseurs de la nature», suivant la vision de Descartes.

Un exemple d'effet pervers.

Un projet de développement durable nécessite évidemment la remise en question de certaines méthodes d'exploitation de type industriel, de certaines machines incapables de respecter les rythmes et les lois de la nature. En forêt, par exemple, une machinerie plus petite et plus souple peut être développée et utilisée, tout en permettant quelques emplois supplémentaires. On dira: elles sont moins efficaces et moins rentables que les grandes abatteuses. À court terme, bien sûr, mais en regard d'un développement durable, c'est tout autre chose. Je pense ici à ce gaspésien à qui les responsables d'une compagnie forestière avait vendu une de ces machines de près d'un demi-million de dollars et qui, disait-il, remplaçait 50 bûcherons. Je lui ai demandé ce qui arrivait aux arbres de 10 cm de diamètre et moins. Vous devinez la réponse. S'est-on arrêté à estimer la valeur économique —et écologique— de cette portion de la forêt qui a un diamètre de 10 cm et moins? Elle est sûrement considérable; elle devrait se retrouver dans la colonne des coûts de cette opération forestière.

De prédateur de la nature il nous faut devenir jardiniers et pasteurs.

L'autre volet de cette méthode d'exploitation: des hommes se donnent des conditions de travail et de vie impossibles pour réussir à payer cette machinerie des plus onéreuses. Heureux sont-ils s'ils ont fini de la payer au moment où elle doit être remplacée. Une sorte de nouvel esclavage pour technique de pointe.

Mais on le devine bien, le développement durable implique bien plus que de nouvelles techniques. Il suppose une nouvelle manière de nous situer par rapport à la nature. Plutôt que des prédateurs en quête du plus grand profit dans le plus court temps possible, il nous faut devenir comme des jardiniers des espèces végétales et des pasteurs des espèces animales. Rappelons-nous les premiers chapitres de la Genèse quand le Créateur a placé les premiers êtres humains dans le jardin d'Éden pour le garder et le cultiver. Il est vrai qu'il est dit au premier homme de «dominer» la nature. Mais dans le contexte biblique, cette domination est une participation à la royauté de Dieu sur la création, une sorte d'intendance royale confiée à l'être humain. Or Dieu est celui qui suscite la vie, qui la fait grandir et fructifier en respectant les lois qu'Il lui a données.

Quand il s'agit de la forêt, un projet de développement durable devrait, autant que possible, respecter la nature des écosystèmes forestiers. Depuis longtemps déjà, au Québec, on parle de rendement soutenu: ce qui est déjà un élément positif dans un plan de développement durable. Mais j'ajoute une nuance. Il y a quelques années, le gouvernement du Québec a lancé un vaste programme de reboisement auquel j'ai applaudi sans réserve. C'était là une façon efficace d'améliorer la productivité de nos forêts tout en donnant un travail utile à des personnes sans emplois. Mais un jour, en me promenant dans une plantation d'épinettes (épicéas), par ailleurs en bonne condition, j'ai été comme saisi par la pensée suivante: si, dans deux ou trois décennies, une part importante de nos forêts était constituée d'arbres de deux ou trois espèces et bien alignés les uns sur les autres... qu'est-ce que nous aurions perdu en biodiversité? Dans nos milieux, nous récolterions aussi une acidification et un appauvrissement de nos sols, une plus grande fragilité aux épidémies. (Incidentement, on dira que l'arrosage au BT est beaucoup plus «propre» que celui au fénitrothion mais, pour ma part, j'ai hâte de connaître les effets du BT sur les autres Lépidoptères que la tordeuse des bourgeons de l'épinette). Nous savons depuis longtemps, en effet, qu'un milieu à plus grande diversité génétique réagit mieux à une agression qu'un milieu homogène dont le stock génétique est réduit. Une généralisation des plantations conduirait sans doute, à long terme, à la disparition de cer-

Respecter la nature des écosystèmes forestiers et la biodiversité dans une optique de développement durable.

taines espèces de végétaux, d'insectes et de microorganismes. Le maintien des écosystèmes forestiers, tel que le propose l'énoncé fédéral de politique forestière, permet d'éviter ces inconvénients.

Humus et Homme ont une même origine à l'interface du sol, de l'eau et de l'air.

Dans les écosystèmes forestiers, l'humus constitue l'un des éléments les plus importants. Il est d'ailleurs remarquable que les mots «homme» et «humus» aient la même origine — tout comme Adam, — en hébreu signifie «tiré du sol». L'humus se développe en effet comme à l'interface du sol, de l'air et de l'eau. C'est le lieu où il y a le plus de vie, la vie la plus diversifiée et la plus complexe. Je pense ici à mes premières découvertes sur la biologie des humus. C'était dans les années 1945-1950. Avec les membres du Cercle des jeunes naturalistes, dont je faisais partie, nous avons visité le laboratoire du Dr Albert Alarie de la Faculté d'agriculture, alors localisé à La Pocatière. Le Dr Alarie nous avait entretenus des bactéries nitrifiantes qu'il isolait sur les rhizomes noduleux du trèfle pour les cultiver à grande échelle, et les vendre comme fertilisant des sols en azote. C'était déjà de l'agriculture biologique.

Les BRF sont partie d'un cycle qui ne connaît pas le mot «déchet».

Des connaissances écologiques élémentaires nous enseignent que la nature est généralement très économe. (Économie et écologie ont à peu près la même racine, écologie signifiant la science de l'environnement et économie la gérance de l'environnement). Elle utilise les mêmes matériaux, en recyclant les mêmes molécules et les mêmes atomes. Si bien que dans un cycle, il n'y a pas de déchets: les déchets de l'un deviennent aliments pour l'autre, qu'il soit "éboueur" ou agent de décomposition. En ce sens, le retour au sol des bois raméaux permet de «réintroduire» à la fois l'énergie et les éléments minéraux. Si j'ai bien compris, les bois raméaux contiendraient jusqu'à 75% de la valeur nutritive de l'arbre.

Les calculs économiques à court terme sont irréalistes dans une économie forestière durable.

Ici encore, on objectera l'inconvénient de coûts supplémentaires. Mais si nous prétendons assurer le développement durable de nos forêts, nous n'avons pas le choix de calculer à court ou à long terme. Or, à long terme, il faudrait éventuellement intégrer aussi le coût de l'appauvrissement des sols, tant au plan biologique que physico-chimique, et ses conséquences imprévisibles. Tout

comme le véritable coût d'une exploitation forestière devrait inclure le coût du reboisement, de l'entretien des plantations, du traitement des épidémies, de l'appauvrissement des sols et de l'environnement, s'il y a lieu.

Les BRF un élément forestier de grande valeur.

En somme, l'utilisation des bois raméaux fragmentés constitue un des éléments de grande valeur dans la conservation des écosystèmes forestiers.

Développement durable et milieu rural

Le milieu rural est un ensemble d'écosystèmes polyvalents et intégrés.

Le milieu rural est formé d'un ensemble d'écosystèmes qui peuvent être exploités de façon polyvalente et intégrée. Dans un plan de développement durable, plusieurs de ces ressources peuvent être développées en complémentarité: forêt, agriculture, chasse et pêche, loisir, tourisme, etc. Il est possible de garder nos milieux ruraux vivants, si nous savons miser sur le caractère renouvelable de leurs ressources, si nous réussissons à les diversifier et à mieux les transformer.

La ruralité devenue notre Tiers-Monde faute de véritables perspectives.

Quand je regarde ce qui s'est passé dans nos milieux ruraux au cours des dernières décennies, j'ai parfois le sentiment que nous sommes tombés dans le même piège que les pays du Tiers-Monde. Comme nous le savons, ces pays ont perdu peu à peu leur autosuffisance régionale en sacrifiant leurs cultures vivrières au profit de cultures d'exportation qui les placent en dépendance totale à l'égard des pays riches. Or, les pays riches déterminent les prix de ces matières premières en même temps que ceux de leurs propres produits d'exportation. De sorte que les pays pauvres se retrouvent toujours perdants. Si Cuba, par exemple, n'avait pas tant misé sur la production de canne à sucre, il serait probablement beaucoup plus autosuffisant. Il est aberrant de constater qu'en Gaspésie, il n'y ait plus de beurrerie, de fromagerie, de boulangerie et d'usine de transformation du lait. C'est la dynamique capitaliste qui a joué, même sous les yeux des coopératives et de l'Union des producteurs agricoles (UPA), un plus gros achetant un plus petit, jusqu'à ce que le plus gros se retrouve finalement en dehors de la région. Tout cela pour de soi-disant économies d'échelles. Ici encore, dans une perspective de développe-

ment durable, il faudrait calculer dans le coût total, l'effet d'usure de notre système routier, l'augmentation des gaz d'échappement dans l'atmosphère, les risques accrus d'accidents routiers, etc.

Une diversification des productions forestières obligatoire.

Dans un milieu comme le nôtre, la forêt occupe une place centrale. Beaucoup de nos villages, beaucoup de nos emplois en dépendent. Des statistiques nous révèlent que 80% de l'exploitation forestière au Québec sert à alimenter les compagnies forestières, et surtout, pour la fabrication d'une catégorie de papier. Or, comme disait André Delisle, «si on ne produit qu'un type de papier journal et du 2" X 4", on ne restaurera pas l'économie des régions». Plus que jamais, il nous faut diversifier et ajouter une plus-value par de la transformation. La survie de notre territoire dépend largement de notre capacité de mettre sur pied de nombreux petits projets de diversification et de transformation de nos ressources.

Il faut approprier la forêt et responsabiliser ceux qui produisent et conservent cette richesse collective.

Nous pouvons également faire des pas en nous réappropriant une part plus importante de notre territoire. Le ministère des Forêts étudie présentement avec diverses instances la rétrocession des lots intra-municipaux. Je crois que nous devrions aussi ramener au secteur privé une portion plus importante de notre forêt publique. Dans certains secteurs de la Gaspésie, en particulier, là où il n'existe presque rien d'autre que la forêt et la mer, des fermes forestières permettraient à des familles de demeurer dans le milieu où elles vivent parfois depuis des générations — sans pouvoir être propriétaires des ressources qui s'y trouvent. Parlant toujours d'occupation du territoire, il faut être attentif à la tendance des papetières à s'approprier des scieries. Compte tenu des garanties que leur fournissent les contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestiers (CAAF), elles risquent d'exercer une sorte de monopole aux dépens d'une population de plus en plus désappropriée et impuissante.

Réappropriation de notre territoire, réappropriation aussi de notre capacité de prendre les décisions qui concernent notre avenir. L'État ayant la responsabilité du bien commun de la société québécoise, il doit déterminer les politiques globales, conserver les pouvoirs de concertation.

La responsabilité de l'État dans la concertation et l'harmonisation avec les pays étrangers.

d'harmonisation entre les régions et gérer les relations avec les autres pays. Mais il importe que chaque région puisse déterminer son propre plan de développement, ses priorités et ses programmes; ce qui implique également des transferts budgétaires. Même si on l'a souvent répété, il est évident que certaines normes gouvernementales sont mal adaptées aux particularités de certaines régions, tant dans le domaine agricole que dans le secteur forestier.

Assurer la vitalité du monde rural et freiner l'accroissement irrationnel des villes.

Je m'excuse de dire ces choses de façon beaucoup trop sommaire. Ce qui importe, c'est de trouver des façons d'assurer la survie et la vitalité de notre milieu rural. Il représente non seulement une quantité importante d'emplois, mais aussi un patrimoine de ressources, de valeurs, de modes de vie que la société québécoise ne peut se permettre de perdre. Vivre en milieu rural, c'est développer une relation privilégiée avec la nature, avec les êtres humains, avec la vie. Chaque jour, comme disait Jacques Proulx, on peut y respirer «l'odeur du fond de l'air», tout en partageant les valeurs conviviales d'une communauté à taille humaine. Pensons seulement à ce que peut représenter l'éducation et la transmission des valeurs à des jeunes du quartier Saint-Henri, à Montréal, par comparaison avec ceux de Sainte-Érène ou de Matapédia. Nous avons la responsabilité de la survie du monde rural, non seulement pour nous et la génération montante, mais pour toute la société québécoise. Nous savons fort bien que si les régions périphériques continuent à subir l'exode de leur population, elles augmentent les problèmes des villes. La Commission Brundtland invite les responsables de tous les pays à trouver des façons de freiner l'accroissement irrationnel des villes; sinon la qualité de vie va y diminuer constamment. En faisant un pèlerinage sur les pas de Saint-Paul, l'an dernier, je constatais que la population de l'Athènes métropolitain se situe présentement à près de 4 millions d'habitants, soit 40% de la population de la Grèce. Le gouvernement grec fait de sérieux efforts pour contrer cette désertion de ses régions rurales.

À cet effet, dans certains pays, la revitalisation des milieux ruraux s'est réalisée grâce à des politiques axées sur le **développement local**. Comme on le sait, le développement local repose sur la volonté des habitants

Les communautés humaines doivent d'abord miser sur elles-mêmes.

d'une localité de se prendre en mains, de mettre en valeur ses ressources naturelles, financières et humaines. Car les premiers acteurs du développement sont les communautés humaines elles-mêmes. C'est ce que les manifestes du **Ralliement gaspésien et madelinot** et de la **Coalition urgence rurale** du Bas-Saint-Laurent ont voulu mettre en valeur. Comment penser en effet que le gouvernement ou d'éventuels investisseurs vont assurer la vie de petites localités, si elles n'ont pas d'abord misé sur elles-mêmes.

Une démarche éducative nécessaire pour identifier les forces vives d'une communauté.

Souvent ces petites localités se sentent impuissantes devant les déficits socio-économiques qu'elles ont à affronter. Mais elles sous-estiment généralement leur capacité de se prendre en mains. À cet égard, j'estime fort intéressante la démarche éducative que plus d'une dizaine de petites municipalités font présentement avec l'Institut de formation et de rééducation de Montréal. Cet organisme aide les personnes à ne pas céder au fatalisme et au pessimisme en leur permettant d'identifier leurs forces vitales; ces forces qui leur ont déjà permis de réaliser avec succès des choses parfois très simples. Il les invite ensuite à voir ce qu'elles ont déjà réalisé avec d'autres, pour constater qu'il leur est possible d'entreprendre ensemble la prise en mains de leur propre destin.

Le dilemme individualisme et collectivisme.

En somme, cette démarche nous rappelle que nous devons miser plus que jamais peut-être sur la responsabilité individuelle et la responsabilité collective.

La qualité de l'individualité repose sur la culture et l'estime de soi.

Responsabilité individuelle. Nous savons fort bien qu'au cours des dernières décennies, nous nous sommes donnés de remarquables législations et mesures sociales qui ont eu l'immense avantage de redistribuer la richesse collective, tout spécialement en faveur des personnes démunies. Nos gouvernements ont pu ainsi contrer les effets pervers de notre système capitaliste. Mais, reconnaissons-le, nous avons ainsi créé une grande dépendance à l'égard de l'État. Nous connaissons bien le défi actuel: comment continuer à aider les personnes qui en ont un réel besoin tout en amenant les autres à se prendre en charge elles-mêmes? Le sentiment de responsabilité personnelle se fonde sur une certaine estime de soi qui incite à demeurer debout et à refuser la dépendance inutile. Elle donne la fierté de gagner

sa vie soi-même, lorsque cela est possible, même si son salaire n'est guère plus élevé que les prestations du bien-être social ou de l'assurance-chômage. À cet égard, il nous faut revaloriser le travail manuel parce qu'il permet, lui aussi, d'exprimer ses virtualités et de prendre en mains son propre destin.

Réorganiser l'industrie forestière pour faire des forestiers des bucherons d'hier.

Sur ce sujet de la responsabilité individuelle, j'aime beaucoup ce que le grand sociologue québécois Esdras Minville écrivait en 1946: *«Il faut, dit-il, substituer au "chantier" d'où est sorti le prolétariat rural, une formule d'exploitation qui laisse à l'ouvrier de la forêt sa part d'initiative et de responsabilité et suppose chez lui une intelligence aussi poussée que possible des techniques modernes de production, conservation et d'utilisation du bois; en un mot, réorganiser l'industrie forestière selon une formule qui tende à substituer le forestier au bûcheron.»* Réorganiser l'industrie forestière selon une formule qui tende à substituer le forestier au bûcheron: il y a dans cette phrase une vision de la personne, de son travail et de sa responsabilité qui rend bien compte de sa dignité. La propriété de fermes forestières pourrait être une des façons d'assurer cette substitution du forestier au bûcheron.

La responsabilité et l'individualité donnent des collectivités fortes et responsables.

Responsabilité collective aussi. Car être responsables et seuls risque de mener à la faillite et au découragement. *«La solidarité, a-t-on dit, est le maître-mot de la survie des régions éloignées»...* au-delà de toutes les formes de méfiance, de recherche de pouvoir personnel et de querelles de clocher. Il y a quelques semaines, j'avais l'occasion de participer à une rencontre des représentants de diverses municipalités de la Municipalité régionale de comté (MRC) de la Matapédia. J'étais vraiment impressionné par le travail de concertation qui s'y fait, chaque municipalité ayant des projets de développement, chaque municipalité ayant confiance que la vitalité de l'une a de bonnes chances de rejaillir sur l'autre.

Notre solidarité peut se concrétiser aussi dans des organismes de coopération: la coopération qui associe les valeurs de la responsabilité personnelle et de la solidarité. Notre histoire québécoise nous autorise à miser encore sur *«l'incroyable force de la coopération»*. Pour ma part,

La solidarité et le système coopératif pour corriger les effets pervers de l'État providence.

j'estime que c'est aux moments difficiles que l'esprit coopératif est à son meilleur. Quand tout va bien, le système coopératif peut demeurer en place pendant que l'esprit coopératif s'effrite progressivement. Nous avons la responsabilité de faire appel au vaste potentiel de solidarité du mouvement coopératif dans l'élaboration d'un projet de société soucieux de corriger les effets pervers de l'État providence et du néolibéralisme. Dans un monde qui glorifie la richesse, l'efficacité et la compétence académique, la participation de gens simples permet de prendre en compte les grandes valeurs de la dignité humaine, de la civilisation et de la culture.

Changer notre mode de vie pour respecter les valeurs du monde rural.

Dans ce même esprit, les défis actuels nous invitent à un supplément d'initiative et de créativité: initiative et créativité permettant de bâtir mille et un petits projets novateurs, mais nous aidant aussi à revoir notre mode de vie. Car il importe que ces projets respectent les valeurs du monde rural, par exemple:

L'austérité joyeuse de Pierre Dansereau.

- attachement à un territoire: une certaine manière de vivre avec la nature environnante, d'y développer un rythme et un style de vie capable de prendre une certaine distance par rapport à la société de consommation. Pensons à l'«austérité joyeuse» de Pierre Dansereau;

La famille élargie et le partage.

- attachement à une communauté locale et à un réseau de communautés, c'est-à-dire fidélité à son coin de pays, aux valeurs de la famille élargie, à la primauté des relations personnelles, à la communication, au partage et à la fête, etc.

La mise en valeur des BRF est un maillon important du développement durable.

En somme, une réflexion sur le travail, l'économie, l'écologie, le développement nous aide à réaliser qu'aucune de ces réalités n'est une fin en soi, mais qu'elles contribuent toutes à une certaine qualité de la vie: ce à quoi finalement nous aspirons tous. Or, nous constatons qu'en milieu rural ces mêmes réalités renouvelées nous permettent d'envisager une qualité de vie des plus enviables. Les crises de l'économie, de l'environnement et du développement peuvent être résolues dans la direction d'une meilleure qualité de vie, à la condition que nous ne perdions pas de vue les

valeurs de la personne et de son milieu. Celles qui sont
sous-jacentes aux expériences des BRF vont dans ce sens.

ALLOCUTION D'OUVERTURE

par

R. Edgar Guay*

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux
1230, Chanoine Morel
Sillery G1S 4A9
QUÉBEC

D'abord, la question forestière.

Quand je suis arrivé au ministère des Terres et Forêts en 1973, les branches étaient des déchets. C'était la grande nuisance, elles étaient source de toutes sortes de malheurs. Elles étaient l'occasion de spectaculaires incendies. On les ratissait en andains à grands frais pour faire place à la reprise ou à la plantation. Des études sérieuses indiquaient que les nutriments contenus dans ces branches prenaient le chemin des ruisseaux et rivières, sans parler de ce qui se perdait dans l'atmosphère. Comme dernier venu au ministère, on me confia peu de dossiers; j'étais un travailleur social après tout, pas un ingénieur forestier. On me confia la tâche de trouver les fonds requis pour financer le projet forestier MIDER. Je réussis dans un temps record, et quinze jours après, je me retrouvai sans tâche définie. Quoi faire? C'est alors que j'ai adopté les dossiers laissés pour compte, me disant qu'ils serviraient bien un jour ou l'autre. Et c'est ainsi que débuta, à l'envers, mon cours d'ingénieur forestier.... ou d'ingénieux forestier, comme vous le voudrez.

La valeur des rameaux par rapport au tronc.

Je choisis pour commencer ceux laissés par le D^r Risi, car ils étaient pleins de substance: le charbon de bois, les gaz pauvres, les huiles essentielles, ses notes de chimie du bois, etc. J'étudiai soigneusement la pyrolyse, la «bioconversion» et leurs effets respectifs sur la matière première. Par inclination naturelle, je choisis la «bioconversion». C'est alors que je découvris que les branches pouvaient rapporter plus de dollars que le bois du tronc. Lorsque la corde de bois rapportait 60,00\$, les branches de cette même corde de bois rapportait 220,00\$ en huiles.... brutes, non fractionnées. Et nous découvrîmes alors ce qu'il y avait de plus précieux dans le bois raméal. Je dis nous, car je n'étais plus seul dorénavant. Je visitai une distillerie. Près du tas de

drêches, des fraisiers avaient dressé leur tige vaniteusement, à trois fois leur hauteur normale; les petits cochons avaient dévoré les drêches destinées à les protéger des aspérités d'un seuil de béton. Je me rendis à l'évidence: le bois raméal contenait les éléments nécessaires pour sustenter la vie. Et le distilleur d'intervenir! Pourquoi ne feriez-vous pas analyser ces drêches, vous avez des bons laboratoires au ministère? Je pris le chemin de Québec avec de généreux échantillons. Les résultats de deux laboratoires indépendants révélèrent des merveilles: tous les acides aminés étaient représentés dans les échantillons, les éléments majeurs, les oligo-éléments, la lignine, tout le monde habituel était présent. «J'avais trouvé ma nourriture pour le sol que je présumais un vivant». Ce que je lui dois de remerciements à cet homme, à ses petits cochons, et à ses fraisiers...

Les premières expériences agricoles.

Je tentai toutes sortes d'expériences dans mon jardin, mais je ne voyais pas beaucoup de choses. Cependant, je découvris le pouvoir répulsif des drêches contre les papillons à choux, les piérides, les pucerons et les limaces. Je voyais bien le sol s'améliorer, mais rien de très précis. Je confiai le tout à une équipe de l'Agriculture à Rimouski. J'eus l'impression d'avoir loupé tous les essais: on me remit une feuille illustrée de petits carrés savamment dessinés. Pendant ce temps, je lisais les documents de l'université d'Orono (USA), qui nous donnaient la contenu de la ramure des arbres de la région à deux périodes de l'année, en été et en automne; j'étais enchanté. Cela, c'était progresser!

Le compost et les contraintes du climat.

La documentation sur les composts me devint familière; je mis de côté le compost en tas ou en andains, requérant trop de travail et consommant trop de matière durant sa fabrication. En définitive, c'est une espèce de feu sans flamme, une oxydation soutenue que nous déclenchons dans la matière organique qui tue toute vie, et conduit directement à la minéralisation. Je ne désirais pas cela. Je fouillai la fabrication du biogaz ou du méthane à basse température en Orient, c'était là une façon intelligente de tirer parti des excréments et des déchets organiques de la ferme. Mais il fallait le climat. Nous ne l'avions pas.

J'avais oublié l'échec de l'Agriculture quand survint la sécheresse de 1978: pas une goutte de pluie entre le premier

Le rôle d'Hydro-Québec et ses résidus d'élagage.

juin et les premiers jours de septembre. Des étudiants en agriculture vinrent se plaindre chez-nous de la dureté du sol. Ils étaient incapables de se servir de leur sonde. Le 13 juillet, je me rendis chez mon fournisseur d'oeufs, M. Paul-Émile Carrier, qui me conta ses malheurs: son beau blé Opal, pour lequel il avait fait des dépenses considérables, avait «tourné». Il n'y avait pas assez de matière organique dans ce champ, m'expliqua-t-il, seulement 3% et il en aurait fallu 5%. C'est ce qu'exige le blé. Nous mêmes de côté l'idée de faire usage de drêches, parce que la distillerie la plus proche était à 80 kilomètres. «Pourquoi pas les copeaux de l'Hydro-Québec, produit du nettoyage des lignes de distribution; peu de conifères, à peu près tous des feuillus, très peu d'huiles, pas de résines. «Oui, cela ferait l'affaire!». P.E. Carrier désirait en obtenir immédiatement. «Donnez-moi une couple d'heures et vous en obtiendrez à souhait». Je ramassai mes oeufs et m'enfuis dîner. Une heure après, j'avais obtenu le matériel nécessaire: autant que M. Carrier pouvait en apporter avec son camion. «C'était à nous de jouer dorénavant.»...

La première expérience chez M. Carrier.

Je m'arrête ici. Je tiens à remercier M. Julien Rivest, ingénieur forestier, pour avoir réussi à convaincre la direction de la Maison Guimond de la correction de notre geste; je dois certainement une plume à son chapeau. Le lendemain soir, un acre était dûment traité selon la recette que j'avais débitée à M.P.E.-Carrier, avec assurance d'abord, puis avec hésitation, pour la terminer avec ses encouragements répétés. «Ça, c'est bon». C'est la formule qui fut brevetée par la suite. J'avais appelé Marcien Roberge pour régler la question de la relation carbone-azote. Lui aussi mérite une plume à son chapeau. Avec les copeaux seuls, j'avais un rapport carbone sur azote de 60/1. Je désirais 30/1. Au pied levé, il résolut le problème pour moi. Le champ fut semé en orge et nous attendîmes...

Au bout d'un mois environ, merveille! Le sol se mélanisa, l'orge était d'une belle venue. Toute la surface qui n'avait pas été traitée avait souffert de la sécheresse, cela était évident, et elle était de moins belle venue. Un phénomène avait eu lieu. On sentait que le sol avait repris vie, cela respirait la vie. Je demeurai debout dans le champ à penser tout cela. «J'avais trouvé une nourriture convenable

Une première réponse du sol.

pour la microfaune et pour la microflore; elles me répondaient». J'appelai mon grand conseiller en agriculture à l'époque, M. Lionel Lachance, homme au savoir encyclopédique, et lui apprit la nouvelle. Nous visitâmes le champ ensemble. Il s'était passé quelque chose. Mais quoi exactement? Le sol avait bouffé la plupart des copeaux de bois raméal pour faire place à un sol structuré et souple; il fallait attendre pour voir les véritables résultats, car quelques copeaux n'étaient pas encore complètement consommés. Nous étions en train de réussir... Le fermier vint voir son champ! À la vue du sol, il dansa de joie comme Zorba le grec: «Nous avons trouvé!», s'écria-t-il. Il ne restait plus qu'à photographier le sol, c'est ce que fit L. Lachance.

Une première invitation de l'Université.

Je dois ajouter ici que ma tête chercheuse de documents m'avait sérieusement aidé dans la démarche que je poursuivais, j'ai décrit ici M. Alban Lapointe. Des mercis à M. Jacques Hébert, documentaliste, pour sa contribution bien à point. Ce qu'il faut lire de documentation et observer sol et plante pour découvrir la vérité! Quelques jours passèrent, le sol se mélanisa de plus en plus, des agrégats firent leur apparition, nous étions dans la bonne voie... P.E. Carrier versa cet orge de jachère dès le premier jour de septembre, juste avant la pluie. Et maintenant, voyons l'analyse... On nous la refuse au Service de la recherche: «le sol a été labouré». L'habileté de Lionel Lachance dénoue cette crise: oui, le sol s'est régénéré, le pH s'est amélioré, la matière organique a franchi la barre du 5% pour atteindre 6%. Il va falloir essayer la méthode dans d'autres cultures, pommes de terre et fraisiers par exemple; il faudra voir si le sol réagira de la même façon. Je vous fais grâce des tractations; l'année suivante, quelques acres furent traités aux fermes Marcoux et Fournier et ce, avec des résultats époustouflants. Chez M. Marcoux; les fraisiers donnèrent 1059 caisses à l'acre, au lieu de 325; les plants de pommes de terre produisirent 7 tonnes à l'acre, qualité Jumbo, dans un endroit réputé désertique, là où l'agrostide régnait en maître auparavant. Nous étions dans la bonne voie. Nous avons nourri la microflore et la microfaune et elles avaient joué leur rôle; elles avaient régénéré le sol. Le doyen de la faculté de foresterie de l'Université Laval, M. Bernard Bernier, m'offrit alors un bureau à la faculté pour écrire

Les premières expériences forestières.

mes travaux, et y mettre de l'ordre en profitant de l'expérience des professeurs. À moi de me débrouiller à même cette surabondance de ressources. C'est alors que je fis la connaissance de M. Gilles Lemieux; nous nous sommes compris... c'est tout dire, et vous en avez le résultat. Le personnel de la recherche minière m'encouragea fortement à faire breveter la méthode pour pouvoir continuer nos travaux en paix. Je cédaï mes droits au ministère des Terres et Forêts du Québec à la condition expresse qu'il donne la recette à tous sans distinction, afin que se multiplient librement applications et travaux de recherche. C'est ainsi que nous retrouvons ici pour mieux comprendre le phénomène, pour en saisir toute la portée si riche en applications. C'est toute la vie du sol que nous discutons, sa capacité à se régénérer; la pédogénèse en somme.

Les autres richesses du bois raméal.

Que la vie revenait dans le sol, notre petit désert de Saint-Damien s'est chargé d'en faire la preuve par lui-même. Quand le professeur Lemieux étend son bois raméal sur ses parcelles, rien n'y pousse si ce n'est du polytric. Une semaine après l'installation, nous sommes retournés voir... Les fourmis des environs avaient organisé une autoroute pour charroyer les nombreux sucres contenus dans les copeaux. C'était beau à voir ! La semaine suivante, nous nous sommes rendus compte que de petites souris des bois avaient dévoré des larves d'insectes pondues dans les parcelles. Et là, nous nous sommes piqués au jeu. Que verrions-nous cette semaine? La chouette était venue, elle avait bouffé la souris; son poil et ses os étaient bien en vue au milieu d'une parcelle. Quand nous sommes revenus la semaine suivante, le lieux révélaient qu'il y avait eu lutte: des traces de renard: à son tour la chouette avait été dévorée. Cela devenait intrigant. La semaine suivante, quelle serait la surprise? Quand nous sommes arrivés, la place ressemblait à un champ de bataille. Les petits piquets et les affiches indicatrices étaient renversées! C'était la manifestation de la dernière phase de la pyramide de vie: l'homme était apparu sous la forme des gamins du village. Le cycle était complet.

Il nous reste bien des aspects à explorer dans les BRF: il nous faudra, tout comme les hommes de bois, nous poser inlassablement la question: «Est-ce naturel? Est-ce

écoviable?» C'est la question de fond. Sa richesse ne s'arrête pas à la reprise de la vie dans le sol. Quand nous serons rendus assez loin dans ce domaine, il faudra explorer les possibilités de se servir du bois raméal comme nourriture pour le bétail. Russes et Roumains ont déjà une bonne expérience en la matière. Même un laboratoire du gouvernement fédéral a déjà publié une brochure sur le sujet: «*Innovations dans le domaine du feuillage*». Il est à remarquer que cette nourriture est reconnue comme un fortifiant. La mouka, nom de cette nourriture, apporte un équilibre réel dans les composantes de sels minéraux; pensez à mes petits cochons du début.

La ramure des
arbres est le siège
de la vie.

Pensons à toute cette richesse de la ramure et aux huiles essentielles! Nous ne connaissons même pas le nombre d'huiles que nous pourrions produire! Nous en avons déjà dénombré grossièrement plus de deux douzaines. Je le note ici, car c'est une richesse inconnue et ignorée. C'est une industrie de base. Elle se projette sur cinq secteurs industriels stables; l'industrie agro-alimentaire, la parfumerie, les produits de beauté et de toilette, les produits de nettoyage, et n'oublions pas de mentionner la pharmacie. La Communauté Européenne (CEE) recherche à l'heure présente les principes actifs contenus dans les plantes pour renouveler sa pharmacopée, et remplacer les remèdes de synthèse qui ont des effets secondaires et sont moins efficaces. Et la flore boréale pousse sur le pas de nos portes! On nous trouve bien chanceux. Si j'ai fait cette digression, c'est pour vous démontrer la richesse et la noblesse du matériau avec lequel nous travaillons. Il ne faut pas l'oublier, **la ramure, le bois raméal est le siège de la vie**, là où s'élaborent le bourgeon, la feuille, la fleur et le fruit. Il est capable de se transformer au sol pour donner des acides assez puissants pour dissoudre la pierre, et y chercher tel ou tel sel minéral indispensable pour une nutrition bien équilibrée et se muer, grâce à la microfaune et à la microflore, en une masse alcaline qui hausse le pH du sol. Je loue la Providence de nous avoir aidés à faire cette découverte si merveilleuse, bonne comme la vie. À vous tous, je souhaite de faire de solides découvertes durant ces jours où nous pourrons échanger nos observations.

LES HYPOTHÈSES D'UN PROGRAMME INTÉGRÉ DE RECHERCHE SUR LES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS (BRF) EN MILIEU FORESTIER

par
Claude Camiré*
Département des sciences forestières
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC
Canada

Résumé

Après avoir comparé l'évolution des sols agricoles et forestiers, le bilan de l'apport et de l'exportation des sols forestiers est expliqué. La littérature souligne l'apport des BRF au pool des composés organiques du sol en maintenant la vie et la diversité des organismes édaphiques. Dans un système forêt-forêt, la fragmentation des déchets de coupe a de nombreux avantages. Le modèle retenu est celui d'une plantation d'épinette blanche (*Picea glauca*) à partir de la conversion d'une tremblaie. Un premier projet de recherche est déjà en marche sous le titre de «*Effets des bois raméaux fragmentés (BRF) sur la dynamique de l'azote et l'activité biologique du sol*». Le second projet portant le nom de «*SYNERGIES*» mettra de nombreuses équipes de chercheurs ensemble. On espère pouvoir ainsi réduire l'utilisation des phytocides, la compétition, tout en enrichissant le sol en substances nutritives et en stimulant le travail de la pédofaune. En changeant le mode de nutrition des semis, il a été démontré une influence sur le comportement de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ainsi les BRF appliqués au sol pourraient être bénéfiques à cette fin. Des observations et mesures seront faites sur la température de la litière, les processus de décomposition ainsi que la colonisation par les champignons et la pédofaune fongivore. Une étude du cycle de l'azote sera faite par l'isotope ^{15}N pour vérifier plusieurs hypothèses.

Une distinction entre les sols agricoles et forestiers.

J'aimerais commencer cette allocution en faisant les distinctions qui s'imposent entre les écosystèmes agricoles et forestiers. Les écosystèmes agricoles représentent des milieux plus ou moins artificialisés selon les modifications apportées au sol et les géotypes de plantes qu'on veut bien y faire croître. Ces modifications amènent des conséquences comme des intrants importants, et surtout l'exportation annuelle de produits de consommation, ce qui implique l'exportation hors des écosystèmes de grandes quantités de matériaux, d'éléments nutritifs, etc. Selon la fertilité intrinsèque du milieu, on assistera à une dégradation progressive de la capacité du sol à donner les productions qu'on lui exige.

La production agricole est maintenue par des apports chimiques.

Pour corriger ces lacunes, on fait des apports d'éléments nutritifs, de matières organiques, etc. Ces apports peuvent être faits de façon biologique par le biais de matériaux organiques ainsi que des composés chimiques. En agriculture, on utilise des quantités considérables d'engrais chimiques pour maintenir ou améliorer les productions végétales.

La production forestière régie par le cyclage des nutriments à travers la matière organique.

Du côté forestier, la situation se présente d'une façon passablement différente. On peut avoir des stations intrinsèquement pauvres, comme des sables grossiers, qui vont supporter des plantes qui sont adaptées à ce type de station. Autre différence importante du côté forestier: qu'une station soit pauvre ou riche, la production sur une base annuelle sera passablement identique, à l'exclusion toutefois des stations extrêmement pauvres. Ce qui va distinguer toutes ces stations sera le matériel produit. À titre d'exemple, sur un brunisol mélanique dans la région montréalaise, vous aurez une érablière à caryer très riche floristiquement avec des essences fort intéressantes. Par contre, si vous êtes sur un matériau fluvio-glaciaire de texture très grossière, on y trouvera une pinède à la place. Un tel milieu ne peut se prêter à la production d'essences feuillues.

Un peuplement forestier sénescant donne plus de nutriments qu'il en utilise.

En milieu forestier, les éléments nutritifs prélevés annuellement sont majoritairement retournés au sol sous forme de litière, de lessivage des troncs et des cîmes, des exsudats racinaires, etc. Le prélèvement annuel en milieu forestier est équivalent à celui du milieu agricole, mais le retour annuel est beaucoup plus élevé. Lorsque la forêt arrive à maturité, le retour est aussi grand que le prélèvement. Lorsque cette dernière atteint le stade de sénilité, le retour au sol est plus important que le prélèvement. Ceci assure la pérennité du milieu forestier.

L'exportation de nutriments est fonction du type d'exploitation de la forêt.

Lorsqu'on exploite la forêt pour sa matière ligneuse, différents choix s'offrent à nous, selon les objectifs qu'on veut atteindre. On peut exploiter uniquement les fûts pour le matériel ligneux en laissant sur place le houppier, les branches et les feuilles, ou, comme on a pensé le faire au Québec, pour la production énergétique, en exploitant la totalité de la matière végétale, y compris le système

racinaire. Dans ce dernier cas, l'exploitation forestière se solde par une exportation assez élevée de matières nutritives.

L'exportation des fûts cause une perte de 25% de la réserve de nutriments.

Si seuls les fûts sont exportés après écorçage, la perte de nutriments est de 25%. Si l'ensemble de la biomasse épigée est exportée, c'est-à-dire, les feuilles, les branches, l'écorce et les troncs, on exporte alors 100% des nutriments lors de l'exploitation forestière. L'intensité des exportations de nutriments variera avec l'intensité et la fréquence des rotations.

Les BRF contiennent l'essentiel des composés organiques de l'arbre.

On a vu dans la littérature l'intérêt des BRF pour certaines productions agricoles, et il en va de même en forêt où les BRF contiennent l'essentiel des nutriments et des composés organiques. Ces composés organiques sont humifiés concourant ainsi au maintien des organismes du sol aussi variés qu'actifs. Quant aux éléments nutritifs qui se minéralisent, ils redeviennent disponibles pour la croissance des plantes, entrant ainsi dans le cycle biogéochimique des éléments nutritifs.

Les hypothèses d'utilisation des BRF en forêt.

Quelles sont les hypothèses d'utilisation des BRF en forêt que nous avons retenues, c'est-à-dire, dans un système forêt-forêt? Tout d'abord, l'utilisation des BRF *in situ*, évitant ainsi les importations ou les exportations. Ceci implique la fragmentation des déchets de coupe (biosurplus) et surtout la mise en andains. On pense également éviter la préparation de terrain par scarifiage, tout en espérant qu'il sera possible d'éviter l'épandage de phytocides. On demande beaucoup à ces BRF, mais certaines indications nous ont été rapportées, nous permettant de croire que la chose soit possible.

Un préférence pour la forêt artificielle.

Le modèle retenu sera la plantation d'une espèce intéressante industriellement, l'épinette blanche (*Picea glauca*), dans une forêt exploitée. À titre d'exemple, la forêt de Sainte-Paule, tremblaie que l'on veut convertir en pessière blanche artificielle. Si on n'intervient pas, cette tremblaie se transformera en peuplement résineux. Par contre, si on abat la tremblaie et on y substitue directement des résineux, on accélère tout simplement la succession

naturelle. Ainsi, parle-t-on dans ce cas d'un aménagement plus intensif.

Le programme intégré SYNERGIES.

Quelles sont donc les qualités des BRF qui, selon certains auteurs, sont nombreuses? Je vous réfère ici aux travaux de MM. Guay, Lachance, Lapointe et de mon collègue Gilles Lemieux. C'est ainsi que nous avons proposé différents projets de recherche; l'un de ceux présentés au ministère des Forêts a été financé cette année: **Effets des bois raméaux fragmentés (BRF) sur la dynamique de l'azote et l'activité biologique du sol** (voir texte du projet en annexe). Un autre projet a été déposé dans le cadre du programme «SYNERGIES», un programme intégré de recherche sur les bois raméaux. Un programme intégré signifie que plusieurs disciplines scientifiques sont mises à la même tâche pour faire l'étude de l'écosystème modifié.

Une association université-industrie.

Parlons d'abord du projet «SYNERGIES». Le projet que nous avons déposé comporte différents volets dont l'aspect biologique de l'utilisation des BRF. On a dû faire appel à différentes équipes dont celle du Dr Collette Anseau, de l'Université de Sherbrooke, pour l'étude de la dynamique et la compétition de la végétation dans les milieux où les biosurplus ont été fragmentés. On a également fait appel à l'équipe du Dr Daniel Coderre, de l'Université du Québec à Montréal, pour l'étude de la faune du sol comme les lombricidés et les arthropodes. Nous avons également fait appel à l'équipe du Dr Éric Bauce, de l'Université Laval, pour l'étude du complexe tordeuse-épinette, ainsi qu'à mon équipe pour l'étude des propriétés édaphiques, de la décomposition des BRF, du cycle de l'azote, ainsi de la croissance et de la nutrition des semis.

Tel que mentionné précédemment, nous pensons éviter l'utilisation des phytocides. Dans sa politique de protection des forêts liée aux problèmes environnementaux, le ministère des Forêts prévoit l'abolition de l'utilisation des phytocides en forêt. Plusieurs plantations sont soumises à un stress majeur de la part des compétiteurs. Des observations ont montré que la fragmentation des biosurplus pouvait se traduire par une réduction considérable de la compétition tout en permettant la

Une fertilisation et un contrôle de la végétation pour rencontrer les objectifs d'une nouvelle loi forestière.

croissance des semis. En outre, lorsqu'on enrichissait le sol en éléments nutritifs trop tôt après la plantation, les plantes compétitrices en bénéficiaient au détriment des semis. La mise à nu du sol par l'abattage est une fertilisation du sol en ce que la température y augmente et que le prélèvement des nutriments diminue temporairement, ceci conduisant à une accélération de la minéralisation de la litière. Ainsi, certaines plantes en profitent considérablement, tels les framboisiers ou le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*). Nous avons donc émis l'hypothèse de base qu'il existe un certain contrôle des espèces compétitrices par les BRF. Ainsi, nous mettrons en place un dispositif pour évaluer de façon très rigoureuse la compétition et la dynamique du peuplement.

Lombrics et arthropodes profitent des BRF.

Pour ce qui est du volet microbiologique, nous savons très bien que lorsqu'on apporte de la matière organique en changeant l'évolution d'un sol, il y a des organismes qui vont en profiter. Il y a eu des observations qui nous indiquent que les lombricidés et les arthropodes profitent de l'apport des BRF, effectuant ainsi un travail considérable dans le mélange des fractions minérale et organique. Comme M. Guay l'a indiqué, les BRF disparaissent rapidement, ce qui de toute évidence est le travail de la faune et de la flore du sol.

Un espoir de contrôle de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Un des grands problèmes qui affectent nos forêts est celui de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Nous devons donc nous poser la question sur les influences que peuvent avoir les BRF sur la relation «tordeuse-épinette blanche». Les études effectuées entre 1970 et 1990 ont montré que lorsqu'on changeait la nutrition des semis, des composés organiques comme les acides aminés étaient en surplus, profitant à certains insectes et en défavorisant d'autres. Comme la tordeuse des bourgeons de l'épinette est le principal insecte contribuant à la perte de cellulose au Québec, on a pensé qu'il serait intéressant d'en connaître le comportement sur des semis plantés avec ou sans BRF. On va donc utiliser des élevages en milieux confinés.

D'autres aspects nous ont semblé intéressants de connaître, comme les variations de température et d'humidité de la couverture morte et des 10 premiers

Une étude de la dynamique de la transformation.

centimètres de l'horizon minéral. Plusieurs propriétés édaphiques peuvent ainsi être observées. Il y a aussi tous les aspects de la décomposition des BRF, comme la colonisation des BRF par les champignons et d'autres organismes fongivores.

Il va de soi qu'il faut également s'occuper de l'effet des BRF sur les semis d'épinette blanche pour ce qui est de la croissance et de la nutrition.

Une étude particulière du cycle de l'azote.

Je termine donc mon exposé en parlant de l'aspect que nous considérons le plus important; le cycle de l'azote. En milieu forestier résineux, le cycle de l'azote est perturbé. De très grandes quantités de résidus forestiers, comme les feuilles qui tombent au sol, constituent ce qu'il est convenu d'appeler la couverture morte. Ils se décomposent assez lentement, provoquant l'accumulation et la non-disponibilité d'éléments nutritifs dans ce pool. Ils ne se minéralisent pas assez rapidement pour subvenir aux besoins des plantes, en particulier pour l'azote. Plusieurs expériences de fertilisation ont mis cette évidence à jour; celle-ci a amené des pays comme la Suède à utiliser de grandes quantités d'engrais azotés dans les plantations pour stimuler la croissance.

L'utilisation de l'isotope ^{15}N .

Avec les observations qui ont été faites sur la compétition et la croissance de semis, on pense que l'un des aspects importants à étudier est le cycle de l'azote pour évaluer l'importance de l'immobilisation ou la libération, ainsi que le prélèvement par les semis. Un dispositif est actuellement en place à Sainte-Paule pour étudier un certain nombre de composantes du cycle de l'azote, avec un isotope stable ^{15}N non radioactif, qu'on dispose dans le milieu pour en suivre le cheminement dans le pool d'éléments nutritifs et dans celui des éléments ajoutés. C'est une technique intéressante qui permet de vérifier plusieurs hypothèses. Dans notre projet de recherche sur les BRF, on poursuivra un programme d'utilisation de ^{15}N pendant trois ans.

Il va sans dire que voilà une vue très large de ce que nous comptons réaliser dans ce programme intégré sur les BRF. Il faut cependant réaliser que cet aspect de la recherche est nouveau, les études ayant été confinées à ce

Les BRF doivent rester dans le milieu pour améliorer les conditions nutritionnelles.

stade au milieu agricole, quoique notre collègue Gilles Lemieux ait fait plusieurs observations en milieu forestier. Nous sommes d'avis que les BRF, les résidus et les déchets de coupe doivent le plus possible rester sur les stations et servir à la croissance de la forêt qui doit suivre celle qui vient d'être exploitée, en améliorant les conditions du milieu.

EFFETS DES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS (BRF) SUR LA DYNAMIQUE DE L'AZOTE ET L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DU SOL

Type d'activité scientifique et technique

Recherche appliquée

Titulaire du projet

D^r Claude Camiré
Département de sciences forestières
Faculté de foresterie et de géomatique
Université Laval

Collaborateurs

D^r Alison Munson
Département des sciences forestières
Faculté de foresterie et de géomatique
Université Laval

Jean-Marie Fortin
Ministère des Forêts

Roch Ouimet
Ministère des Forêts

Lieu

Le site sera choisi dans une jeune plantation sur un terrain agricole récemment reboisé. Les analyses seront faites à la Faculté de foresterie et de géomatique.

Problématique et origine du projet

La matière organique joue un rôle de premier plan dans le sol par ses fonctions pédogénétiques, structurales, thermo-protectrices, de rétention d'eau, nutritives directes et indirectes et biocénétiques (Camiré 1992). Dans le cas des textures extrêmes (sables et argiles), le rôle est amplifié. On considère qu'un apport soutenu (annuel) est souhaitable, surtout du point de vue biocénétique, car seul l'apport de litière fraîche, qu'elle soit aérienne ou souterraine, permet un niveau d'activité biologique convenable.

L'ajout de matière organique au sol pour augmenter les productions en améliorant les propriétés édaphiques n'est pas sans poser de problèmes. Pour les producteurs agricoles qui ne peuvent se priver d'une saison de récolte sur une parcelle à améliorer, l'ajout de matériaux organiques dans la profondeur du labour doit être bien dosé avec un matériel relativement stable. Les nombreuses expériences faites avec des sciures de bois ont montré qu'il était quasi impossible de contrôler la disponibilité de l'azote, tant et aussi longtemps que le matériel n'avait pas atteint un certain niveau d'humification.

Le mode de compostage en tas est venu de ce constat. Il est toutefois connu que ce mode de stabilisation de la matière organique est onéreux et beaucoup moins de composés humiques sont produits lorsque comparé aux résultats obtenus du «compostage» dans le sol, particulièrement pour les textures lourdes où le complexe argilo-humique est en cause.

Depuis plus d'une décennie, des essais et des travaux semi-opérationnels ont été faits par le groupe de Lemieux (Université Laval), Guay (Université Laval), Lapointe (Ministère des Forêts) et Lachance (Université Laval) avec certains agriculteurs de la

région de Québec (Guay *et al.* 1987). Les BRF utilisés proviennent surtout de résidus d'émondage d'Hydro-Québec en milieu urbain. Environ 100 000 m³ de BRF seraient disponibles annuellement de cette source. Ce matériel organique présente plusieurs avantages sur d'autres résidus organiques (sciures de bois) par ses concentrations élevées en nutriments, un rapport C/N relativement bas et une bonne quantité de produits facilement fermentescibles, étant donné la nature et le caractère juvénile du matériel.

Bien que quelques expériences aient été faites en forêt, les travaux avec les BRF ont surtout portés en milieu agricole (cultures de pomme de terre, de fraises, etc.). En milieu agricole, le but premier de l'utilisation des BRF en compost de surface est d'augmenter les rendements en améliorant les propriétés édaphiques; des résultats plus qu'intéressants ont été obtenus chez certains producteurs. En foresterie, d'autres objectifs pourraient être visés comme le contrôle de la compétition durant les quelques années suivant la plantation. Cette intervention pourrait éliminer l'emploi des phytocides, un des objectifs de la nouvelle loi sur les forêts.

Jusqu'à présent, les expériences n'ont pas été menées de façon à comprendre les mécanismes d'action dans le sol. Afin de pouvoir faire des interventions non empiriques, il est urgent de mener des recherches sur les mécanismes en cause dans différentes conditions d'utilisation. La présente demande vise à initier un projet afin de vérifier certaines hypothèses et de mettre au point une méthodologie scientifique appropriée pour le compostage de surface des BRF.

Les hypothèses

L'ajout de BRF à la surface du sol provoque différentes réactions évoluant dans le temps selon le type de sol, la quantité et la qualité des BRF, l'apport ou non d'un complément azoté (lisier, urée). Étant donné que le matériel apporté est riche en produits fermentescibles et un rapport C/N voisin de 100, une prolifération massive de la microflore est susceptible de se produire, immobilisant l'azote minéral. Si le matériel est déposé à la surface du sol sans aucun enfouissement, l'effet sur les plantes déjà bien enracinées (semis plantés depuis une ou deux saisons) pour la compétition de l'azote minéral sera réduit, et l'effet de paillis réduira la possibilité de croissance des nouvelles plantes. Par contre, si les BRF sont enfouis dans les premiers centimètres du sol minéral, une immobilisation rapide de l'azote s'observera. Cette immobilisation est susceptible de réduire la croissance des plantes. L'ajout de BRF en paillis est susceptible d'affecter la température et l'humidité du sol, deux facteurs jouant un grand rôle dans la décomposition de matériaux organiques et le cycle immobilisation—minéralisation. Nous croyons que ces trois paramètres (température, humidité et azote disponible) jouent un rôle de premier plan dans le «contrôle» de la végétation suite à l'ajout de BRF en paillis.

Buts du projet

1. Évaluer l'impact d'application de BRF sur les conditions de température et d'humidité du sol, et relier ces changements aux observations de la dynamique de l'azote et de la décomposition des BRF.
2. Déterminer la dynamique et la disponibilité de l'azote dans les BRF et le sol minéral, suivant l'application de matériel dans une jeune plantation de conifères.
3. Évaluer le taux de décomposition des BRF et les changements chimiques du matériel pendant la décomposition.
4. Mesurer l'activité biologique dans les BRF et dans le sol minéral pour aider les interprétations de la dynamique de l'azote et la décomposition du matériel.

5. Évaluer la nutrition et la croissance de semis déjà en place suite à l'ajout de BRF en paillis.

Résultats scientifiques et techniques espérés

1. Déterminer l'effet d'application des BRF sur la disponibilité de l'azote et les mécanismes qui contrôlent cette disponibilité. Utilisant un dispositif expérimental sur le terrain, on sera en mesure d'interpréter les résultats sur une base scientifique.
2. Évaluer les changements chimiques des BRF pendant la décomposition afin d'évaluer les effets sur la disponibilité des nutriments. Ces observations nous permettront d'identifier les problèmes potentiels reliés à la nutrition des semis pendant les premières années, suivant l'application du matériel.
3. Montrer l'effet d'un traitement spécifique, l'ajout de BRF en paillis, sur le comportement des processus qui contrôlent la disponibilité des nutriments aux plantes.

Méthodes

Les méthodes sont regroupées dans trois sections avec des objectifs distincts:

- 1) Évaluation de la dynamique de l'azote; 2) Évaluation de la décomposition des BRF; 3) Évaluation de l'activité biologique dans les BRF, dans les 10 premiers centimètres du sol traité en surface avec les BRF et dans les 10 premiers centimètres du sol non-traité; 4) Évaluation de la croissance et de la nutrition des semis.

1. Matériel

Le matériel proviendra de résidus d'émondage d'Hydro-Québec. La source de matériel sera vérifiée afin de connaître les espèces d'arbres et arbustes des BRF. Avant l'application sur le site expérimental, le matériel sera caractérisé pour: a) le taux de matière organique; b) la concentration en nutriments (N, P, K, Ca. et Mg); etc.: c) le ratio des éléments (C:N, C:P, et N:P).

2. Le site d'expérimentation

Le site choisi en collaboration avec le ministère des Forêts, sera une jeune plantation de conifères établie sur une ancienne terre agricole. Un dispositif sera mis en place pour vérifier l'effet du compostage de surface (BRF) sur la dynamique de l'azote, l'activité biologique, les conditions du sol et la nutrition des semis. Des parcelles de 400 m² (20 x 20), traitées et non traitées, seront installées avec quatre répétitions aléatoires pour chacun des traitements. Les BRF seront appliqués à la surface du sol au taux de 150 m³/ha⁻¹. Les conditions du sol (température et humidité) seront mesurées de façon continue pour relier les patrons de minéralisation des éléments, le taux de décomposition et l'activité biologique du sol.

Objectif 1: Évaluation de la dynamique de l'azote.

La dynamique de l'azote sera étudiée en utilisant l'isotope ^{15}N dans les expériences à court terme (au laboratoire) et à long terme (sur le terrain).

Suivi de l'azote à court terme. La distribution de l'azote dans différents compartiments (inorganique, organique et biomasse microbienne) sera étudiée pendant une incubation d'un mois dans des conditions contrôlées de température et d'humidité en laboratoire. À la fin de l'incubation, des techniques standards seront utilisées pour évaluer l'azote dans les trois compartiments identifiés ci-dessus (Hauck 1982), et d'autres méthodes spécifiques seront utilisées pour le dosage de ^{15}N par spectrométrie de masse (Hauck 1982; Côté et Camiré 1985; Vitousek et Matson 1985).

Suivi de l'azote à long terme. L'allocation de l'azote dans les différents compartiments sera suivie pendant deux saisons de croissance sur le terrain. Une solution enrichie en ^{15}N sera appliquée dans des sous-parcelles de 1 m^2 , suivant la méthode de Weber et van Cleve (1984), une sous-parcelle par parcelle expérimentale. Des carottes de sol seront prélevées cinq fois pendant la saison de croissance. Les méthodes d'analyses des fractions d'azote et de ^{15}N dans les différents compartiments seront identiques aux méthodes utilisées dans l'expérience au laboratoire.

La minéralisation nette sera étudiée sur le terrain par la méthode d'incubation *in situ* de carottes de sol (Eno 1960). En début d'expérience, des carottes seront prélevées pour l'évaluation de l'azote minéral (NH_4^+ et NO_3^-) disponible (extraction au KCl, Hauck 1982). Pendant la saison de croissance, trois séries de carottes seront échantillonnées et l'azote minéral sera dosé à chaque récolte. Les carottes seront prélevées à deux profondeurs dans les parcelles traitées et dans les 10 premiers cm du sol minéral, dans les parcelles non traitées.

Les changements de disponibilité des macronutriments (N, P, K, Ca, et Mg) suivant l'apport de BRF seront évalués en utilisant des sacs de résines échangeuses (cations et anions) installés dans le sol pendant une saison de croissance. L'expérience sera répétée la deuxième saison de croissance. Les méthodes de préparation, d'installation et d'extraction ont été décrites par Krause et Ramlal (1983). Cette méthode peut être utilisée pour vérifier la disponibilité relative de NH_4^+ et NO_3^- pendant une saison (Munson *et alii* sous presse), et nous l'avons utilisée dans des expériences de fertilisation (Paré *et alii*, soumis).

Objectif 2 : Évaluation de la décomposition des BRF

La décomposition des BRF sera suivie pendant deux saisons, en mesurant les pertes de masse anhydre, les changements dans les contenus en C, N, P, et les changements dans les fractions carbonées.

Pour mesurer les pertes de masse anhydre, l'humidité du matériel est d'abord calculée, puis une masse connue de matériel est confinée dans un sac de nylon et ensuite installée sur le site (Lousier et Parkinson 1975); Swift *et alii* 1979 ; Camiré *et alii* 1991). Le nombre de sacs préparés et installés permettra l'échantillonnage trois fois par saison, pendant deux saisons. À chaque récolte, la masse anhydre résiduelle est mesurée. Le taux de décomposition sera vérifié par une deuxième méthode qui implique l'installation de morceaux de cellulose de masse connue dans le sol. Cette méthode permettra d'évaluer le taux de dégradation d'un matériel de composition constante et connue, afin d'évaluer plus précisément les effets du milieu et des conditions environnementales sur la décomposition.

En début d'expérience et à chaque récolte, le matériel sera analysé pour les fractions carbonées: i) les extractibles; ii) la cellulose et les hémicelluloses; et iii) la lignine suivant les méthodes recommandées par Ryan *et alii* (1990).

À chaque récolte, nous doserons C, N, et P du matériel afin de vérifier les changements dans les ratios des éléments, changements qui peuvent affecter la disponibilité de N et de P pour les plantes.

Objectif 3 : Évaluation de l'activité biologique dans les BRF et dans le sol.

Cette évaluation se fera en utilisant trois méthodes qui mesurent différents aspects de l'activité biologique relative, soit la biomasse microbienne vivante, le contenu en adénosine tri-phosphate (ATP) du sol et l'activité enzymatique.

L'évaluation de la biomasse microbienne vivante sera faite avec la méthode de fumigation — extraction au chloroforme (Vance *et alii* 1987). La biomasse vivante totale sera estimée pour les BRF, ainsi que pour les 10 premiers cm du sol minéral.

Les mesures du contenu en ATP dans les sols non traités et traités avec les BRF seront prises comme une deuxième évaluation de l'activité biologique (Eiland 1983).

L'activité enzymatique (déhydrogénase et phosphatase alcaline) dans les BRF et les 10 premiers centimètres du sol minéral sera mesurée suivant les techniques connues (Trevors, 1984; Nakas *et alii* 1987).

Objectif 4: Évaluation de la croissance et de la nutrition des semis.

Un échantillonnage aléatoire des tissus foliaires (année courante et ayant un an) de 20 semis par parcelle sera réalisé en octobre de chacune des deux saisons de croissance. Ces mêmes semis seront mesurés. Les tissus foliaires seront digérés en présence de $H_2SO_4-H_2O_2-Se$ (Parkinson et Allen 1975) et P, K, Ca et Mg seront dosés par ICP tandis que N sera dosé par FIA.

Bibliographie

- Camiré, C. (1992) — Pédologie forestière — Notes de cours. Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec.
- Camiré, C. Côté, B. & Brulotte, S. (1991). Root decomposition of black alder and hybrid poplar. *Plant Soil*. **138** : 123-132.
- Côté, B. & Camiré, Claude (1987). Tree growth and nutrient cycling in dense plantings of hybrid poplar and black alder. *Can. J. For. Res.* **17**: 516-523.
- Côté, B. & Camiré, C. (1985). Nitrogen cycling in dense plantings of hybrid poplar and black alder. *Plant Soil* **87**: 195-208.
- Eno, C.F. (1960). Nitrate production in the field by incubating the soil in polyethylen bags. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* **24**: 277-279.
- Guay, E., Lachance, L., Lapointe R.A. & Lemieux, G. (1987). Dix ans de travaux sur le cyclage biologique du bois raméal. — L'expérimentation agricole et forestière. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec et Faculté de Foresterie, Université Laval.
- Hauk, R.D. (1982). Nitrogen-isotope-ratio analysis. In A.L. Page, R.H. Miller & D.R. Keeney (éd). *Methods of Soil Analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties* (2^{ème} édition) Agron. No. 9 Am. Soc. Agron. Madison Wisc.

- Krause, H.H. & Ramlal, D. (1987).** *In situ* nutrient extraction by resin from forested, clear-cut and site-prepared soils. *Can. J. Soil. Sci.* **67** : 943-952.
- Lousier, J.D. & Parkinson, D. (1975).** Litter decomposition in a cool temperate deciduous forest. *Can. J. Bot.* **54**: 419-436.
- Munson, A.D. Margolis, H.A. & Brand D.G.** Intensive silvicultural treatment: Impacts on soil fertility and planted conifer response. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* (sous presse).
- Paré, D. Meyer, W.L. & Camiré, C.** Nutrient availability and foliar nutrient status of sugar maple saplings following fertilization. *Soil. Sci. Am. J.* (soumis).
- Parkinson, J.A. & Allen, S.E. (1975).** A wet oxidation procedure suitable for the determination of nitrogen and mineral nutrients in biological material. *Comm. Soil. Sci. Plant. Anal.* **6** : 1-11.
- Ryan, M. G., Melillo, J.M. & Ricca, A. (1990).** A comparison of methods for determining proximate carbon fractions of forest litter. *Ca. J. For. Res.* **20** : 166-171.
- Swift, M.J., Heal, O.W. & Anderson J.M. (1979).** Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Univ. California Press, Berkeley.
- Tremblay, S. (1991).** Utilisation des BRF par rapport à la stratégie de protection des forêts - Revue de littérature. Rapp. interne Ministère des Forêts, Québec.
- Vance, E.D., Brookes, P.C. & Jenkinson, D.J. (1987).** An extraction method for measuring soil microbial biomass. *C. Soil Biol. Biochem* **19**: 703-707.
- Vitousek, P. & Matson, P. (1985).** Disturbance, nitrogen availability and nitrogen losses in an intensively managed loblolly pine plantation. *Ecology* **66**: 1360-1376.
- Weber, M.G. & van Cleve, K. (1981).** Nitrogen dynamics in the forest floor of interior Alaskan black spruce ecosystems. *Can. J. For. Res.* **11**: 743-751.

Zusammenfassung

Nach einem Vergleich der Entwicklung der Agrarböden und Waldböden wird die Ein- und Austragungsbilanz der Waldböden erörtert. In der einschlägigen Literatur wird betont, daß Zweighäcksel im Bereich der organischen Bodenverbindungen dazu beiträgt, Leben und Vielfalt edaphischer Organismen zu erhalten. In einem System Wald-Wald bringt das Zerkleinern der Hiebreste viele Vorteile. Das hier angewendete Modell ist das einer Weißfichtenpflanzung (*Picea glauca*), die eine frühere Aspenpflanzung ersetzt hat. Ein erstes Forschungsprojekt unter dem Titel "Auswirkungen von Häcksel (FZH) auf die Stickstoffdynamik und die biologische Aktivität des Bodens" ist bereits im Gange. An dem zweiten Projekt, das den Namen "SYNERGIES" trägt, sind mehrere Forscherteams beteiligt. Man hofft, auf diese Weise die Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie die Konkurrenz der Pflanzen einschränken zu können und gleichzeitig den Boden mit Nährstoffen anzureichern sowie die Tätigkeit der Bodenfauna zu stimulieren. Es konnte gezeigt werden, daß die Art und Weise der Saatterdung das Verhalten des Fichtentriebwicklers beeinflußt. Dementsprechend kann sich die Verwendung von Häcksel günstig auf den Boden auswirken. Künftige Beobachtungen und Messungen sollen Angaben über die Temperatur der Streuschicht, den Zersetzungsprozeß sowie die Pilzbildung und die Einnistung der myzetophagen Bodenfauna liefern. Zur Überprüfung verschiedener Hypothesen wird mit Hilfe des Isotops ¹⁵N eine Untersuchung des Stickstoffkreislaufs durchgeführt.

Abstract

After comparing agricultural and forest soil evolution, data collected from inputs and outputs with forest soils were analysed. Scientific literature review underlines the contribution of RCW to the organic compounds pool in sustaining soil organisms, life and diversity. In a forest-forest system, chipping timber wastes bring numerous benefits. A white spruce (*Picea glauca*) plantation was taken as a model from a trembling aspen stand. The first research project is conducted under the title of «Effets des bois raméaux fragmentés (BRF) sur la dynamique de l'azote et l'activité biologique du sol». The second research project, «SYNERGIES» to be conducted with many scientific researchers teams. Our goal is to reduce both phytocides and plant competition by increasing nutrients availability and soil fauna activity. By changes in the nutrition status of saplings, behavior of spruce budworm was clearly altered. The use of RCW left on soil could be beneficial. Observations and temperature readings will be made on the litter, as observation on decay process and soil colonization by fungus and fungus browsing fauna. A nitrogen cycle study will use ¹⁵N isotope for checking many hypothesis.

Resumen

Después de haber comparado la evolución de los suelos agrícolas y forestales, se pasa a explicar la balanza de aportaciones y de exportación de suelos forestales. La bibliografía subraya la aportación de astillas al conjunto de compuestos orgánicos del suelo en el mantenimiento de la vida y la diversidad de organismos edáficos. En un sistema forestal-forestal, la fragmentación de desechos de cortes tiene numerosas ventajas. El modelo retenido es el de una plantación de abeto blanco (*Picea glauca*) a partir de la conversión de una alameda. Ya está en marcha un primer proyecto de investigaciones bajo el título de "Efectos de las astillas sobre la dinámica del nitrógeno y la actividad biológica del suelo" (Effets des bois raméaux fragmentés (BRF) sur la dynamique de l'azote et l'activité biologique du sol). El segundo proyecto, que trata sobre las SINERGIAS, reunirá numerosos equipos de investigadores. Asimismo, se espera poder reducir la utilización de fitocidas, que compiten por los nutrientes, enriqueciendo el suelo con sustancias nutritivas y estimulando el trabajo de la pedofauna. Cambiando el modo de nutrición de los semilleros, se ha demostrado una influencia sobre el comportamiento de la mariposa de la yema del abeto. Además, las astillas aplicadas al suelo podrían ser beneficiosas para este fin. Se harán observaciones y mediciones sobre la temperatura del lecho, los procesos de descomposición así como la colonización debida a los hongos y la pedofauna fungívora. Se hará un estudio del ciclo del nitrógeno con ayuda del isótopo ^{15}N para verificar varias hipótesis.

Sommario

Con un paragone tra evoluzione dei terreni agricoli e boscati, viene spiegato il bilancio tra apporto ed esportazione dai terreni boscati. La documentazione sottolinea l'apporto dei ramoscelli frammentati (BRF) all'insieme dei composti organici del suolo attraverso la conservazione della vita e della diversità degli organismi edafici. In un sistema foresta-foresta, la frammentazione dei residui del taglio offre numerosi vantaggi. Il modello preso in considerazione è quello di una piantagione di piceo glauco (*Picea glauca*) a partire dalla conversione di un pioppeto. È già in corso un primo progetto di ricerca denominato "Effetti dei ramoscelli frammentati sulla dinamica dell'azoto e l'attività biologica del suolo". Il secondo progetto, intitolato "SINERGIE", vedrà riuniti numerosi gruppi di ricercatori. Si spera di poter così ridurre l'uso dei fitocidi e la competizione, arricchendo al tempo stesso il suolo di sostanze nutritive e stimolando il lavoro della pedofauna. Cambiando il genere di nutrizione dei semenzai, è stata dimostrata l'influenza sul comportamento della tortrice delle gemme di piceo. Così, allo stesso scopo, potrebbero essere di beneficio anche i BRF che ricoprono il suolo. Si effettueranno osservazioni e misurazioni sulla temperatura della lettiera, i processi di decomposizione e la colonizzazione da parte di funghi e pedofauna fungivora. Verrà compiuto uno studio sul ciclo dell'azoto per mezzo dell'isotopo ^{15}N al fine di verificare varie ipotesi.

Resumo

Depois de se ter comparado a evolução dos solos agrícolas e florestais, o balanço das importações e das exportações nos solos florestais ficou explicado. A literatura sublinha a contribuição das aparas de ramos fragmentados (ARF) para o «pool» dos compostos orgânicos do solo, e realça a sua acção na manutenção da vida e da diversidade dos organismos edáficos. Num sistema de exploração florestal, a fragmentação dos ramos provenientes do abate tem numerosas vantagens. O modelo em causa retido é o de uma plantação de piceas (*Picea glauca*) («Efeitos das aparas de ramos fragmentados (ARF) sobre a dinâmica do azoto e a actividade biológica do solo»). O segundo projecto, intitulado «SYNERGIES», (Sinergias), irá reunir numerosas equipas de investigadores. Espera-se, assim, poder reduzir a utilização de fitocidas a concorrência, ao mesmo tempo que se enriquece o solo com substâncias nutritivas, e se estimula o trabalho da pedofauna. Ao mudar a forma de nutrição das plantas, foi demonstrada uma influência sobre o comportamento do besouro dos rebentos de piceas. Assim, as ARF aplicadas ao solo poderiam ser benéficas para este fim. Serão feitas observações e medições sobre a temperatura nas camadas de aparas e nos processos de decomposição, nem como sobre a colonização pelos fungos e sobre a pedofauna fungívora que neles vive. Será feito também um estudo sobre o ciclo do azoto pelo isótopo ^{15}N para verificar várias hipóteses.

ESSAIS DE FERTILISATION ORGANIQUE AVEC LES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS DE FILAO (*Casuarina equisetifolia*) DANS LES CUVETTES MARAICHÈRES DES NIAYES (SÉNÉGAL).

par

Mamadou Amadou Seck*

École Nationale Supérieure de Technologie

Université Cheikh Anta Diop

Dakar

SÉNÉGAL

Résumé

La zone des Niyaes au Sénégal s'étend sur la côte depuis Dakar jusqu'à Saint-Louis sur une distance de 200 km. Elle fournit le principal des denrées maraichères pour la ville de Dakar. L'arrivée à maturité des plantations de *Casuarina equisetifolia* de cette zone rend disponible les bois de rameaux qui ne sont pas utilisés comme bois de feu. Un avant-projet d'utilisation et de fragmentation, sous la forme de BRF en culture maraichère, a été financé par l'Agence Canadienne de Développement International dans le cadre du projet CTL (Conservation des Terroirs Littoraux). Le projet comprenait 5 parcelles tests et 5 parcelles témoins. Chaque parcelle comprend 80 plantes de *Solanum æthiopicum*. On y a mesuré les rendements en légumes, la biomasse primaire, la teneur en C et N des plantes et le rapport C/N du sol. Dans l'ensemble, la production a doublé à tous les niveaux, mais le plus étonnant a été la disparition des nématodes sur le système racinaire des plantes-tests par rapport aux témoins particulièrement infestés. La flore adventice des parcelles-tests a été beaucoup moins agressive que celle des parcelles témoins. Un appel a été fait auprès du Centre de Recherche en Développement International (CRDI) pour le financement d'un projet de recherche plus important encore.

Je voudrais avant tout, remercier mon collègue et ami, le Professeur Lemieux, pour l'invitation qu'il m'a adressée de présenter une communication à ce colloque. Mon plaisir est d'autant plus grand que j'en suis à mon second séjour dans la Vallée de la Matapédia. J'en profite pour adresser un salut fraternel à mes amis Gaëtan Roy et Gaëtan Ruest, dans une perspective de collaboration qui dépasse largement le problème des BRF. Il y a un jumelage possible entre la Vallée de la Matapédia et celle de mon village Ayam.

Dans un premier temps, je m'attarderai à camper la problématique des BRF au Sénégal et dans la zone où nous avons expérimenté. La zone des Niyaes se situe entre Dakar et Saint-Louis, sur une distance de 200 km. Plus de 85% de la consommation de légumes dans les villes de Dakar et de Thiès provient de cette zone. Ceci indique clairement l'importance stratégique de cette zone, au point de vue alimentaire. Suite à l'indépendance et à cause de l'exode rural, un certain nombre de Sénégalais se sont regroupés à

*Le rôle des Niyaes
par rapport à Dakar.*

la périphérie des villes et ont créé nombre d'emplois nouveaux en y pratiquant le maraîchage.

Une zone pauvre en matière organique.

Cette zone des Niayes est caractérisée par un sol très pauvre en matière organique, ce qui oblige les maraîchers à utiliser de façon massive les engrais minéraux et organiques. Les plus utilisés sont les composts de coques d'arachides, de balles de riz, les déchets de poissons, le fumier de cheval et la fiente de volaille. Les amendements organiques coûtent de plus en plus cher, compte tenu de la capacité de payer des maraîchers sénégalais. Le prix du kilo varie entre 20 et 40 F CFA (1 franc CFA = 0,055\$ CA.).

Des BRF de filao disponibles.

Quelle est donc l'importance que représente l'utilisation des BRF? L'Agence canadienne de développement international (ACDI) a pris l'initiative de financer un projet d'implantation forestière de la zone qui va de Dakar à Saint-Louis et ce, sur une largeur d'au moins 300 mètres. Cette forêt de filaos est maintenant à maturité et doit faire l'objet d'une exploitation. La question qui se pose maintenant est de savoir s'il est plus intéressant d'utiliser, comme amendement organique, les biosurplus de l'exploitation des fûts plutôt que de risquer des incendies forestiers en les laissant sur place. Il est entendu que les grosses branches seront utilisées comme bois de feu par les populations locales, alors que les petites branches seront laissées sur place.

Un projet pilote en zone maraîchère financé par l'ACDI.

En accord avec l'organisme financé par le gouvernement canadien, le projet CTL (Conservation des Terroirs du Littoral), nous avons donc mis en place des projets pilotes, en coopération avec des groupes de maraîchers de la zone. Le but de ces projets était de démontrer la faisabilité et la possibilité de l'utilisation des BRF comme alternative aux autres amendements organiques.

Établissement de 5 blocs d'essais avec Solanum æthiopicum.

Les Niayes sont constituées de dunes et de zones de déflation, ou «cuvettes», utilisées par les maraîchers. Nous avons choisi trois cuvettes; des maraîchers responsables et un groupe de paysans y suivent l'évolution des plantes après la mise en place des BRF. Dans chaque cuvette, nous avons établi 5 blocs traités avec des BRF et 5 blocs témoins sans

BRF. Nous avons sélectionné un certain nombre de paramètres pour évaluer le rendement de ces BRF, et ce sont:

- la croissance de 80 plantes pour les parcelles traitées et le même nombre pour les parcelles témoins.
- le rendement en légumes
- la biomasse primaire (parties épigées et hypogées des plantes)
- la teneur en azote et carbone des plantes.
- la teneur en carbone et en azote du sol des parcelles traitées et des parcelles témoins. Les mesures sont faites à tous les quinze jours.

La première cuvette sur une jachère.

La première cuvette, qui avait été en jachère au cours des cinq années précédentes, montre une différence appréciable entre la parcelle traitée et la parcelle témoin. Cette différence s'est maintenue après 40 jours.

La seconde de meilleure qualité.

La seconde cuvette, qui avait porté des cultures d'oignons et de tomates l'année précédente avec l'utilisation d'amendements organiques, confirme les résultats de la première cuvette, mais en mieux encore. La différence de croissance en hauteur des plantes s'accroît de jour en jour entre la parcelle traitée et la parcelle témoin. Après 40 jours, la taille des plantes des parcelles traitées est de 30 à 40 cm supérieure à celle des parcelles témoins.

La troisième cuvette présente les caractéristiques des parcelles 1 et 2 avec une différence moindre, mais qui demeure importante néanmoins.

Une différence importante par rapport aux témoins.

On peut donc faire les observations suivantes à la suite de ces résultats: dans la parcelle qui avait reçu des amendements organiques, la différence est la plus grande par rapport aux parcelles témoins, ce qui se vérifiera encore de façon plus spectaculaire lorsque nous mesurerons la production.

La plante indicatrice que nous avons utilisée est la tomate amère, *Solanum æthiopicum*, de la famille des Solanacées. La récolte de fruits de la première cuvette est de 54 kg pour la parcelle traitée et de 29 kg pour la parcelle témoin. Dans la seconde cuvette, la parcelle traitée donne

108 kg et la parcelle témoin, seulement 60 kg. Le même scénario se répète pour la troisième cuvette.

Après 40 jours, nous avons donc mesuré la biomasse primaire fraîche des trois cuvettes, c'est-à-dire l'ensemble des racines et des tiges.

La production de fruits a doublé.

La parcelle traitée de la première cuvette a donné 15 kg pour la partie épigée et 4 kg pour la partie hypogée, alors que la partie hypogée de la parcelle témoin était de 13 kg. En ce qui regarde la deuxième cuvette, la différence est encore plus importante avec 22 kg pour la parcelle traitée et de 15 kg pour la parcelle témoin. Le scénario demeure le même pour la troisième cuvette.

Mêmes observations pour la biomasse.

En ce qui regarde le contenu en azote de la biomasse, la différence demeure également très importante en faveur des parcelles traitées par rapport aux parcelles témoins dans les trois cuvettes.

Le contenu en azote de la biomasse supérieur celui des témoins.

Pour ce qui est de l'azote du sol, dans la première cuvette, le taux augmente au début pour chuter à la fin. Dans la deuxième cuvette, lorsque nous avons arrêté nos mesures, le taux augmentait encore. Ceci explique bien la différence entre les différentes cuvettes où les parcelles traitées ont toujours un taux d'azote nettement plus important que les parcelles témoins.

Même réponse du carbone.

Quant au carbone, il se comporte tel que prévu: une augmentation au début et une chute à la fin.

Une stabilisation du pH à 7,0.

Dans le cas du pH, il diminue à l'application des BRF: de 8,0 à l'origine, il se stabilise autour de 7,0.

Une disparition des nématodes dans les parcelles traitées.

Nous avons fait une observation à laquelle nous ne nous attendions pas et qui nous semble fondamentale: dans les parcelles traitées nous n'avons pas observé de nématodes sur les systèmes racinaires, alors que les plantes des parcelles témoins en étaient largement pourvues.

L'humidité du sol plus importante et plus persistante.

Un autre facteur très important que nous avons observé est l'humidité du sol. Là où nous avons appliqué des BRF, l'humidité est importante et elle persiste, alors que nous

n'avons observé rien de semblable dans les parcelles témoins.

Une flore adventice moins agressive.

En ce qui regarde la flore adventice, il y a également des observations intéressantes et importantes. Dans les parcelles témoins, il y a quelques mauvaises herbes, mais en terme de densité, elles sont nettement moins abondantes dans les parcelles traitées que dans les parcelles témoins.

Une ouverture importante à la lutte biologique contre les nématodes.

Dans l'avenir nous envisageons d'approfondir ces questions fondamentales, et en particulier, pour la lutte biologique contre les nématodes. Si cette observation s'avère être une découverte dans la lutte contre les nématodes, elle sera importante et fondamentale.

Nous espérons le financement d'un projet bien plus important sur les BRF.

Nous nous sommes présentés aux bureaux du Centre de recherche en développement international (CRDI) à Dakar, une agence subsidiaire de l'ACDI, pour discuter de nos observations avec M. André Létourneau de l'ambassade du Canada et du financement d'un projet de recherche plus important. Nous misons beaucoup sur cet aspect pour aller de l'avant.

Zusammenfassung

Das Niyacs-Gebiet im Senegal, ein 200 km langer Küstenstreifen von Dakar bis Saint-Louis, deckt den Großteil des Gemüsebedarfs der Hauptstadt Dakar. Die dort wachsende *Casuarina equisetifolia* liefert Zweigwerk, das nicht als Feuerholz verwendet wird. Das kanadische Amt für internationale Entwicklung (ACDI/CIDA) hat dort im Rahmen des Großprojekts CTL (Erhaltung des Küstenlandes) ein Vorprojekt finanziert, das die Zerkleinerung und Verwendung der Zweige in Form von Zweighäcksel im Gemüseanbau vorsah. Die Versuchsanordnung umfaßte fünf Parzellen sowie fünf Kontrollparzellen ohne Häckselauflage. Auf jeder Parzelle wurden 80 *Solanum aethiopicum*-Pflanzen angebaut. Gemessen wurden Ertrag, primäre Biomasse, Gehalt der Pflanzen an C und N sowie das C/N-Verhältnis des Bodens. Insgesamt hat sich die Produktion verdoppelt, und zwar in jeder Hinsicht. Am erstaunlichsten war jedoch, daß im Wurzelsystem der Pflanzen auf den Parzellen mit Häcksel keine Nematoden gefunden wurden, während die Kontrollparzellen stärkstens verseucht waren. Die Adventivflora der Parzellen mit Häcksel (FZH) erwies sich als weit weniger aggressiv als auf den Kontrollparzellen. Beim kanadischen Forschungszentrum für internationale Entwicklung (CRDI/IDRC) wurde die Finanzierung für ein noch umfassenderes Forschungsprojekt beantragt.

Abstract

In Sénégal, the coastal region of Niayes ranges from St-Louis to Dakar on a distance of 200 km. It is the main producing area of garden products for Dakar. Mature stands of *Casuarina equisetifolia* could provide ramial wood available, if not used for firewood. A project was initiated for twigs chipping for production of Ramial Chipped Wood (RCW), and was funded by the Canadian International Development Agency (CIDA) within the framework of the CTL (Conservation des Terroirs Littoraux) project. Five treated plots and an equal same number of check plots were established. In each plot 80 plants of *Solanum aethiopicum* were used. Yield were measured for primary biomass and C/N ratio of both plant and soil. On the whole, production has more than doubled at all levels and nematodes have disappeared from the root system except in the check plots. It was also noticed that weeds were much less aggressive in treated plots. A request has been made to International Research Development Center (IRDC) for more elaborate research project.

Resumen

La zona de Niyaes en Senegal se extiende sobre la costa que va desde Dakar hasta Saint-Louis sobre una distancia de 200 km. Esta zona es la principal fuente de productos hortícolas para la ciudad de Dakar. Cuando las plantaciones de *Casuarina equisetifolia* de esta zona llegan a su madurez, entregan las ramas que no utilizan como leña. Un anteproyecto de utilización y fragmentación de estas ramas para convertirlas en astillas y aplicarlas en cultivos hortícolas ha sido financiado por la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI) en el marco del proyecto Conservación de Terrenos Litorales (CTL). El dispositivo experimental comprende 5 parcelas con astillas y 5 parcelas piloto, sin astillas. En cada parcela se cultivaron 80 plantas de *Solanum aethiopicum*. Se ha medido el rendimiento, la biomasa primaria, el contenido de carbono y nitrógeno de las plantas y la relación carbono/nitrógeno del suelo. En conjunto, la producción se ha duplicado en todos los niveles, pero lo más asombroso ha sido la desaparición de nematodos del sistema de raíces de las plantas en las parcelas con astillas con relación a las parcelas particularmente infestadas. La flora adventicia (malas hierbas) de parcelas con astillas ha sido menos agresiva que la de las parcelas piloto. Se ha presentado una solicitud al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) con el fin de que financie un proyecto de investigaciones más importante aún.

Sommario

La zona dei Niyaes, in Senegal, si estende per 200 km lungo la costa da Dakar a Saint-Louis, e fornisce l'ortaggio principale per la città di Dakar. Quando le piantagioni di *Casuarina equisetifolia* di questa zona raggiungono la maturità, si può raccogliere il legno dei ramoscelli che non vengono utilizzati a scopo combustibile. Un progetto-pilota di utilizzo e frammentazione, sotto forma di ramoscelli frammentati (BRF) nella coltura orticola, è stato finanziato dall'Ente canadese per lo sviluppo internazionale (ACDI) nell'ambito del progetto CTL (Conservazione dei Territori Litorali). L'esperimento comprendeva 5 lotti con BRF e 5 campionature prive di BRF. In ogni lotto erano coltivate 80 piante di *Solanum aethiopicum*. Si è proceduto a misurare il rendimento, la biomassa primaria, il tenore in C e N delle piante e il rapporto C/N del suolo. Nell'insieme, la produzione si è raddoppiata a tutti i livelli, ma il fatto più sorprendente è stata la sparizione dei nematodi dal sistema radicale delle piante nei lotti con BRF in rapporto alle campionature particolarmente infestate. La flora adventizia dei lotti con BRF è apparsa molto meno aggressiva di quelle delle campionature. È stata avanzata domanda presso il Centro di ricerca per lo sviluppo internazionale (CRDI) affinché venga finanziato un progetto di ricerca ancora più importante.

Resumo

A zona dos Niyaes, no Senegal, estende-se ao longo da costa, desde Dacar até Saint-Luis, numa distância de 200 km. Ela fornece a maior parte dos gêneros hortícolas à cidade de Dacar. Uma vez atingida a idade adulta das plantações de *Casuarina equisetifolia*, nesta zona ficam disponíveis os ramos que não são utilizados como lenha para usos domésticos. Um anteproyecto de utilização e de fragmentação, sob a forma de aparas de ramos fragmentados (ARF) em cultura hortícola, foi financiado pela Agência Canadiana de Desenvolvimento Internacional (ACDI), no âmbito do projecto CTL (Conservação dos Terrenos Litorais). O projecto continha 5 parcelas com ARF e 5 parcelas testemunhas (sem ARF). Cada parcela continha 80 plantas de *Solanum aethiopicum*. Foi medido o rendimento, o da produção, a biomassa primária, os teores de C e de N nas plantas e a relação C/N do solo. No conjunto, a produção duplicou a todos os níveis, mas o mais espantoso foi o desaparecimento dos nemátodes no sistema radical das plantas existentes nas parcelas em que se utilizou ARF relativamente às testemunhas particularmente infestadas. A flora adventícia das parcelas com MRF foi muito menos agressiva do que a das parcelas testemunhas. Foi feito um pedido ao Centro de Investigação para o Desenvolvimento Internacional (CRDI), o fim de financiar um projecto de investigação ainda mais importante.

LA CARACTÉRISATION ET LA VALORISATION AGRICOLE DES BRF ET LEURS IMPACTS SUR LE SOL ET LES CULTURES.

par

Chantal Beauchamp*

Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation

Université Laval

Québec G1K 7P4

QUÉBEC

Canada

Résumé

Le travail de caractérisation a été fait à la demande de la société Hydro-Québec qui a une production annuelle de plus de 100 000 tonnes. Cette caractérisation fut entreprise dans un optique d'utilisation agricole dans les différentes régions du Québec. Les BRF contiennent 95% de matière organique avec un rapport carbone/azote variant de 75/1 à 150/1. Après avoir évalué les formes sous lesquelles se présente l'azote, le potassium et le phosphore ont également fait l'objet de mesures. Les faibles quantités de nutriments nous font considérer les BRF comme un amendement humifère. Les analyses montrent que les BRF, provenant des milieux urbains ou le long des routes, ne contiennent pas de métaux lourds. L'application du test du cresson montre qu'une certaine phytotoxicité apparaît au début, inhibant partiellement le développement du système racinaire. Des essais ont été faits avec le maïs, les tomates et les pois portant sur la disponibilité des nutriments avec des applications allant jusqu'à 225 m³/ha, mais toujours avec un supplément d'engrais azoté. Toutes les plantes étaient en parfaite santé. Il faut travailler à comprendre la phytotoxicité mineure au niveau des racines. Peu ou pas d'effets négatifs ont été notés sur le sol, si ce n'est qu'un léger déficit en azote dans les premiers temps qui se résorbe rapidement. La dose de 150 m³/ha semble être optimum. Une augmentation de la population totale des champignons du sol a été observée avec une diminution de la fréquence des maladies de la pomme de terre avec une augmentation des phosphates, du magnésium et du potassium chez les tubercules. L'utilisation des BRF permet non seulement de maintenir la qualité de la production de la pomme de terre, mais également d'augmenter la diversité de la vie biologique du sol avec tous les effets bénéfiques qui s'en suivent.

Je remercie le Professeur Lemieux pour cette invitation. Comme je me rends compte que plusieurs chercheurs travaillent sur les BRF depuis 1970, j'en suis presque rendue à me demander si je dois continuer dans ce domaine.

Une deuxième année de travaux sur les BRF.

Nous, à la Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'Alimentation et particulièrement au Centre de recherche en horticulture, nous en sommes uniquement à notre deuxième année d'étude sur les bois raméaux, mais je vous ferai part de nos travaux qui sont préliminaires jusqu'à un certain point.

Un travail d'équipe.

Ces travaux sont ceux d'une équipe. Je profite de l'occasion pour souligner l'importance de l'apport de Serge Yelle qui nous facilite l'accès à tout ce qui se fait à la ferme «Joseph Rhéaume». Il y a aussi des professionnels de recherche, comme Théophile Paré, qui ont participé à ces travaux et Johanne Tremblay qui poursuivra ses études au niveau de la maîtrise sur ce projet-ci.

Une caractérisation des BRF produits par Hydro-Québec.

Nous parlerons donc de la caractérisation physico-chimique et biologique des BRF. Le Québec produit beaucoup de BRF. Pour sa part, Hydro-Québec en produit pas moins de 100 000 tonnes sur une base annuelle. Ces BRF sont dirigés de façon traditionnelle vers des sites d'enfouissement sanitaires ou tout simplement brûlés.

Les contraintes environnementales forcent la valorisation.

La société Hydro-Québec a trouvé peu de façons de valoriser ces BRF, et il semble bien que cette société soit rendue à un point où il lui faut se poser des questions sérieuses sur l'utilisation de cette riche matière. La question est donc posée à savoir si elle doit favoriser l'utilisation des BRF tant en agriculture qu'en foresterie.

Une évaluation des contraintes posées en agriculture.

On a caractérisé ces matériaux selon leur mode de production. Nous aurions pu caractériser chaque essence en particulier, mais ceci n'aurait pas répondu aux besoins de la société Hydro-Québec. Peut-on vraiment utiliser ces résidus, en agriculture considérant les contraintes qu'ils présentent?

Une étude régionale plutôt que spécifique.

Nous avons étudié les BRF de quatre régions différentes du Québec et ceci, tout au long de l'année, l'hiver compris. Nous avons caractérisé les BRF provenant des régions de Montréalais, de Montmorency (Québec), du Saguenay et des Laurentides.

Une proportion importante de résineux.

Mise à part la région montréalaise, les autres régions ont des BRF particulièrement riches en résineux dont l'épinette (*Picea spp*) est le plus important. Pour ce qui est des feuillus, le genre le plus représenté est l'érable (*Acer spp*). Les BRF produits par Hydro-Québec sont de dimensions variables. Nous pouvons facilement visualiser la présence de 20% de résineux dans la masse.

Une variation du rapport C/N de 75/1 à 150/1.

La caractérisation chimique des ces BRF révèle une quantité de matière organique très importante, soit près de 95%, la différence étant représentée par des cendres. Le pourcentage de carbone est relativement stable. La plus grande variation est celle de l'azote, résultat de la présence plus ou moins importante de feuilles et du diamètre des

tiges récoltées. Le rapporte carbone/azote varie de 75/1 à 150/1.

Les formes d'azote.

On a également déterminé sous quelles formes se présentait l'azote sous forme de nitrates ou sous forme d'ammonium. Il en fut de même des quantités totales de phosphore et de potassium.

Les BRF, un amendement humifère.

En agriculture, on utilise les ressources du sol en les consommant, alors que les BRF ne comportent pas de produits que l'on peut caractériser de fertilisants. Les quantités de nutriments présentes dans les BRF sont faibles et ne sont pas immédiatement disponibles pour les plantes. On doit donc considérer les BRF comme un apport en matière organique, donc des amendements humifères.

À la recherche des métaux lourds.

Comme les BRF ont été souvent récoltés le long des routes dans la région montréalaise ou québécoise, nous désirions savoir si ces BRF pouvaient être contaminés par les métaux lourds issus d'échappements des gaz des véhicules.

Ils sont totalement absents.

Nos analyses montrent que les quantités de métaux lourds sont extrêmement faibles, et dans la majorité des cas, impossibles à détecter, donc totalement absents.

Une variation «régionale» du taux de germination du cresson.

On a donc poursuivi notre caractérisation en réalisant des tests de germination à l'aide du cresson (*Nasturtium sp.*). Ces tests ont été mis au point pour évaluer la maturité des composts. Ils ont été réalisés en laboratoire sur plats de Pétri. Selon la région considérée, les pourcentages de germination étaient différents. Les BRF de la région Montmorency présentent le taux de germination le plus élevé, soit 82%. Cette région est suivie par celle de Montréal contenant uniquement des feuillus, puis par la région des Laurentides et celle du Saguenay.

Un léger effet toxique sur le développement du système racinaire du cresson.

C'est le développement du système racinaire qui est important dans ce test et toutes les régions ont montré un effet inhibiteur. Les racines étaient toujours plus courtes dans les tests, comparées à un témoin. On observe donc en laboratoire de petits effets phytotoxiques sur la germination des plantes.

*Aucune déficience
en nutriments.*

Deux bioessais ont été réalisés en serre pour observer les effets des BRF sur le sol même. Le premier essai a consisté à ajouter des BRF de différentes régions à différentes doses d'application, en utilisant des plantes standard et témoins dont on connaît très bien la réponse. Il s'agit du maïs (*Zea mais.*) pour lequel l'apparition de teintes foliaires jaunâtres ou rougeâtres sont des carences en phosphore. Il en va de même avec la tomate (*Lycopersicum spp.*) qui est très sensible aux contaminants organiques. On a également utilisé le pois (*Pisum spp.*) , afin d'avoir une légumineuse dans nos essais.

*Une variation des
doses de BRF à
l'hectare.*

Le second essai s'est concentré sur une région en particulier, en utilisant différentes doses d'application avec des fractions de BRF différentes. Ces doses pouvaient représenter des quantités atteignant 225m³/ha. Ces BRF ont été ajoutés à un sol agricole provenant de la ferme Joseph Rhéaume de Sainte-Croix-de-Lotbinière, avec de la perlite pour empêcher le compactage par les arrosages qui pourraient apporter des modifications au substrat lui-même, non pas aux BRF.

*Une addition d'azo-
te chimique.*

Tous ces essais ont fait l'objet d'une fertilisation complémentaire. La base de cette fertilisation a été celle mise de l'avant par deux thèses de maîtrise faites récemment à la Faculté concernant les BRF. Dans les deux cas, la conclusion a été d'ajouter des fertilisants de façon à contrer l'immobilisation de l'azote par les microorganismes.

*1% d'azote supplé-
mentaire.*

En appliquant les BRF au sol, on ajoute une certaine quantité de carbone disponible aux microorganismes, favorisant ainsi leur croissance et le captage de tout l'azote disponible dans le sol. Ceci ne survient que lorsqu'on fait l'incorporation des BRF, non pas lorsque ces derniers sont appliqués en paillis. On a donc appliqué les recommandations, soit l'ajout de 1% d'azote.

*Aucune carence nu-
tritionnelle obser-
vées.*

Dans tous les cas, les plantes étaient en excellente santé, sans carences minérales et toutes les mesures n'ont montré aucune diminution de rendement. Les diminutions ne se sont manifestées qu'au niveau de la longueur des racines. Il est possible que certains produits phytotoxiques aient

diffusé au niveau des racines. Toutefois, on ne peut rien affirmer à ce stade, et des travaux de recherche plus poussés doivent se faire pour caractériser ce phénomène.

Le taux de germination affecté par la taille des semences.

On a également noté une diminution de la germination, mais pour certaines espèces végétales seulement. L'explication semble résider dans la taille des semences, c'est-à-dire lorsqu'elles sont petites.

150 m³/ha semble être la dose optimum.

Pour ce qui est du second essai portant sur la dimension des BRF, le poids sec de la partie hypogée s'est accru jusqu'aux doses de 150 m³/ha et a fléchi à 225 m³/ha. La quantité de 150 m³/ha semble la dose optimum pour les essais en serre.

Pas de trop petits BRF.

Un problème du même type s'est présenté lors des tests de germination où plus les BRF sont petits, plus le taux de germination fléchit pour certaines espèces comme la tomate.

Excellents résultats en fractionnant l'application d'azote.

Un autre essai a été fait à la ferme Joseph Rhéaume en fractionnant la fertilisation azotée en différentes doses au cours de l'été. Les BRF ont été épanchés à la ferme et nous avons noté une excellente germination, sans aucun effet phytotoxique. Les doses ont été appliquées à trois époques différentes.

Peu d'effets physiques ou chimiques perceptibles à court terme.

Ces essais nous montrent qu'on obtient les mêmes résultats à la germination avec ou sans BRF, s'il y a un apport d'azote. Peu de modifications ont été notées au niveau de la chimie et de la physique des sols. Ceci était prévisible à court terme, mais devrait être différent à long terme, puisque la transformation se fait sur deux ou trois saisons.

Une augmentation des champignons totaux et une baisse des «maladies» de la pomme de terre.

En ce qui regarde les populations microbiennes, on a observé une augmentation des champignons totaux dans le sol. Ceci souligne que les organismes qui dégradent la cellulose sont vraiment en action. Ceci indique également que des champignons comme *Trichoderma*, *Penicillium* et *Aspergillus* sont en croissance dans le sol, montrant ainsi des baisses au niveau des maladies sur les tubercules de pomme de terre. Ces baisses ne sont pas statistiquement significatives, mais elles sont présentes, montrant ainsi une

moins grande fréquence des maladies avec les BRF que sans eux.

Une augmentation de la qualité des tubercules de pomme de terre en P, K et Mg.

Les analyses des tubercules de pomme de terre nous ont montré l'accroissement des teneurs en phosphore, potassium et magnésium. Pour la qualité de la pomme de terre, ces aspects nutritionnels sont très intéressants.

Les BRF sont un amendement humifère.

On doit conclure que les BRF ne sont pas des fertilisants, mais bien des amendements humifères. Leur utilisation peut causer de petits problèmes de phytotoxicité, mais vraiment mineurs lorsqu'ils sont incorporés aux sols agricoles, ou encore tout à fait inexistant.

Les difficultés du lit de semence.

Par contre, il faut noter que l'utilisation de semences de petite taille peut apporter des difficultés: le lit de semences n'étant pas toujours convenable à la germination.

Les BRF sont riches en matière organique mais faibles en NPK.

Les BRF sont riches en matière organique, mais faibles en N,P,K, et ne représentent aucun risque de contamination des terres agricoles en métaux lourds.

La dose optimale de BRF est de 150 m³/ha.

La dose de 150 m³/ha recommandée par le Groupe de coordination sur les bois raméaux nous a semblé la meilleure au niveau des résultats obtenus et nous semble la dose optimale à conserver.

Éviter l'immobilisation de l'azote.

Les rendements de pomme de terre peuvent être maintenus si on fait les correctifs nécessaires par des engrais. Ils doivent être appliqués selon les besoins de la plante, évitant ainsi qu'une trop grande quantité d'azote soit immobilisée par les microorganismes.

L'utilisation des BRF d'Hydro-Québec en agriculture, une solution environnementale.

Même si ces travaux sont très préliminaires, l'utilisation des BRF peut apporter une solution environnementale à l'élimination des résidus d'élagage d'Hydro-Québec. Cet apport de BRF va favoriser l'augmentation de la matière organique dans les sols agricoles.

Un espoir véritable pour la reconstitution de l'humus du sol.

Depuis des décennies, on pratique au Québec une agriculture intensive, utilisant ainsi de grandes quantités de fertilisants et oubliant toute la vie du sol. Les BRF nous permettent donc de restaurer cette vie du sol qui utilisera la

matière organique ainsi produite et qui, à son tour, sera dégradée pour permettre la reconstitution des humus nécessaires.

Zusammenfassung

Die Untersuchung wurde im Auftrag der Elektrizitätsgesellschaft Hydro-Québec durchgeführt, bei der jährlich mehr als 100 000 t Zweigholz anfallen; ihr Ziel war, festzustellen, ob und wie Häcksel «Fragmentiertes Zweigholz» (FZH) in den verschiedenen Regionen von Québec wirtschaftlich genutzt werden könnte. Häcksel enthält 95 % organische Stoffe mit einem C/N-Verhältnis zwischen 75:1 und 150:1. Nach Prüfung der verschiedenen Bindungsformen des Stickstoffs wurde auch der Kalium- und Phosphorgehalt gemessen. Da Häcksel (FZH) geringe Mengen an Nährstoffen enthält, bietet er sich als Zusatzmittel für die Humifizierung an. Analysen haben ergeben, daß Häcksel aus städtischen Bereichen oder von Straßenböschungen keine Schwermetalle enthält. Der Kressetest hat gezeigt, daß eine gewisse anfängliche Phytotoxizität teilweise die Entwicklung des Wurzelsystems hemmt. Zur Feststellung der Verfügbarkeit von Nahrungstoffen wurden Versuchspflanzungen mit Mais, Tomaten und Erbsen durchgeführt, wobei bis zu 225 m³ Häcksel pro Hektar, allerdings immer mit zusätzlichem Stickstoffdünger, aufgetragen wurden. Alle Pflanzen wuchsen vollkommen gesund heran. Nun gilt es herauszufinden, was es mit der schwachen Phytotoxizität im Wurzelbereich auf sich hat. Im Boden selbst wurden keine oder nur geringe Negativeffekte festgestellt, abgesehen von einem leichten Stickstoffmangel im Anfangsstadium, der jedoch schnell ausgeglichen wurde. Eine Häckselmenge von 150 m³/ha scheint die optimale Dosis zu sein. Es wurde eine Vermehrung von Bodenpilzen bei einem gleichzeitigen Rückgang der Kartoffelkrankheiten festgestellt. Weiterhin wurden in den Knollen erhöhte Phosphor-, Magnesium- und Kaliumgehalte gemessen. Die Verwendung von Häcksel gewährleistet nicht nur eine gleichbleibende Qualität der Kartoffelproduktion, sondern bereichert auch die Biodiversität des Bodens mit den daraus resultierenden Nutzeffekten.

Abstract

Hydro-Québec produces annually more than 100 000 tons of RCWs (Ramial Chipped Wood) and that material need to be characterized. This research was undertaken for an agricultural application in various regions of Québec. RCWs has an organic matter content of 95% with a carbon/nitrogen ratio (C/N) ranging from 75/1 to 150/1. Different forms of nitrogen were identified. Potassium and phosphorus were also determined. Due to their low nutrient content, RCW must be classified as humiferous amendments. Analysis show no heavy metals in RCW collected in urban areas and along highways. Tests with cress show some early phytotoxicity and some effects on root system growth. Bioassays were made with maize, tomatoes and peas in order to measure the available nutrients in various treatments up to 225 m³/ha with nitrogen supplements adjusted. All tested plants behaved normally. More must be known about the minor root phytotoxicity. No negative effects were noticed except a minor nitrogen deficit for a short period of time. The 150 m³/ha of RCW treatments to be optimum. An increase in the fungus population was noticed, as well as an increase in phosphate, magnesium and potassium contents in potato tubers plus a reduction of some diseases. The use of RCW as humiferous amendment maintains potato tubers quality with an increase in soil biological diversity and all other beneficial effects.

Resumen

El trabajo de caracterización se ha hecho a petición de la sociedad Hydro-Quebec, que produce más de 100 000 t/año de astillas (BRF). Esta caracterización se emprendió teniendo en mente la utilización agrícola de las astillas en las diferentes regiones de Quebec. Las astillas contienen 95% de materia orgánica con una relación de carbono/nitrógeno que varía entre 75/1 y 150/1. Después de haber evaluado las formas bajo las cuales se presenta el nitrógeno, el potasio y el fósforo han sido también objeto de mediciones. Las pobres cantidades de nutrientes nos han hecho considerar a las astillas como un abono humífero. Los análisis muestran que las astillas, provenientes de medios urbanos o rurales, no contienen metales pesados. La aplicación de la prueba de Cresson no muestra más que una cierta fitotoxicidad aparecida al principio, inhibiendo parcialmente el desarrollo del sistema de raíces. Se han hecho pruebas con el maíz, los tomates y los guisantes con relación a la disponibilidad de nutrientes, habiéndose hecho aplicaciones de hasta 225 m³/ha, pero siempre con un suplemento de nitrógeno fertilizante. Todas las plantas estaban en perfecto estado. Se debe trabajar para comprender la fitotoxicidad menor al nivel de las raíces. Pocos o ningún efecto negativo se han notado en el suelo, excepto un ligero déficit en nitrógeno en los primeros tiempos, que se corrige rápidamente. La dosis de 150 m³/ha parece ser óptima. Se observó un aumento en la población total de hongos del suelo, con una disminución de la frecuencia de enfermedades de la papa. Asimismo, se ha registrado un aumento del fósforo, el magnesio y el potasio en los tubérculos. La utilización de astillas permite no solamente mantener la calidad de la producción de la papa, sino igualmente aumentar la diversidad de la vida biológica del suelo con todos los efectos benéficos que se desprenden de ello.

Sommario

Il lavoro di caratterizzazione eseguito su richiesta della società Hydro-Quebec, produttrice di oltre 100 000 t/an. di ramoscelli frammentati (BRF), è stato intrapreso alla luce di un'ottica che mira alla loro utilizzazione agricola in varie zone del Quebec. I BRF contengono un 95% di sostanza organica con un rapporto C/N variante da 75/1 a 150/1. Dopo aver valutato le forme sotto cui si presenta l'azoto, si è ugualmente proceduto a misurare il potassio e il fosforo. Le quantità limitate di nutrimento ci inducono a considerare i BRF come un emendamento umifero. Le analisi mostrano che i BRF provenienti da ambienti urbani o lungo le strade non contengono metalli pesanti, e il risultato dell'esame del crescione evidenzia come all'inizio vi è una certa presenza di fitotossicità che impedisce parzialmente lo sviluppo del sistema radicale. Si sono anche fatti esperimenti con il granturco, i pomodori e i piselli relativamente al contenuto nutritivo per mezzo di applicazioni che arrivano fino a 225 m³/ha, ma sempre con un supplemento di fertilizzante azotato. Tutte le piante sono risultate essere in perfetta salute. È necessario ulteriore lavoro per comprendere la fitotossicità presente in grado minore a livello delle radici. È stata notata l'assenza o quasi di effetti negativi sul terreno, a parte una leggera mancanza di azoto negli stadi iniziali che poi si riassorbe rapidamente. La dose di 150 m³/ha sembra ottimale. Si è osservato un aumento della popolazione totale di funghi sul suolo con una diminuita frequenza di malattie della patata. Si è inoltre riscontrato un aumento di fosforo, magnesio e potassio nei tubercoli. L'utilizzo dei BRF non permette solamente di mantenere il livello qualitativo nella produzione di patate, ma anche di accrescere la diversità della vita biologica del terreno con tutte le conseguenze benefiche che ne derivano.

Resumo

O trabalho de caracterização foi feito a pedido da sociedade Hydro-Québec que produz mais de 100 000 t/ano de aparas de ramos fragmentados (ARF). Esta caracterização foi empreendida SOB uma óptica de utilização agrícola das ARF nas diferentes regiões de Quebec. As ARF contém 95% de matéria orgânica com uma razão C/N que varia de 75/1 a 150/1. Depois de se terem avaliado as formas sob as quais o azoto se apresenta; também se procedeu à avaliação dos teores do potássio e dos fósforo. As escassas quantidades de nutrientes levam-nos a considerar as ARF como um correctivo humífero. As análises mostram que as ARF, provenientes dos meios urbanos ou das bermas das estradas, não contém metais pesados. A aplicação do teste do agrião mostra que de início aparece uma certa fitotoxicidade que inibe parcialmente o desenvolvimento do sistema radicular. Foram feitos ensaios com o milho, tomates e as ervilhas sobre a disponibilidade dos nutrientes com aplicações que chegavamde a atingir 225 m³/ha, mas sempre com um suplemento de adubo azotado. Todas as plantas estavam em perfeitas condições sanitárias, mas é necessário trabalhar para compreender a fitotoxicidade menor a nível das raízes. Poucos ou nenhuns efeitos negativos foram notados no solo, salvo um ligeira carência em azoto durante os primeiros tempos, mas que desaparecia rapidamente. A dose de 150 m³/ha parece ser a óptima. Um aumento da população total dos fungos do solo foi observado conjuntamente com uma diminuição da frequência das doenças na batatateira tendo-se também registado um aumento dos teores de fósforo, magnésio e potássio nos tubérculos. A utilização das ARF permite não só manter a qualidade da produção da batata, mas também aumentar a diversidade da vida biológica do solo com todos os benefícios que daí resultam.

LES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS: UN AMENDEMENT ORGANIQUE POUR LES SOLS EN PRODUCTION HORTICOLE

par

Marcel Michaud*

Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation

337, rue Moreault

Rimouski G5L 1P4

QUÉBEC

Canada

Résumé

Cet exposé porte sur les difficultés d'introduire une nouvelle technologie en agriculture, particulièrement en maraîchage et en horticulture. La fertilisation, les pratiques culturales et l'emploi de phytocides engendrent une réduction de la matière organique puisqu'il n'y a presque pas de retour au sol. Il faut donc poser un **diagnostic** comprenant environ 10 à 12 points. Il faut également établir un **programme de régie** basé sur un ou des facteurs limitatifs. Enfin, il faut procéder à l'**analyse des conséquences et des risques**. Au Québec, la majorité des entreprises de production de pommes de terre ont un manque de matière organique comme facteur limitatif principal. Même si les BRF sont peu utilisés, ils ont démontré leur capacité à augmenter la vie du sol. On ne peut gérer le BRF comme une source traditionnelle de matière organique comme les fumiers. **On ne doit pas composter les BRF**. Appliqués en surface, les BRF nécessitent la première année 1 à 2 kg d'azote par tone de BRF. Aucune fumure azotée nécessaire les années suivantes. Les pailles, tourbes et sciures augmentent la présence de prédateurs microbiologiques des cultures. La deuxième année après l'application de BRF, on note une diminution importante de *Pythium*. Conservés quelques temps en tas, les BRF ne perdent presque pas de leurs qualités premières.

Je veux d'abord remercier les organisateurs de ce colloque qui nous permettent de faire une présentation sur l'utilisation des bois raméaux en horticulture.

Jusqu'ici, plusieurs exposés ont été présentés au sujet de la caractérisation et la valeur des BRF, mais mon propos est de vous exposer mes vues sur l'approche que l'on doit prendre pour vulgariser une nouvelle technologie et l'introduire en agriculture, et plus particulièrement dans les secteurs de l'horticulture, des maraîchages et des productions spécialisées.

Une approche à la vulgarisation des techniques.

La matière organique est un élément important en cultures maraîchères.

La gestion des matières organiques constitue un élément très important dans la régie des productions horticoles et maraîchères. Comme l'a mentionné M. Camiré dans sa comparaison entre les écosystèmes agricoles et

forestiers, l'agriculture prélève beaucoup par opposition au système forestier.

L'exemple de la pomme de terre.

Les productions horticoles et maraîchères se pratiquent sur plusieurs milliers d'hectares au Québec. Entre autres productions, celle de la pomme de terre ne retourne pratiquement rien au sol; elle prélève beaucoup de nutriments, nécessite l'application de fortes doses de fertilisants, l'utilisation de phytocides et ne retourne presque rien au sol comme matière organique.

La pomme de terre cultivée avec 3% de matière organique au Québec.

Ces productions nécessitent qu'on rapporte au sol ce qu'on lui a été prélevé en termes de nutriments et de matière organique. Ceci constitue une préoccupation de gestion des plus importantes. Ces cultures se pratiquent généralement sur des sols qui sont pauvres en matière organique à l'origine. Règle générale, les sols utilisés pour ces productions ont un taux égal de matière organique égal ou inférieur à 3%.

Les pratiques culturales engendrent un déficit en matière organique.

Lorsqu'on doit choisir les sources de matière organique sur une ferme, on doit regarder comment on peut en faire la gestion technique. Ceci implique la fertilisation, les pratiques culturales, la préparation des sols et l'entretien de ces derniers, travaux qui engendrent la dégradation de la matière organique.

Un programme de gestion technique basé sur trois éléments.

Pour choisir la meilleure source de matière organique, il faut l'établir à partir d'un programme de gestion technique de l'entreprise. On ne peut apporter un correctif au hasard. Ce programme de gestion technique se base sur trois éléments principaux:

- Établir un diagnostic.
- Préparer un programme de régie.
- Analyser les conséquences.

Il y a de 10 à 12 critères limitatifs à être identifiés.

Le **diagnostic** est établi à partir de la ferme elle-même, en étudiant la situation des cinq dernières années si possible. Ceci nous permet d'identifier les principaux facteurs limitatifs de la culture proposée. Si la matière organique est le principal facteur limitatif, celui-ci devra être corrigé. Dans le domaine qui nous intéresse, on évalue généralement de 10 à 12 critères qui sont limitatifs dans la

production. Parmi ceux-ci, deux critères se retrouvent partout: le taux de matière organique et la compaction des sols.

Un programme de régie.

Il faut établir par la suite le **programme de régie** qui sera basé sur la correction du facteur le plus limitatif de l'entreprise. Il est inutile de porter attention aux facteurs d'importance secondaire, si le principal n'est pas corrigé.

L'analyse des risques et conséquences.

Par la suite, on doit passer à l'**analyse des conséquences et des risques**. Cette étude nous permet d'évaluer ce que pourraient être les conséquences sur la qualité de la récolte, sur les rendements et la nécessité de régie. Comme vient de le souligner M^{me} Beauchamp, l'application de BRF nécessite qu'on apporte un correctif azoté pour provoquer la décomposition de ces derniers. Sans cette prévision d'une nécessité d'appliquer un supplément azoté, la conséquence peut être une diminution de rendement.

Dans la majorité des fermes de pomme de terre, c'est la matière organique qui pose problème.

Dans la majorité des entreprises horticoles et de culture de pomme de terre, c'est la matière organique qui est le facteur le plus limitatif. La matière organique sert à nourrir le sol et les plantes; elle permet également d'augmenter le taux d'humus. Il est important que la source de matière organique puisse jouer ces rôles sans pénaliser la culture et ses rendements.

Éviter de favoriser les microorganismes pathogènes.

Il faut donc choisir un mode de gestion qui permettra à la matière ligneuse de se minéraliser, tout en assurant la fertilisation et l'humification, sans favoriser la prolifération de microorganismes non désirés. Si la croissance des microorganismes peut être largement bénéfique, il est tout à fait possible que l'inverse soit vrai également, en suscitant l'apparition de microorganismes pathogènes pour certaines cultures.

Les BRF ont la capacité d'augmenter l'activité microbologique du sol.

Si l'on choisit les BRF comme matière organique, il faut admettre que ces derniers sont très peu utilisés en maraîchage, et en particulier, pour la culture de la pomme de terre. La capacité de cette matière organique d'activer la vie microbologique a été démontrée, et la valeur des BRF

pour amender les sols horticoles ne laisse place à aucun doute maintenant.

*On ne peut gérer
dles BRF comme du
compost ou du fu-
mier.*

Les essais et les résultats de recherche nous indiquent la nécessité de gérer spécifiquement ce type d'amendement. On ne peut gérer cette matière organique comme les autres sources que l'on retrouve généralement sur les fermes: les fumiers, les lisiers, les apports végétaux et les engrais verts. Les bois raméaux nécessiteront un mode de gestion spécifique au maraîchage et à l'horticulture.

*Il faut éviter le com-
postage.*

Il y a des points spécifiques de régie qui sont déjà connus avec les BRF. Ils peuvent servir de matériau de base en compostage en association avec les lisiers et les fumiers. Toutefois, cette voie est moins intéressante que le choix de matériaux plus facilement compostables comme les fumiers de ferme, les débris de culture, etc. Le compostage n'est pas la solution appropriée dans le cas des BRF, quoique possible.

*Incorporer les BRF
frais avec les pre-
miers centimètres
du sol.*

L'utilisation des BRF appliqués à la surface du sol nous apparaît beaucoup plus intéressante. Les essais démontrent les avantages de la technique en tant que paillis incorporé avec les premiers centimètres de sol, ce que M. Guay appelle le compostage de surface. Voilà une méthode qui me semble très intéressante pour l'utilisation des BRF en horticulture et en maraîchage.

*Il faut songer à un
supplément azoté
pour activer la dé-
gradation des BRF.*

Ainsi, les BRF peuvent être enfouis à une profondeur de 4 à 8 cm pour une épaisseur de BRF ne dépassant pas de 1 à 2 cm. Ces BRF sont composés de matière ligneuse qui nécessite au départ une activité microbiologique importante, nécessitant de l'azote disponible pour amorcer la dégradation.

*Aucun besoin en
azote la seconde
année.*

Dans les sols pauvres en matière organique, en azote et en activité microbiologique, la décomposition des BRF sera beaucoup plus lente, ce qui pourrait affecter les rendements de la culture, surtout la première année. Dès la seconde année, les besoins en azote de la pomme de terre disparaissent complètement

Un rapport C/N de 50/1 ou moins.

L'utilisation des BRF nécessite au départ une connaissance du contenu de ces derniers en matière carbonée. Un rapport C/N de 50/1 ne sera presque pas pénalisant pour la culture, et dès la première année, l'action bienfaisante des BRF se fait sentir. Par contre, si le rapport C/N est plus élevé que 100/1, on observe rapidement un manque d'azote pénalisant les cultures, si l'on a pas compensé le déficit anticipé.

Les matériaux bruts autres que les BRF stimulent la présence de prédateurs fongiques des cultures de la pomme de terre.

L'utilisation de paille non décomposée, de tourbe brute, et de sciures de bois incorporées au sol va également augmenter l'activité microbologique, mais augmente simultanément la présence de certains «prédateurs de cultures». Il y a développement de la bactérie responsable de la galle commune chez la pomme de terre. Il en va de même pour certains champignons causant le flétrissement verticillien et le rhizoctone noir. Le développement de ces champignons est favorisé par une matière organique trop abondante et un C/N trop élevé, d'où l'importance de bien gérer la matière organique apportée au sol, afin de ne pas favoriser ces organismes.

Les BRF ont un effet inhibiteur pendant plusieurs années sur ces prédateurs.

La dégradation des BRF en deuxième et troisième année, dans une rotation de pommes de terre ou de légumes racines, aura un effet inhibiteur des microorganismes prédateurs que sont les *Pythium*: ils sont inhibés par l'augmentation des *Rhizobacter* et des *Trichoderma* qui s'attaquent directement à eux. Tous ceux qui ont utilisé les BRF nous indiquent qu'ils ont remarqué une diminution des pourritures, à cause de cet effet inhibiteur déjà mentionné.

Les BRF stockés en tas subissent peu de modifications importantes.

Nous connaissons actuellement plusieurs points de régie au niveau de l'utilisation des BRF qui nous permettent d'en recommander l'usage dans les rotations de cultures horticoles. Il importe donc d'introduire les BRF dans les rotations. Même conservés en tas, les BRF ne voient pas leur C/N modifié considérablement, ce qui n'intervient pas d'une façon significative dans l'utilisation.

Utiliser les BRF avec un engrais vert.

Ce que nous savons sur les points de régie nous permet de recommander l'utilisation des BRF avec des engrais verts, où les BRF seraient utilisés en même temps que cette

culture. On peut également les utiliser en production secondaire, évitant ainsi les pénalités que nous connaissons.

Il faut ajouter de 1 à 2 kg de N par tonne de BRF.

Toutefois, en culture principale, le point le plus délicat reste celui de l'azote. L'utilisation de 1 à 2 kg d'azote par tonne de BRF est amplement suffisant pour ne pas pénaliser la culture.

Une réduction du système racinaire chez les plantules la première année.

Il faut éviter d'utiliser des BRF avec des plantules ou des jeunes plants (plantation), parce qu'on note un ralentissement du développement racinaire. Sur les jeunes arbustes, il y a ralentissement de la croissance la première année, probablement à cause d'un manque d'azote disponible.

Une contrainte économique actuelle qui disparaîtra.

L'incidence économique de l'utilisation des BRF doit être actuellement perçue comme une contrainte. La récolte, la fragmentation et le transport sont des coûts additionnels. Si nous sommes prêts d'une source d'approvisionnement, ces inconvénients vont disparaître et les frais encourus tout à fait absorbables par l'exploitant.

Les BRF sont un amendement des plus intéressants.

Nous pouvons très bien utiliser les BRF dans la régie des points particuliers qui leurs sont propres. Nous sommes profondément convaincus que les BRF ainsi considérés sont un amendement des plus intéressants pour nos productions horticoles et maraîchères.

Zusammenfassung

Dieser Beitrag befaßt sich mit den Schwierigkeiten der Einführung einer neuen Technologie in der Landwirtschaft, vor allem im Obst- und Gemüseanbau. Düngung, Anbaupraktiken und die Verwendung von Herbiziden bewirken eine Dezimierung der organischen Stoffe, da es fast keine Rückführung zum Boden gibt. Es müssen daher 10-12 Punkte umfassende **Diagnoseverfahren und Steuerungsprogramme** mit einem oder mehreren Einschränkungsfaktoren eingeführt sowie schließlich eine **Analyse der Folgen und Risiken** vorgenommen werden. In Québec verzeichnen die Mehrzahl der Kartoffelproduzenten als wichtigsten Einschränkungsfaktor einen Mangel an organischen Substanzen. Es hat sich herausgestellt, daß Zweighäcksel (FZH) obwohl wenig verwendet, die Fähigkeit besitzt, das Bodenleben zu bereichern. Man kann Häcksel nicht wie etwa Mist als herkömmliche Quelle organischer Substanzen betrachten. **Häcksel darf nicht kompostiert werden.** Es wird empfohlen, im ersten Jahr dem über die Bodenoberfläche verteilten Häcksel 1-2 kg Stickstoff pro Tonne beizumischen. Für die folgenden Jahre ist keine weitere Stickstoffdüngung erforderlich. Stroh, Torf und Sägespäne bewirken eine erhöhte Präsenz mikrobiologischer Rauborganismen in den Kulturen. Im zweiten Jahr der Häckselanwendung läßt sich eine beachtliche Verminderung von *Pythium* beobachten. Selbst bei längerer Haufenlagerung verliert Häcksel kaum etwas von seiner Wirksamkeit.

Abstract

This paper deals with the introduction of a new technology in both agriculture and horticulture. Fertilizing practices, agricultural methods and phytocides may cause some organic matter depletion in the soil under cultivation. Diagnosis could be done taking into account 10 to 12 different points. Moreover a management program could be put forward based on one or more limiting factors. The risks and consequences should be assessed. In Québec many potato farms have experienced some organic matter shortage as limiting factor. Even if RCWs are not used on a large scale, they have shown their potential for enhancing the life in soils. We cannot manage RCWs as a common organic matter source, such as manure. **RCWs should not be composted.** Applied on soil surface, an addition of 1 to 2 kg of nitrogen per ton of RCW is needed. No additional nitrogen is required the following years. On the other hand straws, peats or sawdusts could increase microbiologic predation on cultivated plants. After the first year an important decrease of *Pythium* on potatoes was noticed. RCWs do not lose much of their properties if left in stock pile for a short period of time.

Resumen

Esta presentación trata de las dificultades experimentadas en la introducción de una nueva tecnología en agricultura, especialmente en el cultivo de jardines y en horticultura. La fertilización, las prácticas de cultivo y el empleo de fitocidas, conllevan una reducción de la materia orgánica puesto que muy poca de ésta vuelve al suelo. Es necesario por lo tanto plantear un **diagnóstico** que comprenda 10 ó 12 puntos aproximadamente. Es necesario igualmente establecer un **programa de administración** basado en uno o más factores limitadores. Finalmente, es preciso proceder al **análisis de consecuencias y riesgos**. En la provincia de Quebec, la mayoría de las empresas dedicadas a la producción de papas experimentan una falta de materia orgánica como factor limitador principal. Aun cuando las astillas hayan sido poco utilizadas, han demostrado su valía para aumentar la vida productiva del suelo. **Las astillas no se pueden manejar como fuente tradicional de materia orgánica como los pudrideros o estercoleros. No se debe hacer composte con las astillas.** El primer año, se recomienda añadir de 1 a 2 kilogramos de nitrógeno por cada tonelada de astillas aplicada a la superficie del suelo. En años sucesivos, no será necesario ningún abono con estiércol nitrogenado. Las pajas, turbas y las virutas de aserraderos aumentan la presencia de predadores microbiológicos de los cultivos. El segundo año, después de la aplicación de astillas, se nota una disminución importante en el *Pythium*. Hacinas o amontonadas durante cierto tiempo, las astillas no pierden sus propiedades originales.

Sommario

Questa relazione si rivolge alle difficoltà che si presentano con l'introduzione di una nuova tecnologia agricola, in particolare nell'orticoltura. La fertilizzazione, le usanze di natura culturale e l'utilizzo di fitocidi generano una riduzione della sostanza organica in quanto non vi è quasi più un ritorno al suolo. Occorre quindi compilare una **diagnosi** che consiste, all'incirca, di 10-12 punti. E anche necessario creare un **programma di gestione** basato su uno o alcuni fattori limitativi. Infine, bisogna procedere all'**analisi delle conseguenze e dei rischi**. Nel Quebec, la maggior parte delle ditte produttrici di patate registrano scarsità di sostanza organica come uno dei principali fattori limitativi. Anche se i ramoscelli frammentati (BRF) sono poco utilizzati, hanno dimostrato la loro capacità di aumentare la vita del suolo. Tuttavia, i BRF non possono essere gestiti come una fonte tradizionale di sostanza organica quale il letame. **Non si deve procedere al compostaggio dei BRF.** Il primo anno, viene raccomandato di aggiungere da 1 a 2 kg di azoto/t di BRF a contatto della superficie del suolo. Nel corso degli anni successivi, non è più necessario alcun tipo di concime azotato. Le paglie, torbe e segature aumentano la presenza di predatori microbiologici delle colture. Il secondo anno, dopo una copertura con BRF, si nota una notevole diminuzione di *Pythium*. Tenuti per un po' di tempo ammucchiati, i BRF non perdono quasi affatto le loro qualità principali.

Resumo

Esta apresentação foca as dificuldades da introdução de uma nova tecnologia em agricultura, particularmente em horticultura. A fertilização, as práticas culturais e o emprego de fitocidas provocam uma redução da matéria orgânica, pois não existe quase restituição ao solo. E, pois, necessário fazer um **diagnóstico** constituído por uns 10 a 12 pontos. É igualmente necessário estabelecer um **programa de gestão** baseado num ou mais factores limitantes. Por fim, deve-se proceder à **análise das consequências e dos riscos**. Em Quebec, a maioria das empresas de produção de batata acusa a falta de matéria orgânica como factor limitante principal. Mesmo que asperas de ramos fragmentados (ARF) sejam pouco utilizadas, elas já demonstraram a sua capacidade para aumentar a vida do solo. Não se podem gerir as ARF como uma fonte tradicional de matéria orgânica, como os estrumes. **Não se devem compostar as ARF.** Quando são aplicadas à superfície do solo, por cada tonelada de aparas deve adicionar-se no primeiro ano 1 a 2 kg de azoto, não sendo necessária qualquer adubação do solo. Nos anos seguintes, não é necessária qualquer adubação azotada nos anos seguintes. As palhas, as turfas e as serraduras aumentam a presença dos predadores microbiológicos das culturas. No segundo ano a seguir à aplicação das ARF, nota-se uma diminuição importante de *Pythium*. Conservadas um certo tempo em montes, as ARF quase não perdem nenhuma das suas propriedades originais.

L'ÉVOLUTION DU RECYCLAGE DES DÉCHETS VERTS EN BELGIQUE

par
Jean Cornelis*
Comité Jean Pain
Avenue Princesse Élisabeth, 18
1030 Bruxelles
BELGIQUE

Résumé

Le Comité Jean Pain fut fondé en 1978 à Londerzeel en Belgique dans le but de diffuser les techniques mises au point par Jean Pain en France dans la fabrication du compost de broussailles pour les jardins. Le rôle du Comité Jean Pain est de renseigner le grand public, les établissements professionnels et les universités et de faire de la coopération avec les pays du Tiers-Monde. Actuellement, un petit pays comme la Belgique brûle près de 30% de tous les bois abattus. L'utilisation des BRF dans le compostage est une initiative des municipalités. La commune d'Uccle a été la première d'Europe à utiliser les résidus d'élagage pour en faire de la matière organique. Les Flandres possèdent maintenant 150 déchetteries en activité et 50 autres verront bientôt le jour. Le compost de BRF donne un terreau dont les propriétés sont identiques à celles de l'humus. L'application des BRF directement au sol a l'avantage d'être économique en utilisant toute l'énergie présente dans ces derniers. Il semble cependant que cela ne garantisse pas l'élimination de certains éléments parasitaires comme le feu bactérien (*Erwinia amylovora*). Le compost peut également poser des problèmes de phytotoxicité s'il n'est pas mûr à point. En Belgique, il faut 16 mois pour obtenir un excellent compost de broussailles. Nous assistons en cette fin de siècle à une prise de conscience, face à la valorisation des matières humifiables.

Je tiens à remercier les organisateurs de ce colloque et en particulier le Professeur Lemieux pour l'invitation qui m'a été faite me permettant de vous parler de l'évolution du recyclage des matières vertes en cette lointaine Belgique. En Grande Bretagne, il est de coutume de ne pas adresser la parole à quelqu'un sans lui avoir été présenté. Je présente donc discrètement la carte de visite du Comité Jean Pain.

Jean Pain et le compost de broussailles.

Dans les années 1970, Jean Pain, gardien d'un important domaine forestier à Villecroze, dans la Haut Var en France mit au point une méthode pour exploiter le compost de broussailles à des fins agricoles ou forestières.

Un amendement de grande qualité.

De grandes quantités de matières vertes provenant du dégagement de larges coupe-feu étaient disponibles. Des multiples expériences faites dans son jardin potager, il observa qu'il obtenait un amendement d'une grande qualité; le compost de broussailles était né.

* Vice-président du Comité Jean Pain

Les premiers essais en Belgique dès 1975.

À la suite des résultats étonnants obtenus, la technique de Jean Pain essaima rapidement un peu partout dans le monde, particulièrement dans le monde occidental. En Belgique, les premiers essais privés furent réalisés avec succès dès 1975 à Londerzeel, par M. Frédéric Vande Brande.

L'organisation d'une station pilote en Belgique.

Agréablement surpris tant par le sens de l'organisation, de la motivation ainsi que par les connaissances agronomiques de M. Vanden Brande, Jean Pain fit appel à ce dernier pour la mise en place d'une organisation adéquate, et la mise sur pied d'une station-pilote belge en matière de compostage.

Le rôle du Comité Jean Pain.

De cette démarche résulte la constitution, en 1978, d'un comité à vocation internationale portant le nom de son illustre chef de file décédé en 1981, et à qui nous devons tant. Depuis lors, le comité s'est taillé une solide réputation de par le monde. Il est considéré comme un interlocuteur valable par le monde scientifique. Les universités et les organismes internationaux font régulièrement appel pour l'organisation de stages sur le compostage, ainsi que pour la mise sur pied de projets dans le Tiers-Monde sous le patronage de la FAO.

Une éducation sur le recyclage des déchets de par le monde.

Depuis sa fondation, le Comité Jean Pain a renseigné aussi bien le grand public, les établissements d'enseignement, les milieux professionnels, les pouvoirs publics, les organisations de coopération et de développement que les délégués du Tiers Monde sur les possibilités offertes par le recyclage des déchets verts à travers les méthodes Jean Pain.

Un jardin d'essais à Londerzeel.

Ces méthodes sont concrétisées au jardin d'essai du comité et ce sur un hectare de terrain dont la plus grande partie est réservée à des essais de culture fruitière et maraîchère, fertilisées avec les seuls compost produits sur place depuis 1978.

L'organisation de stages sous le patronage de la FAO.

Entre-temps, les installations ont été complétées avantageusement pour répondre aux besoins croissants. Ainsi, un complexe administratif bien équipé du point de vue informatique y a été installé la visite de milliers d'étrangers, les

stages de formation internationaux reconnus par la FAO s'y déroulent. Plus de 600 stagiaires de 50 pays différents y ont défilé.

Les facteurs réglementaires belges ont donné naissance au comité Jean Pain.

La vulgarisation et la mise au point du compost de broussailles par Jean Pain ont trouvé leur origine dans la recherche d'une technique préventive en regard des incendies forestiers dans le bassin méditerranéen. Par contre en Belgique, ce sont les facteurs économiques et réglementaires qui sont à l'origine des traitements appliqués aux déchets verts.

Les 35 000 km² de la Belgique.

Pour bien situer le problème en Belgique, il faut dire que notre superficie n'est que de 35 000 km² et qu'au total, il n'y a que 500 000 hectares boisés, principalement dans les Ardennes. La situation en Belgique ne souffre aucune comparaison avec la France et encore moins avec le Québec, le Canada ou les USA.

La surexploitation forestière dès le XIX^e siècle.

Dans notre petit pays, les défrichements s'amorcèrent lors de la conquête romaine avec des phases accrues d'exploitation forestière. À titre d'exemple, la métallurgie naissante a entraîné la surexploitation grave de certaines forêts en Ardennes. Elles ne furent sauvées qu'au début du XIX^e siècle, grâce aux gisements de charbon découverts sur place.

Les branchages des arbres toujours brûlés en Belgique.

Malgré tout, les forêts belges génèrent d'importantes quantités de déchets ligneux (*biosurplus*). En 1978, près de 5 500 000 mètres cubes de bois ont été utilisés dans la construction et l'industrie. Il en est résulté 130 000 mètres cubes de déchets comme les branchages, copeaux, sciures, etc. Or, on brûle encore les branchages issus de la cîme des arbres, ce qui représente près de 30% du bois abattu.

Les BRF disponibles dans les espaces verts publics.

Cette matière première disponible en grandes quantités est constituée de sous-produits d'activités diverses, tant dans les exploitations que dans les entreprises de jardin, et surtout dans les espaces verts publics.

La responsabilité des municipalistes.

En Belgique, l'utilisation de la méthode Jean Pain trouve son origine dans le souci d'utiliser les déchets verts qui pèsent sur les épaules des «municipalistes». Ils doivent

prendre en considération les conséquences du gaspillage de matières parfaitement recyclables.

La commune d'Uccle: une pionnière.

À cet égard, les services des travaux municipaux d'Uccle, commune de la région bruxelloise, avec une population de 75 000 habitants, où j'ai assumé pendant 35 ans la direction du service des espaces verts. Elle pouvait, à cet égard, s'honorer de porter le titre de «commune-pilote». Elle fut l'une des premières communes du royaume belge à organiser des collectes sélectives de déchets verts et de papier, il y a 25 ans déjà.

La première commune européenne à cycler les BRF

En outre, elle fut la première commune européenne à procéder au recyclage des rémanants de tailles d'élagage ainsi que des matières organiques provenant de ses propres plantations et espaces verts. Conscient des possibilités offertes par le recyclage des rémanants d'élagage, le service des espaces verts de la commune d'Uccle opta pour cet approche du problème dès 1978.

La fragmentation réduit les branches à 10% du volume initial.

Autrefois, la solution consistait à rassembler et brûler ces bois de taille dans une sablonnière désaffectée. Une ordonnance municipale prévoyait que les déchets végétaux devaient être brûlés à plus de 100 m des habitations. Ceci nous a forcés à chercher une méthode de récupération valable économiquement et écologiquement. Nous avons donc opté pour le broyage, afin de réduire le bois de taille à 10% de son volume initial.

Les plantations d'alignement donnent un approvisionnement stable en BRF.

Il faut souligner ici que de tous les déchets organiques, ceux qui proviennent de l'élagage des arbres sont les plus directement utilisables, formant ainsi les BRF pour le «mulching». En outre, l'approvisionnement est régulier d'une année à l'autre, tant en qualité qu'en quantité. À titre d'exemple, le platane (*Platanus acerifolium*) planté en situation urbaine à cause de sa résistance à la pollution atmosphérique, donne périodiquement des volumes de branches qui entrent dans le circuit pas les opérations d'élagage. Pour un élagage, chaque arbre donne de 100 à 150 kg de BRF. Cette matière première est constituée de branches dont le diamètre est trop faible pour en faire du bois de chauffage, soit de 7 à 8 cm. Ceci améliore grandement la qualité finale du compost.

*La fragmentation;
une technique de
reconversion.*

Il s'avère donc essentiel de valoriser cette quantité impressionnante de déchets ligneux parfaitement recyclables. Il convient tout simplement d'appliquer la technique de re-conversion qui s'impose, comme le broyage.

*Il faut s'opposer au
gaspillage des ma-
tières humifiabiles.*

Comme l'a bien écrit M. Lejeune, ingénieur horticole du service municipal des espaces verts de la ville de Bourges, en France, *«les services des espaces verts sont des interlocuteurs privilégiés pour aborder les problèmes de recyclage des déchets d'origine végétale. Ces services sont formés à la perception des données biologiques et de l'environnement et attentifs au maintien des équilibres naturels. La réalité quotidienne de leurs attributions les ont convaincus de s'opposer au gaspillage navrant des matières humifiabiles, alors que partout à la surface du globe, le taux d'humus diminue, entraînant la dégradation des terres à un rythme effréné engendrant la désertification.»*

*La fabrication d'un
compost de BRF
pour les cultures
hors sol.*

D'une manière générale, à Uccle nous avons inscrit dans notre code déontologique, le principe du recyclage d'un maximum de déchets dans le cadre de nos activités horticoles, par la généralisation progressive du paillage (*«mulching»*) des cultures ligneuses, et par la fabrication de composts à titre d'amendements aux substrats pour les cultures hors sol.

*Les journées d'infor-
mation du Comité
Jean Pain pour les
administrations ur-
baines.*

Depuis lors, nous avons suscité un vif intérêt de la part des communes belges envers le recyclage des déchets verts. Ainsi, les journées d'information, organisées par le Comité Jean Pain pour les administrations publiques, connaissent un succès grandissant auprès des gestionnaires et responsables des services des espaces verts et de l'environnement.

*La Flandres possè-
de 150 déchetteries.*

Dans le même ordre d'idée, on notera le nombre croissant de déchetteries en activité. En Flandres, la situation est spectaculaire à cet égard, puisque 6,000,000 d'habitants, compte 150 déchetteries auxquelles 50 autres s'ajouteront prochainement.

Un autre indice reflète également le dynamisme du recyclage des déchets verts: les composts produits par les inter-communales, soient 250,000 mètres cubes. En regard de

l'importance du volume de la fraction organique recyclée, un plan directeur a été élaboré en Flandres pour organiser la collecte et le traitement des déchets verts, ainsi que l'écoulement de la production sur le marché. Une tendance similaire se profile en Wallonie.

Les inter-communales fabriquent 250 000 m³ de compost annuellement.

Pour ce qui est des aspects économiques du recyclage des déchets verts en Belgique, l'incinération des déchets s'élève à 520 FB (20\$ ca) le mètre cube, avec perte totale de la matière organique. Quant à l'enfouissement sanitaire dans une décharge, le coût s'élève à 240 FB (10 \$ ca) alors que la fragmentation coûte la somme de 120 FB (5 \$ ca) le mètre cube.

Une fragmentation des BRF à 5.00\$/m³.

La fragmentation nécessite le chargement des branches sur un camion pour être transportées au chantier de compostage, évitant ainsi le bruit important de la fragmentation. Sur le chantier de compostage, le broyage se fait par une équipe spécialisée et donne un haut rendement; des branches peuvent y être déposés également par les entrepreneurs et le grand public.

Un dépôt public des branches pour la fragmentation.

La diminution de la fertilité du sol est relié le plus souvent au manque d'humus. Cette carence est en phase de devenir le principal problème en agriculture. La monoculture intensive et l'utilisation d'un matériel toujours plus puissant et lourd entraînent des labours de plus en plus profonds. En outre, l'utilisation massive d'engrais minéraux a provoqué une baisse importante du taux d'humus. Cet humus constitue un support fondamental à l'action des sols et plus on utilise d'engrais chimiques, moins ils sont actifs, car plus vite lessivés.

Les BRF donnent un terreau assimilable à l'humus

En plus de l'action améliorante du sol, l'humus restitue à la terre les éléments fondamentaux qui catalysent la vie des sols. Le compostage de la matière ligno-cellulosique aboutit à la fabrication d'un véritable terreau assimilable et doté de propriétés identiques à celles de l'humus du sol.

Par l'apport de substances humiques, le compost améliore la structure du sol, limite son érosion et apporte les oligo-éléments nécessaires aux plantes. Des études, réalisées à la Faculté des sciences agronomiques de

Il faut plus de 3% d'humus pour empêcher l'érosion du sol en agriculture belge.

Gembloux en Belgique, mettent en évidence les phénomènes d'érosion dans les régions limoneuses. La teneur en matière organique doit s'y maintenir entre 2% et 5% pour résister à l'érosion. La teneur de 2% caractérise un équilibre instable et il suffit qu'elle diminue de 0,1% à 0,2% pour que des phénomènes d'érosion apparaissent.

Les changements profonds de l'agriculture belge sont la cause de la diminution de l'humus.

En Belgique, les raisons de la diminution de la teneur en matière organique des sols limoneux résultent de plusieurs facteurs, comme l'abandon de l'élevage dans les grandes exploitations betteravières et céréalières, et la plus faible production de fumier, le mode de stabulation du bétail ne générant que des lisiers avec une tendance à brûler les pailles.

Les labours profonds également responsables d'un appauvrissement.

Pour ce qui est de l'approfondissement des labours, cette pratique répartit la matière organique sur une plus grande profondeur, la dilue dans le sol et l'étouffe par manque d'oxygène.

Les alignements urbains pénalisés par le manque d'humus.

La diminution du taux d'humus dans les plantations d'alignement urbaines le long des avenues et des grandes artères, est causée par le tassement du sol et l'accumulation de substances chimiques comme les sels de déglacage en hiver.

Il faut nourrir le sol, non les plantes.

Le résultat final de cette diminution du taux d'humus se manifeste dans les terres de culture. Le seul remède valable consiste à nourrir le sol, non les plantes. Cette «nourriture» doit être appropriée et l'habitude d'amender les sols avec des matières organiques fermentées ou non est très ancienne. Depuis quelques années, nous constatons un engouement pour l'idée de retourner la matière organique au sol.

Les avantages de l'application de BRF frais par rapport au compost.

Il devient évident que l'application immédiate au sol de la matière fragmentée, comme expérimentée au Québec, offre le grand avantage d'être très économique, tout en préservant au maximum toute l'énergie enfermée dans la matière ligno cellulosique. Toutefois, nous estimons qu'il y a un élément important qui ne peut être sous-estimé en Belgique, comme le danger de contamination en cas d'infection parasitaire des rameaux fragmentés. À cet égard,

nous considérons que le «Sheet Composting» ne constitue pas un moyen efficace pour écarter cette éventualité.

Toujours la peur du parasitisme faute de compostage avec élévation de température.

En arboriculture fruitière et urbaine, le parasitisme est omniprésent à cause des conditions de vie peu favorables dans lesquelles les végétaux doivent survivre. L'un des grands dangers pour nos végétaux est le feu bactérien (*Erwinia amylovora*) qui s'attaque aux Rosacées comme le poirier, sorbier, rosier, aubépine, et le cotonéaster à larges feuilles (*Cotoneaster salicifolia* var. *floccosa*) qui y est particulièrement sensible. Pour sa part, la graphiose des ormes causée par le *Ceratocystis ulmii*, avec son vecteur le scolyte originaire d'Europe, est un échange que nous avons fait avec l'Amérique qui nous a envoyé le doryphore de la pomme de terre. On ne peut passer sous silence l'armillaire (*Armillaria mellea*) qui s'attaque aux arbres d'ornement et forestiers. Dans les sites urbains, l'anthracnose des platanes (*Glomonia veneta*) cause de grands dégâts à Paris.

L'importance hygiénique du compostage.

Une technique valable consiste à introduire les déchets infectés dans une meule de compost où règne une température de 60° à 70° C. Plus la matière est contaminée, plus le compostage prend de l'importance. Un compostage bien pratiqué a un effet important sur l'hygiène.

Il faut atteindre 60° C. pour les BRF d'orme infectés.

Dans un article récent, J.C. Voon en Hollande, mentionne l'accord conclu entre les différentes instances néerlandaises pour modifier les mesures à prendre lors de l'infection d'ormes par la graphiose. Une température de 60° C doit être maintenue durant 7 jours sur les résidus d'abattage, soit la température d'une meule de compost durant plus de 6 mois.

Les effets du compost sur la régulation des nutriments.

Le compost sert également d'amendement pour les terres de culture, ce dernier étant riche en matière organique, d'où résulte un accroissement de l'humus et des éléments nutritifs, le sol s'affirmant comme un milieu de croissance de plus en plus fertile. Ce compost régularise la nutrition des plantes à la suite d'une minéralisation lente, l'augmentation de la capacité d'absorption, du pouvoir tampon du sol par le dégagement de CO₂, facilitant ainsi la mobilisation des éléments minéraux.

Le cycle de l'éthylène responsable de l'arrêt de reproduction des pathogènes.

Le compost joue également un rôle biologique en favorisant le développement de nombreux microorganismes. Le cycle de l'éthylène s'avère également stimulé par l'introduction de compost, ce dernier étant responsable de l'arrêt de la reproduction des pathogènes du sol. À court terme, l'efficacité du compost sur le sol est fonction de la teneur du sol en éléments et oligo-éléments au départ. À long terme, l'effet se manifeste par une augmentation de la teneur en humus.

La phytotoxicité des composts qui ne sont pas mûrs.

Le compost pose parfois des problèmes de phytotoxicité à cause de son manque de maturité. Il faut donc trouver une méthode de caractérisation pour évaluer l'avancement du processus du compostage, pour éviter aux utilisateurs les effets dépressifs d'un produit insuffisamment mûri.

De nombreuses méthodes de vérification de la maturité d'un compost peu utilisées.

Les origines de la phytotoxicité sont discutées. Trois paramètres biochimiques peuvent révéler son état de maturité: l'adénosine triphosphate (ATP), le test de la «cutine» comme indicateur de l'activité biodégradable, ainsi que le test sur les échanges gazeux, en mesurant la consommation d'oxygène et l'émission de CO₂. En pratique, ces méthodes ne sont que très peu utilisées. Le test biologique du cresson, celui de l'écrasement, et l'odeur spécifique exhalée par l'humus me paraissent très valables à cause de leur simplicité et de leur sensibilité.

Le rapport C/N doit se stabiliser à 26/1.

Durant le processus de maturation, le pourcentage de carbone diminue, correspondant au dégagement du CO₂ durant la fermentation. Pour sa part, le pourcentage d'azote progresse régulièrement, le rapport C/N s'infléchissant régulièrement pour atteindre la valeur souhaitée de 26/1.

Le compost de broussailles nécessite 16 mois en Belgique.

D'une manière générale, le compostage marque une décomposition notable des matières organiques, accompagnée d'une augmentation relative d'azote et d'un enrichissement du milieu en éléments fertilisants. Si 18 mois ont été nécessaires pour porter le compost de broussailles à sa maturité dans le haut Var en France, il ne prend que 16 mois en Belgique, à cause des conditions climatiques qui nous sont propres.

Le compost remplace avantageusement les tourbes dans les cultures hors sol.

Le compost est également très important dans les cultures hors sol dans un pays à vocation horticole comme la Belgique. La demande de compost y est de plus en plus importante ces dernières années avec ses 500 000 m³ de tourbe et de terreau qui sont nécessaires pour les cultures hors sol sous verre, ainsi que pour les cultures de pleine terre. Dans le domaine des espaces verts, la demande atteint 250 000 m³ annuellement.

La tourbe est le principal concurrent du compost.

Dans l'ensemble, de 400 000 à 1 000 000 m³ sont utilisés annuellement en Belgique. Actuellement, la tourbe s'avère être le principal concurrent du compost, puisqu'elle est de manipulation facile et de composition connue et constante. Elle fournit donc un substrat de qualité, bien que déficiente en NPK, en magnésium et en oligo-éléments.

Les composés d'empotages actuels.

Actuellement, les composés d'empotage contiennent 90% de tourbe, dont 40% de tourbe noire (tourbe eutrophe) et 60% de tourbe blonde (tourbe oligotrophe), le tout additionné de 10% à 20% d'argile.

La tourbe épuisée dans 20 ans en Belgique.

On estime aujourd'hui que les réserves de tourbe blonde seront épuisées dans 20 ans, nous imposant de disposer dès lors d'un substrat organique parfaitement utilisable avec un approvisionnement assuré. Voilà où le compost de broussailles devient important.

Le compost de BRF supérieur aux tourbes pour l'empotage.

Des expériences menées en mars 1979, au Service des espaces verts de la Commune d'Uccle, pour déterminer exactement la valeur du compost de broussailles mûr, comme terreau d'empotage par rapport aux formules traditionnelles, nous permettent d'affirmer que les résultats furent très satisfaisants en faveur du compost de broussailles.

Les fragmenteuses actuelles très performantes avec 5 m³/heure.

L'évolution qui s'opère dans l'industrie du recyclage nous a permis d'assister à une évolution considérable à propos des rémanents ligneux en général ainsi que des déchets verts en particulier. Les méthodes de traitement au début des années 1970 étaient artisanales. Avec des fragmenteuses de plus en plus performantes, le rendement est passé de 1 m³ à 5 m³ à l'heure. Ultérieurement, la conception des machines a été adaptée aux nouvelles demandes et en

particulier, pour le broyage des déchets végétaux de toute nature.

Vaut mieux une fragmenteuse spécifique pour les BRF.

Toutefois, la qualité obtenue par ces fragmenteuses polyvalentes diffère de celle obtenue par la fragmentation des déchets ligno cellulosiques.

Des composts industriels en 21 jours.

On assiste présentement à des changements destinés à mettre au point des techniques adéquates pour recycler les déchets organiques, mais surtout pour en assurer la vitesse de maturation. Des méthodes industrielles permettent de fabriquer des composts utilisables après 21 jours seulement.

Une prise de conscience internationale de la valeur des matières humifiabiles.

Face aux conditions incertaines de cette fin de siècle, nous assistons à une prise de conscience internationale menant à la nécessité de la valorisation agronomique de la matière humifiable issue de la biomasse sans cesse renouvelable. Les agronomes ne cesseront jamais d'en illustrer l'importance fondamentale, car à l'évidence elle correspond le mieux aux problèmes posés.

Il faut un esprit novateur et moins normatif.

Malgré l'évolution favorable qui se profile à l'horizon, le succès de la valorisation des déchets verts ne sera complet que lorsque tous les gestionnaires de forêts, des espaces verts publics ou privés aborderont ces problèmes avec un oeil nouveau. Il faudra également un esprit ouvert, moins normatif et conventionnel. Il faudra que ces derniers aient le flair et le courage de quitter les sentiers battus, tout en cessant d'opter pour des solutions faciles qui, trop souvent, risquent de compromettre la viabilité de notre environnement.

Éviter gaspillage et pollution inutiles.

Je termine en citant une fois de plus l'ingénieur Lejeune: «*Ne pas recycler sa propre production de déchets lorsque c'est possible, c'est surtout et souvent un gaspillage évitable, mais c'est toujours une pollution du milieu au détriment des autres*».

L'importance d'un environnement sain pour l'avenir des générations.

L'Homme de cette fin de siècle est confronté à des choix très importants qui, non seulement nous concernent tous, mais qui surtout engagent l'avenir des générations dans un environnement que nous lui aurons légué.

Zusammenfassung

Das Komitee Jean Pain wurde 1978 in Londerzeel in Belgien mit dem Ziel gegründet, die von Jean Pain in Frankreich entwickelten Techniken auf dem Gebiet der Kompostierung von Buschwerk für Gartenbauzwecke allgemein bekannt zu machen. Das Komitee Jean Pain hat die Aufgabe, die Öffentlichkeit sowie die Fachschulen und Universitäten zu informieren und mit den Ländern der Dritten Welt zusammenzuarbeiten. Zur Zeit verbrennt ein kleines Land wie Belgien fast 30 % seiner gesamten Hiebmenge. Die Verwendung von Zweighäcksel bei der Kompostierung geht auf eine Initiative der Gemeinden zurück. Die Kommune von Uccle war die erste in Europa, die Zweige und Gestrüpp, das bei der Auslichtung anfällt, in organische Stoffe umwandelt. In Flandern arbeiten zur Zeit 150 Abfallverwertungsanlagen, 50 weitere befinden sich im Bau. Der aus Häcksel (FZH) gewonnene Kompost liefert eine Erde mit denselben Eigenschaften wie Humus. Eine direkte Aufbringung von Häcksel auf den Boden, ist sehr wirtschaftlich, weil die gesamte in ihm vorhandene Energie genutzt wird. Es hat allerdings den Anschein, daß dieses Verfahren nicht unbedingt alle Schädlinge, wie z.B. den Feuerbrand (*Erwinia amylovora*), vernichtet. Außerdem kann unfertiger Kompost gewisse pflanzenschädliche Wirkungen haben. In Belgien dauert die volle Kompostierung von Buschwerk 16 Monate. Gegen Ende unseres Jahrhunderts tritt klar zutage, daß wertvollere Anwendungen bestimmter humusbildender Stoffe erschlossen werden können.

Abstract

The «Comité Jean Pain» was established in Belgium in 1978 at Londerzeel, in order to expand Jean Pain's techniques set up in France and dealing with brush composting for garden uses. The Comité Jean Pain has been set up for providing technical informations to professionals, universities and to cooperate with Third World countries. In a small country like Belgium 30% of the timber residues are burnt. The use of RCWs for composting purposes was put forward by municipalities. The Uccle community was the first in Europe to use tree pruning residues for generating organic matter. In Flanders more than 150 refuse plants are in full activity, with 50 new one for 1993. The RCW compost has similar properties to humus. Spreading some RCWs on soil surface for composting shows great economic value by using all energy available in RCW. But there is no guarantee of success in parasites suppression such as fire blight (*Erwinia amylovora*). Compost may also be responsible for some phytotoxicity if not properly ripen. In Belgium, a period of 16 months is required for a perfect brush compost. At the eve of a new century the potential value of humic matters is more obvious and now taken seriously.

Resumen

El Comité Jean Pain se fundó en 1978 en Londerzeel, Bélgica, con el fin de diseminar las técnicas puestas a punto por Jean Pain en Francia para la fabricación de composte de maleza o productos de desmonte para jardines y huertos. El Comité Jean Pain tiene por función informar al público en general, a las instituciones profesionales y a las universidades, y cooperar con los países del tercer mundo. En la actualidad, un país tan pequeño como es Bélgica quema cerca de un 30% de todas las ramas cortadas. La utilización de las astillas para composte es una iniciativa de los municipios. La comuna de Uccle ha sido la primera en Europa en utilizar los residuos de limpia para producir materia orgánica. Los habitantes de Flandes cuentan actualmente con 150 procesadores activos de residuos, y en breve verán la luz otros 50. El composte de astillas proporciona un suelo cuyas propiedades son idénticas a las del humus. La aplicación de las astillas directamente al suelo tiene la ventaja de ser económica al utilizar toda la energía presente en las mismas. No obstante, parece que esto no garantiza la eliminación de ciertos elementos parásitos tales como el fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*). El composte puede plantear igualmente problemas de fitotoxicidad si no está maduro y a punto. En Bélgica, para obtener un buen composte de maleza y broza vegetal se requieren 16 meses. Como consecuencia de la valoración de los materiales transformables en humus, durante este fin de siglo estamos asistiendo a una mayor toma de conciencia de todos estos principios.

Sommario

Il Comitato Jean Pain è stato fondato nel 1978 a Londerzeel, in Belgio, allo scopo di diffondere le tecniche messe a punto da Jean Pain, in Francia, per la fabbricazione della composta di sterpaglia da giardino. Il ruolo di questo Comitato è di tenere informato il pubblico in generale, i gruppi di professionisti e il mondo accademico, oltre che di svolgere opera di collaborazione con i paesi del terzo mondo. Al momento, un paese piccolo come il Belgio brucia oltre il 30% di tutti i boschi abbattuti. L'utilizzo dei BRF nel compostaggio è un'iniziativa che spetta alle municipalità. Il comune di Uccle è stato il primo in Europa a sfruttare i residui della potatura per ottenere sostanza organica. Le Fiandre dispongono al momento di 150 impianti attivi per il trattamento delle scorie ed altri 50 entreranno presto in funzione. La composta di ramoscelli frammentati (BRF) produce un terriccio le cui proprietà sono identiche a quelle dell'humus. Ricoprire direttamente il suolo con BRF offre vantaggio economico in quanto si utilizza tutta l'energia che contengono. Non sembra, tuttavia, che questo garantisca l'eliminazione di certi parassiti come l'avvizzimento batterico (*Erwinia amylovora*). La composta può anche porre dei problemi di fitotossicità se non è matura al punto giusto. In Belgio, occorrono 16 mesi per ottenere un'eccellente composta di sterpaglia. Alla fine del secolo attuale, stiamo assistendo a una presa di coscienza nei confronti della valorizzazione delle sostanze che possono generare humus.

Resumo

O Comité Jean Pain foi fundado em 1978 em Londerzeel, na Bélgica, com o fim de difundir as técnicas desenvolvidas por Jean Pain, em França, sobre a preparação de compostos para jardins a partir de matos. O papel do Comité Jean Pain é o de informar o grande público, os estabelecimentos profissionais e as universidades, bem como de estabelecer a cooperação com os países do Terceiro Mundo. Actualmente, um pequeno país como a Bélgica queima cerca de 30% de todas as madeiras abatidas. A utilização das aparas de ramos fragmentados (ARF) na compostagem, é uma iniciativa das municipalidades. A comuna de Uccle foi a primeira da Europa a utilizar os resíduos das podas para deles fazer matéria orgânica. A Flandres tem hoje em funcionamento 150 fábricas de desperdícios, e em breve entrarão em acção mais 50. O composto obtido a partir das ARF dá um terrço cujas propriedades são idénticas às do húmus. A aplicação das ARF directamente no solo tem a vantagem de ser económica, pois utiliza toda a energia presente nestes últimos. Parece, entretanto, que isso não garante a eliminação de certos agentes parasitários, como o «fogo bacteriano» (*Erwinia amylovora*). O composto pode igualmente levantar problemas de fitotoxicidade, se não estiver bem curtido. Na Bélgica, são precisos 16 meses para obter um excelente composto a partir de matos. Neste fim de século assiste-se a uma tomada de consciência, face à valorização das matérias humificáveis.

L'APPORT DES BOIS RAMÉAUX EN SOLS CULTIVÉS: LE RÔLE DE LA PÉDOFAUNE SUR LA TRANSFORMATION DE LA MATIÈRE LIGNEUSE

par

Fernand Pagé*

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

2700, rue Einstein

Sainte-Foy

QUÉBEC

Canada

C'est la «surfertilisation» (fertilisation chimique) qui est la cause des déséquilibres sur les meilleures fermes du Québec. Un bon écosystème forestier comme l'érablière reçoit 20 tonnes de tissus végétaux à l'hectare chaque année. L'erreur faite par l'agriculture a été de ne faire que des fertilisations minérales. Les tissus végétaux sont envahis par les microorganismes dès la sénescence. Dès l'arrivée au sol, il y a une augmentation spectaculaire des bactéries. Les sucres, amidons et pectines sont utilisés comme «combustible» alors que les celluloses et la lignine donnent de l'humus. Les produits excrétés par les microorganismes donnent des substances humiques, mais c'est la lignine qui est la plus importante. Les sols riches sont ceux qui transforment le plus rapidement les tissus végétaux en humus. L'importance de la pédofaune réside dans sa mobilité en permettant de transporter les spores et les germes. Les vers de terre ingèrent entre 10 et 100 tonnes de sols à l'hectare par année. L'expérimentation, faite au MAPAQ avec les BRF par rapport aux sciures, montre une augmentation spectaculaire du pH et une diminution du rapport C/N. Il y a une importante production de nitrates la seconde année. Les vers de terre préfèrent les BRF aux engrais verts de trèfle et du fumier. Après 8 années, on note une augmentation de 20% du carbone fixé dans le système édaphique. Chez les céréales, on note une augmentation de 50% après 2 ans. Les BRF donnent de la qualité et de la fertilité aux sols agricoles en permettant la conservation et la rentabilité économique. Il est important de ne pas traiter les BRF comme le fumier, mais comme un amendement automnal de préférence, associé aux lisiers qui accélèrent ainsi le processus de décomposition.

Surfertilisation et surproduction provoquent des ruptures d'équilibres sur les sols agricoles.

Dans une des très belles fermes du sud du Québec, une de nos équipes a mis en évidence des problèmes sérieux dus à la «surfertilisation». Les principales causes sont la mécanisation à outrance et la surproduction; celles-ci ont occasionné dans le sol une rupture de l'équilibre entre les réactions chimiques, biochimiques et physico-chimiques.

Ceci provoque une diminution de l'activité biologique du sol.

Ceci a automatiquement entraîné des problèmes d'aération du sol, de faible rétention des éléments nutritifs, de l'eau, de déséquilibre cationique, d'érosion, de contamination de la nappe phréatique et une diminution de l'activité des organismes du sol.

La forêt climacique a un système biologique en équilibre.

Il convient donc de s'interroger sur l'importance de l'activité biologique du sol. Pour bien comprendre l'importance du rôle des microorganismes, je prendrai à titre d'exemple le modèle d'une érablière établie depuis des

*Agronome attaché au Service de la Recherche

millénaires, où les microorganismes de cet écosystème semblent être en équilibre.

L'érablière a un apport annuel de 15 tonnes/ha de tissus végétaux.

Cet écosystème forestier aurait toutes les caractéristiques d'un excellent sol agricole avec un pH neutre, un pourcentage élevé de bases échangeables et une bonne texture. Des résidus y tombent annuellement sous la forme de tissus morts. Cet apport annuel entre en contact avec le sol et se situe aux environs de 15 tonnes par hectare.

L'apport du système hypogé plus important que l'épigé.

On y dénombre de 1 à 2 tonnes de brindilles et de rameaux tombés, de 4 à 5 tonnes de feuilles et de 10 à 15 tonnes de radicelles qui meurent chaque année. L'apport organique en tissus est plus important dans le système hypogé que dans le système épigé.

Le processus d'humification débute dès l'arrivée au sol.

Dès que ces tissus touchent le sol, une véritable jungle écologique s'installe pour dégrader ces tissus et en recycler les éléments essentiels à la nutrition des organismes de l'écosystème de l'érablière. On touche ici au processus d'humification.

L'humus permet l'accumulation de constituants nutritifs.

Ce processus d'humification donnera naissance à une forme ultime d'accumulation qui porte le nom d'**humus**. Cet humus résulte donc de l'action d'une multitude d'organismes vivants qui consomment l'énergie des résidus pour le maintien de leur existence, tout en accumulant les constituants nutritifs assurant la survie des autres organismes comme celle des plantes supérieures.

La forêt cycle tous ses résidus.

Il semble bien que la forêt ait trouvé une solution à la récupération de ses résidus pouvant ainsi servir aux autres générations d'organismes vivants.

Les aspects nutritionnels sont à la base de l'humification.

Pour conserver ce pool nutritif du sol, il est important de comprendre que ce sont les aspects nutritionnels qui sont le moteur de la transformation des résidus formant ainsi l'humus.

L'apport de constituants uniquement minéraux est une erreur fondamentale.

La nature a trouvé une façon uniquement biologique de conserver les éléments nutritifs. **Une erreur importante que nous avons faite a été d'apporter à nos sols agricoles uniquement des constituants**

minéraux qui ont brisé les chaînes trophiques du sol.

La transformation des tissus par les microorganismes dès la sénescence.

Dès les premiers symptômes de sénescence des tissus apparaît le début de transformation de ceux-ci. En fait, dès la naissance de tout être sont inclus les mécanismes de dégradation. Ce phénomène contribue au développement de nombreux microorganismes et leur nombre augmente avec l'âge du tissu en question.

Tout est prêt à la transformation dès l'arrivée au sol.

Dans une branche vivante, lorsqu'on en examine les tissus au microscope, on peut noter entre ces derniers la présence de phénols-tanins qui sont un indice de sénescence. C'est à ce niveau que l'on constate l'apparition d'un filament mycélien de champignon, montrant que même dans le tissu vivant la dégradation est amorcée. À l'arrivée au sol, ces tissus portent déjà en eux la microflore et la microfaune capables de devenir beaucoup plus actives.

Les organismes du sol prennent la relève dans le cas des BRF.

Dès l'arrivée des BRF au sol, on note une augmentation spectaculaire de bactéries et de champignons (microorganismes présents dans ceux-ci), d'où l'intérêt des BRF qui contiennent en eux une amorce de leur propre autolyse. Dans un temps subséquent, ce sont les microorganismes du sol qui prendront la relève.

Un groupe de produits comme combustibles.

Durant les premières étapes de la décomposition, les microorganismes utiliseront surtout des hydrates de carbone, de l'amidon, des pectines, des composés azotés solubles et certains polyphénols. Ces matériaux serviront surtout de «combustibles», ne laissant pas beaucoup de matériaux humiques derrière eux.

Un groupe de produits pour l'humification

Par contre, lorsque la cellulose, l'hémicellulose et enfin la lignine seront attaquées, nous aurons une plus grande production de matières humifiées, d'où l'importance de la présence de la lignine et de sa qualité. Les produits excrétés par les microorganismes, principalement des phénols et des acides aminés, seront oxydés et polymérisés en substances humiques. Ce phénomène est particulièrement important à partir de la lignine.

En anaérobiose, les tissus se «fossilisent».

Les phénols-tanins peuvent persister des millénaires.

Les microorganismes de l'érablière donnent immédiatement de l'humus pour former des agrégats argilo-humiques.

L'importance du rôle de la pédofaune.

La pédofaune a une action mécanique par la fragmentation et le transport des microorganismes.

C'est le rôle des arthropodes et des acariens.

Dans un milieu particulièrement pauvre en oxygène et en microorganismes, les tissus se transforment pratiquement en «charbon». Les tissus se fossilisent, à toutes fins utiles.

Dans un milieu plus oxydant, mais encore pauvre en microorganismes, on observe une certaine transformation sous la forme de phénols-tanins, mais ceux-ci se décomposent très lentement et peuvent persister sous cette forme pendant des millénaires.

Par contre, dans notre érablière riche et fertile, dès qu'un tissu arrive en contact avec le sol, il est envahi par une microflore qui provoque une déformation immédiate des tissus au profit de l'apparition d'une substance humifiée. Au cours des cycles de dessiccation-humectation, cette substance sera incorporée à la matière minérale, formant ainsi des agrégats qui contribuent à une bonne structure stable.

Dans tout ce phénomène, d'autres organismes deviendront très actifs comme les animaux de la pédofaune. Bien que de 5 à 10% seulement des transformations chimiques soient réalisés par la pédofaune, ces animaux joueront un rôle très important.

Le rôle des microorganismes est crucial en ce qui regarde les réactions chimiques, mais ce rôle se trouve restreint à cause du manque de mobilité de ces derniers. C'est à ce niveau qu'interviennent d'autres organismes de la chaîne trophique comme les protozoaires, nématodes, enchytréides, lombricidés, arthropodes, etc... agissant ainsi comme transporteurs de germes microbiens. Ils peuvent également faciliter le travail des microorganismes par une désintégration physique ou enzymatique des résidus, ainsi que par une amélioration des propriétés physiques du sol.

À titre d'exemple, les collemboles (arthropodes), en mangeant les tissus racinaires, laissent derrière eux des boulettes fécales. On en estime la présence entre 10 000 et 100 000 par mètre carré dans une érablière. Ceux-ci, par leurs déjections, contribuent à accélérer le processus d'humification. Il en va de même pour les acariens qui, en

quelques minutes, peuvent accélérer grandement le processus d'humification dans un tissu donné.

La fragmentation par les larves d'insectes plus importante encore.

Les larves d'insectes ont un rôle encore plus important: elles rejettent des excréments eux-mêmes envahis par les champignons, permettant ainsi un développement de microorganismes beaucoup plus important. Il y a augmentation des surfaces de contact qui permettent d'accroître l'efficacité des microorganismes.

Les enchytréides broient les tissus avec des grains de quartz.

Il en va de même pour les enchytréides qui mesurent entre 1 à 2 mm de diamètre, mais qui nécessitent l'ingestion de petits grains de quartz pour permettre la digestion par broyage.

Les vers de terre contribuent à l'humification en ingérant de 10 à 100 tonnes de sol par année à l'hectare.

Dans une érablière fertile, les vers de terre jouent un rôle spectaculaire. Ils forment des terriers très aérés et contenant des déjections. Dans les excréments des vers de terre, la matière organique est parfaitement humifiée et intimement associée aux argiles, créant ainsi une structure très résistante, solide et bien aérée. Le vers de terre peut ainsi ingérer de 10 à 100 tonnes annuellement de matière minérale à l'hectare. À tous les 10 ans, de 15 à 20 cm de sol d'une érablière passe par le système digestif des vers de terre.

Pourquoi ne pas introduire ces mécanismes pédogénétiques en agriculture?

La forêt nous montre bien ce qu'il faut faire dans un sol agricole en apportant des résidus végétaux. **Si les mécanismes de pédogénèse sont très actifs en forêt, pourquoi ne pas aller chercher les responsables que sont les BRF et les amener en sol agricole!**

Une expérience avec des BRF d'érable à sucre et résineux.

Je vous donne quelques résultats d'une expérience portant sur des BRF. Ceux-ci étaient composés de 40% de résineux et 60% d'érable à sucre. Elle fut conduite par Adrien N'Dayegamiye, Bernard Estevez, Louis Larochelle et moi-même. Ces BRF contenaient 10% de lignine, 50% de cellulose, 20% d'hémicellulose avec un rapport C/N de 84/1 et une capacité d'échange élevée. Ces expériences ont été menées au service de la recherche du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation à Québec

La comparaison avec d'autres matériaux.

Si l'on compare les BRF à la sciure de bois et à la tourbe, le pH est beaucoup plus élevé et n'a cessé d'augmenter au fil du temps, atteignant même 7,5. Il est donc beaucoup plus intéressant à comparer avec les autres substances.

Une capacité de minéralisation rapide des BRF.

Quant au rapport C/N, il a diminué beaucoup plus rapidement que celui des autres substances, ce qui indique une capacité de se minéraliser beaucoup plus rapide que les autres substances. Il est donc capable de stimuler l'activité biologique très rapidement. De ce fait, il contribue beaucoup moins à l'augmentation du rapport C/N du sol.

Le dégagement de CO₂.

En ce qui regarde le dégagement de CO₂, il est plus important pour les BRF que pour les autres substances.

La production de nitrates est la plus importante de tous.

La production de nitrates par les BRF est nettement plus importante que pour celle des autres substances, indiquant par le fait même qu'ils contribueront beaucoup plus à la nutrition azotée des plantes que les autres résidus.

Les vers de terre ont préféré les BRF à tous les autres matériaux.

On a également tenté de connaître ce que serait l'impact des BRF sur les vers de terre. On a utilisé des BRF composés d'aulnes (*Alnus rugosa*) en les comparant avec un engrais vert de trèfle (*Trifolium*), un compost et un fumier. En ce qui concerne le vers de terre *Aporectodea*, il a été nettement plus attiré par les BRF, tout comme le *Lumbricus terrestris*, que par le fumier et le compost.

Les BRF: un stimulant sans égal de la pédofaune.

Ceci confère aux BRF un rôle des plus intéressants, puisqu'ils stimulent non seulement les microorganismes, mais également la pédofaune, et tout particulièrement les vers de terre.

Après 8 ans, une augmentation de 20% du carbone du sol.

Quant à l'impact des BRF sur le contenu du sol en matière organique, on constate que pour 25 tonnes de BRF à l'hectare, il y a augmentation de 1% de cette dernière deux années plus tard. Après 8 années, on constate une augmentation de 20% du carbone du sol.

Après 2 ans, le rapport C/N n'a pas augmenté.

Les BRF n'ont pas contribué à l'augmentation du rapport C/N, même avec des applications de l'ordre de 100

tonnes/ha à tous les deux ans, ce qui en fait un amendement intéressant.

L'augmentation de la production céréalière se manifeste la deuxième année.

Du côté des cultures céréalières, l'immobilisation de l'azote a eu un effet négatifs sur les rendements de la première année. Toutefois, dès l'année suivante, on observe une augmentation significative des rendements par rapport au témoin. Le rendement est encore supérieur, si l'apport des BRF est couplé à un apport de lisier.

Nous pouvons reproduire les qualités forestières en sols agricoles.

En guise de conclusion, nous pouvons affirmer que l'utilisation de BRF permet de reproduire en sols cultivés certaines conditions édaphiques du milieu forestier. Il semble bien que ce produit nous permette de respecter les mécanismes naturels de conservation et d'économie.

On ne doit pas considérer les BRF comme un fumier ou un compost.

Appliqués au sol, les BRF peuvent provoquer une immobilisation de l'azote. On a traité les BRF comme étant un autre type de fumier, mais il faut prévoir une autre modalité d'aménagement pour permettre aux BRF de prouver toute leur efficacité. En tant que chercheur, nous avons abordé les BRF comme étant un fumier au cours des années 1982-1983, et ceci doit être modifié.

Il faut surveiller le lit de semence.

Les BRF peuvent également causer un problème au niveau du lit de semences, comme l'a souligné M^{me} Beauchamp, dans le cas des semences de petites dimensions.

Il faut apporter l'amendement au sol à l'automne pour éviter les effets phytotoxiques.

En tant qu'amendement au sol, il faut donc modifier notre conception et apporter cet amendement à l'automne, plutôt qu'au printemps comme nous l'avons fait. Ceci éviterait les effets phytotoxiques par l'abondance de composés phénoliques au départ. Ceci pourrait également éviter les effets négatifs du lit de semences par une application dès la fin d'août, amorçant ainsi une décomposition et diminuant l'immobilisation de l'azote par le fait même au printemps suivant.

On peut appliquer les BRF en post-levée.

On pourrait également utiliser les BRF pour le maïs en application en post-levée, comme on le fait actuellement avec du fumier. Il en va également de même dans l'application dans des cultures de pomme de terre.

Les BRF donnent des nitrates en quantité plus importante que les fumiers et les lisiers.

BRF et lisier donnent des rendements supérieurs.

Il faut donc considérer les BRF comme un autre type d'amendement, différent du fumier et du lisier. L'incorporation aux BRF d'une source d'azote, comme les fumiers et les lisiers, donne un rendement en nitrates beaucoup plus important dans la plante. Il y a donc ici ce qu'on peut qualifier d'effet synergique probablement, parce que les BRF retiennent les nitrates et en évitent le lessivage.

Le couplement de telles sources d'azote permet en plus l'accélération de la décomposition des BRF, en libérant de grandes quantités de nutriments dans le milieu.

Zusammenfassung

Überdüngung, d.h. Düngung mit mineralischen Düngemitteln, ist die Hauptursache für Wachstumsstörungen, die sich selbst in den besten landwirtschaftlichen Betrieben in Québec feststellen lassen. Gute Waldökosysteme wie z.B. Ahornpflanzungen bekommen jährliche etwa 20 t/ha von pflanzlichem Gewebe. Der Irrtum der Landwirtschaft bestand darin, ausschließlich Mineraldünger zu verwenden. Das alternde Pflanzengewebe wird von Mikroorganismen befallen, die sich nach dem Blätterfall in dem auf dem Boden liegenden Laub überaus rasch vermehren. Zucker, Stärke und Pektin dienen dabei als "Brennstoff", während Zellulose und Lignin die Humusbildung übernehmen. Die von den Mikroorganismen ausgeschiedenen Substanzen tragen ebenfalls zur Humifizierung bei, doch ist das Lignin der wichtigste Bestandteil. Die reichen Böden wandeln das Pflanzengewebe schneller in Humus um. Die Bedeutung der Bodenfauna liegt in ihrer Mobilität, die den Transport von Sporen und Keimen gewährleistet. Regenwürmer nehmen zwischen 10 und 100 t/ha an Bodensubstanz pro Jahr auf. Ein vom Québécois Ministerium für Landwirtschaft, Fischereiwesen und Ernährung (MAPAQ) durchgeführtes Experiment, bei dem anstatt Späne Zweighäcksel (FZH) verwendet wurde, erbrachte einen beträchtlichen Anstieg des pH-Wertes sowie eine Verringerung des C/N-Verhältnisses. Im zweiten Jahr bildeten sich erhebliche Mengen an Nitrat. Regenwürmer bevorzugen Häcksel (FZH) vor Kleedünger und Mist. Nach acht Jahren war eine 20-prozentige Zunahme des im Edaphon fixierten Kohlenstoffs festzustellen. Bei Getreide beträgt eine solche Zunahme nach zwei Jahren 50 Prozent. Häcksel verbessert die Qualität und Fruchtbarkeit landwirtschaftlicher Nutzflächen und trägt gleichzeitig zu deren Erhaltung und Rentabilität bei. Es ist wichtig, Häcksel nicht wie Mist zu verwenden, sondern vorzugsweise als Zusatzmittel bei der Herbstdüngung, das der Gülle beigefügt wird, um auf diese Weise den Zersetzungsprozess zu beschleunigen.

Abstract

Chemical fertilization in over dose is responsible for unbalanced system on best Québec agricultural land. A good forest ecosystem such as sugar maple stands provide per year 20 tons/ha of plant tissues. In applying only mineral fertilization in agriculture was a mistake. Plant tissues when matured are invaded by microorganisms rapidly. Once in contact with the soil, the bacteria population grows on plant tissues. Sugars, starches and pectins provide "fuels", while celluloses, hemicelluloses and lignins turn into humus. Microorganisms excretions contribute also to humus, but lignin remain best as humus contributor. Rich soils transform more rapidly humus in plant tissues. Soil fauna takes care of humus by its mobility making spores and mycelium spreading possible. Earth worms can ingest from 10 to 100 tons of soil per hectare per year. In an experiment comparing RCW to saw dust it was shown that RCW has increased. The pH had decreased, and also the C/N ratio significantly in favor of RCWs. An increase in nitrates was found the second year. Earth worms have shown greater preference for RCWs than for clover or manure. After 8 years under test the total soil carbon, was increase by 20%. With regard to cereals, an increase in yield of 50% was obtained after two years. Quality and fertility for agricultural soils may be improved by using RCW and may permit conservation and economic profitability. The RCWs as manure, but efficient humiferous amendment to apply in fall and to associate with liquid manure in order to speed up the decay process.

Resumen

La "sobrefertilización" (fertilización con abonos minerales) es la causa de los desequilibrios actuales en las mejores granjas de Québec. Un buen ecosistema forestal, como el de los arces, recibe 20 t/ha/año de tejidos vegetales. El error cometido por la agricultura ha sido utilizar fertilizaciones minerales. Los tejidos vegetales son invadidos por microorganismos a partir de la senescencia. Asimismo, se ha registrado un aumento espectacular de bacterias. Los azúcares, almidones y pectinas se utilizan como "combustible" en tanto que las celulosas y la lignina aportan el humus. Los productos expulsados por los microorganismos producen sustancias húmicas, pero es la lignina la más importante. Los suelos ricos son aquellos que transforman más rápidamente los tejidos vegetales en humus. La importancia de la pedofauna reside en su movilidad al permitir transportar las esporas y los gérmenes. Las lombrices de tierra ingieren entre 10 y 100 t de suelo/ha/año. Los experimentos hechos en MAPAQ con astillas respecto al aserrín muestran un aumento espectacular del pH y una disminución de la relación carbono/nitrógeno. Hay una importante producción de nitratos en el segundo año. Las lombrices de tierra prefieren las astillas a los abonos verdes de trébol y de estiércol. Después de 8 años, se nota un aumento del 20% de carbono fijado en el sistema edáfico. En el caso de los cereales, se nota un aumento del 50% después de 2 años. Las astillas dan calidad y fertilidad a los suelos agrícolas, permitiendo la conservación y la rentabilidad económica. Es importante no tratar a las astillas como estiércol, sino como un tipo de abono otoñal preferencial, asociado al estiércol animal que acelera asimismo el proceso de descomposición.

Sommario

La "superfertilizzazione" (fertilizzazione con concimi minerali) a causare gli squilibri presenti nelle migliori aziende agricole del Quebec. Un buon ecosistema forestale, come una piantagione di aceri, riceve 20 t/ha/anno di tessuti vegetali. L'errore fatto dall'agricoltore è stato quello di esser ricorso solo a delle fertilizzazioni minerali. I tessuti vegetali vengono invasi da microrganismi sin dalla senescenza e appena cadono al suolo, si registra un incredibile aumento di batteri. Gli zuccheri, amidi e pectina sono utilizzati come elemento "combustibile" mentre le cellulose e lignina generano humus. Le escrezioni dei microrganismi producono sostanze umiche, ma la lignina è la più importante. I suoli ricchi sono quelli in grado di trasformare più rapidamente i tessuti vegetali in humus. L'importanza della pedofauna consiste nella sua mobilità che permette il trasporto delle spora e dei germi. I vermi di terra ingeriscono dalle 10 alle 100 t di suolo/ha/anno. L'esperimento condotto presso il MAPAQ con i ramoscelli frammentati (BRF) in rapporto alle segature mostra un aumento notevole di pH e una diminuzione nel rapporto C/N. Il secondo anno si registra una rilevante produzione di nitrati. I vermi di terra preferiscono i BRF ai concimi verdi al trifoglio e al letame. Dopo 8 anni, si nota un aumento del 20% di carbonio fissato nel sistema edafico. Nei cereali, l'aumento è del 50% dopo 2 anni. I BRF contribuiscono alla qualità e fertilità dei terreni agricoli mediante la conservazione e il vantaggio economico. È importante non trattare i BRF come letame, ma piuttosto come un emendamento autunnale, preferibilmente associato ai colatici che accelerano in tal modo il processo di decomposizione.

Resumo

É a «sobrefertilização» (fertilização química) que é a causa dos desequilíbrios nas melhores propriedades agrícolas de Quebec. Um bom ecossistema florestal, como uma mata de bordos, recebe 20 t/(ha/ano) de tecidos vegetais. O erro cometido pela agricultura foi o de se fazerem apenas fertilizações minerais. Os tecidos vegetais são invadidos pelos microrganismos desde a senescência. Mal caim no solo, há um aumento espectacular das bactérias. Os açúcares amidos e as pectinas são utilizadas como «combustível», enquanto que as celulosas e a lenhina proporcionam húmus. Os produtos excretados pelos microrganismos dão substâncias húmicas, mas é a lenhina que é a mais importante. Os solos ricos são os que transformam mais rapidamente os tecidos vegetais em húmus. A importância da pedofauna reside na sua mobilidade, que permite o transporte dos esporos e dos germes. As minhocas ingerem entre 10 e 100 t de solo/(ha/ano). A experimentação feita no MAPAQ com as aparas de ramos fragmentados (ARF), em relação às serraduras, mostra um aumento espectacular do pH do solo e uma diminuição da relação C/N. Existe uma importante produção de nitratos durante o segundo ano. As minhocas preferem as ARF a sideração com trevo e ao estrume. Depois de oito anos, nota-se um aumento de 20% do carbono fixado no sistema edafico, ao passo que nos cereais se verifica um aumento de 50% depois de 2 anos. As ARF proporcionam qualidade e fertilidade aos solos agrícolas e permitem a conservação e a rentabilidade económica. É importante não se considerarem as ARF como o estrume, mas, de preferência, como uma correcção outonal associada aos excrementos de gado, o que acelera o processo de decomposição.

L'INFLUENCE DE LA QUALITÉ DES BOIS RAMÉAUX FRAGMENTÉS (BRF) APPLIQUÉS AU SOL: EFFETS SUR LA DYNAMIQUE DE LEUR TRANSFORMATION

par

Louis Larochelle*

Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Université Laval

Québec G1K 7P4

QUÉBEC

Canada

Résumé

Cet article traite principalement de l'influence des essences sur les processus de biodégradation. La nature du carbone et le statut des nutriments sont importants, qu'ils proviennent de la cellulose, de la lignine ou des métabolites secondaires. Au point de vue physique, la structure des BRF est importante par sa porosité. De tous les éléments, la lignine est la plus importante en cédant son carbone à l'humus. La lignine des feuillus est composée de monomères phényl-propanoïdes avec deux groupes méthoxyles symétriques, alors que celle des résineux n'en possède qu'un seul. La lignine des feuillus est décomposée par les Basidiomycètes par dépolymérisation sans briser les groupes méthoxyles ce qui n'est pas le cas des résineux. La polycondensation des noyaux aromatiques provoque la mélanisation alors que, chez les résineux, la déméthylation provoque principalement des composés aliphatiques. Par contre, la présence de polyphénols peut inhiber la croissance des Basidiomycètes. Les champignons du sol sont également broutés par la mésafaune édaphique qui donnent des boulettes fécales riches en bactéries. Ces bactéries stimulent la croissance des Protozoaires et celle des vers de terre. L'importance de l'azote dans les BRF n'est pas aussi grande qu'on l'aurait cru. Celle des polyphénols est aussi déterminante. Il faut miser sur des rameaux de petits diamètres et récoltés en période dormante le plus possible. Les BRF, provenant de milieux forestiers pauvres, contiennent moins de nutriments et plus de polyphénols. Les sols agricoles dégradés et pauvres auront avantage à être inoculés avec des sols de milieux riches afin d'avoir tous les organismes nécessaires à la transformation en humus des BRF.

Depuis quelques années, je cherche dans la littérature les facteurs qu'il nous faut considérer dans l'étude des BRF. À la suite d'échanges avec le Professeur Lemieux, je me suis attardé à la compréhension des facteurs biologiques stimulant la pédofaune.

Bien que l'on connaisse l'importance de cette mésafaune dans le processus de dégradation des BRF, nous nous sommes posé la question de savoir s'il y avait de grandes variations de l'influence d'une essence à l'autre.

Il faut donc s'interroger sur ce qui définit la qualité de la matière organique. Selon Swift, il s'agit de la quantité de nutriments disponibles, la nature du carbone, car s'il provient de la lignine ou de la cellulose, les phénomènes seront différents dans le sol. Il faut considérer également la nature et la composition des métabolites secondaires,

L'influence des essences sur la transformation des BRF.

Les caractéristiques de la matière organique.

principalement les polyphénols, dont les tanins sont les plus importants. L'autre aspect réside dans la structure qui, chez les BRF, est différente par sa résistance et sa microporosité. Les BRF se différencient des composts, engrais jaunes (pailles), engrais verts et de toutes les autres matières ligneuses.

Entropie des BRF par opposition à l'enthalpie du compost.

Une des premières différences réside dans le mode d'application au sol par opposition aux matières organiques compostées. Ici, ce sont les organismes du sol qui sont responsables de la transformation, alors que les composts sont générés à partir des microorganismes de la matière utilisée elle-même.

La lignine comme source de carbone.

La différence qui se présente entre les engrais verts ou jaunes et les BRF provient du carbone. Dans le cas des BRF, c'est la lignine qui sera la source de carbone déterminante dans le processus d'humification. Pour ce qui est des engrais verts ou jaunes, c'est la cellulose qui est la principale source de carbone.

La lignine cède son carbone à l'humus.

Contrairement à la cellulose qui verra disparaître son carbone sous la forme de CO_2 , la lignine cèdera son carbone au sol sous la forme d'humus.

Les BRF ont un rapport L/C plus bas que le bois caulinnaire.

Cette différence des BRF se manifeste par rapport aux autres formes de matériaux ligneux: les sciures et les copeaux de rabottage qui proviennent du bois caulinnaire (bois de tronc) sont à peu près dépourvus de nutriments, et le rapport lignine/cellulose s'y trouve plus élevé (L/C). En effet, le rapport L/C des BRF est plus bas, la lignine occupant une proportion plus grande.

Les polyphénols des BRF facilement dépolymérisables.

Une autre différence réside dans la présence de métabolites secondaires comme les polyphénols. Ces derniers sont stockés dans le bois caulinnaire, alors qu'ils ne le sont pas dans les bois de petits diamètres.

Voyons d'abord l'influence de ces facteurs sur l'humification: nous verrons par la suite leur influence sur la minéralisation.

La lignine des Angiospermes supérieure aux Gymnospermes.

La lignine varie en quantité selon les essences, mais la qualité de la lignine est fondamentalement différente chez les feuillus (Angiospermes) et les résineux (Gymnospermes). Les Angiospermes contiennent une lignine qui est un monomère phényl propanoïde contenant deux groupements méthoxyles d'une très grande importance dans l'humification. La lignine des Gymnospermes ne contient qu'un seul groupement méthoxyle.

Les Dicolylédones meilleures que les Monocotylédones.

A l'intérieur des Angiospermes, on note également une différence dans la structure de la lignine entre plantes herbacées et plantes ligneuses. Alors que les plantes ligneuses, comme les feuillus ont une lignine avec deux groupements méthoxyles, les plantes herbacées n'en possèdent aucun.

Les groupements méthoxyles acceptent les électrons.

La principale caractéristique des groupements méthoxyles est d'être accepteurs d'électrons, permettant ainsi de s'«agripper» aux humus et aux argiles, à l'inverse des groupements hydroxyles ou alcools.

Le rôle fondamental des Basidiomycètes dans la dépolymérisation de la lignine d'Angiospermes.

Les principaux utilisateurs de ce carbone sont les microorganismes. Pour ce qui est de la lignine, ce sont principalement les champignons qui la décomposent. Dans le cas de la lignine des feuillus, ce sont principalement les **Basidiomycètes**, dits de «**pourritures blanches**». Ils sont capables de segmenter les molécules de lignine en provoquant une dépolymérisation complète. Les groupements méthoxyles resteront présents pour la plupart.

La lignine des Gymnospermes peu dépolymérisée par les champignons.

Si l'on compare l'évolution de la lignine de Gymnospermes attaquée par des «**pourritures brunes**» à celle des Angiospermes, les champignons cette fois seront nettement moins dépolymérisants, tout en étant «**déméthoxylants**». La lignine sera segmentée mais non incorporée aux particules fines. Ces deux types de lignine sont de structure différente, attaqués par des microorganismes différents et donnent des résultats différents.

Dans le cas de la lignine des Angiospermes feuillus, il y a une polycondensation des noyaux aromatiques qui donnera une brunification du sol en s'associant aux particules fines du sol, et plus particulièrement aux argiles.

Chez les Gymnospermes, il y a apparition de composés aliphatiques.

D'autre part, la dépolymérisation partielle de la lignine des Gymnospermes et sa déméthoxylation complète donnent des substances humiques très différentes: ce sont les composés aliphatiques. Ainsi, les noyaux aromatiques de la lignine ne participeront pas ou peu à l'humification, causant ainsi une accumulation de litière comme on l'observe sur les podzols des forêts de résineux.

L'activité microbologique ralentie par trop d'azote dans le milieu.

En ce qui regarde les nutriments, les questions se posent différemment. En présence d'une trop forte quantité d'azote dans le milieu, la dépolymérisation de la lignine est inhibée. Bien qu'on n'en connaisse pas encore le seuil, la croissance des Basidiomycètes (pourritures blanches) serait inhibée ce qui laisse à penser qu'une trop forte addition d'azote, lors de l'application de BRF, pourrait stopper l'humification.

Les Basidiomycètes altérés par les polyphénols et affecte la chélation des métaux lourds.

Quant aux métabolites secondaires que sont les polyphénols, également appelés tanins, ils ont un rôle important à jouer dans la transformation des BRF. Ils peuvent altérer la transformation de la lignine en humus, en inhibant le développement des Basidiomycètes, ou en se combinant aux métaux lourds comme le fer et interagissant avec l'azote, peuvent former des complexes tanins-protéines. Ils provoquent donc l'inhibition de la croissance des champignons, le ralentissement de la décomposition par la formation de liens covalents avec les sucres et les protéines, ainsi que la chélation des métaux lourds, ce qui crée des carences dans les systèmes enzymatiques.

L'importance de connaître les polyphénols de chaque essence.

Le type de polyphénol, son degré d'oxydation, et son poids moléculaire peuvent être plus importants que la quantité de polyphénols disponible. Il serait donc très important dans l'avenir de connaître, pour chaque essence et chaque stade de développement, la nature des composés phénoliques impliqués et en quoi ils influencent les processus d'humification.

La minéralisation des BRF faite par les organismes du sol.

En agriculture, la minéralisation de la matière organique et le cyclage des nutriments sont d'une importance vitale. Dans le cas des BRF, cette minéralisation est effectuée par les organismes du sol.

*Les champignons
des BRF broutés par
la faune du sol.*

Les BRF sont attaqués et consommés par les champignons; mais si d'autres microorganismes n'interviennent pas, il y aura blocage. La mésofaune, en broutant les champignons, va éliminer ces derniers sous la forme de boulettes fécales. Ces boulettes fécales renferment un nombre de bactéries beaucoup plus élevé que dans le sol environnant, soit de 200 à 300 fois plus.

*Les bactéries prépa-
rent la venue des
vers de terre.*

Cette surabondance de bactéries va stimuler la venue et la croissance de d'autres organismes comme les protozoaires; ces derniers se nourrissent exclusivement de bactéries. Il se forme donc un microhabitat qui est propice à l'installation des vers de terre qui ingéreront le sol contenant ces bactéries et ces protozoaires.

*Les chaînes trophi-
ques stimulées par
les BRF à condition
que la lignolyse se
fasse correctement.*

L'utilisation de BRF sur le sol provoque la stimulation de cette chaîne trophique, mais il y a des contraintes à lever quant à l'azote, afin que la lignolyse s'effectue correctement. Si les BRF sont pauvres en nutriments, les champignons s'y adapteront, mais contiendront dans leurs tissus un taux de nutriments et de protéines tellement faible qu'aucune espèce de la mésofaune ne voudra les brouter, ne provoquant aucune stimulation de la chaîne trophique.

*Une faible teneur en
polyphénols et une
haute teneur en nu-
triments.*

Toutefois, lorsque les BRF sont bien pourvus en nutriments, avec un taux d'azote élevé et une faible teneur en polyphénols, la mésofaune en tirera grand profit en consommant les champignons.

*Une mesure de l'a-
bondance fongique
sous divers traite-
ments.*

Dans une série d'expériences que nous avons réalisées à la ferme expérimentale de Saint-Lambert sous la direction de Mme Chantal Beauchamp et la supervision du Dr Fernand Pagé, nous avons mesuré l'abondance des champignons à la suite de différents traitements.

*Utilisation de BRF
de faibles diamè-
tres.*

Nous avons utilisé des branches d'érable à sucre (*Acer saccharum*) de moins de 3 cm de diamètre. Le taux de lignine dans les branches de faibles diamètres (0-3 cm) est plus élevé que dans les branches de plus forts diamètres (0-7 cm).

Pas de relation entre le haut taux de protéines et le développement des Basidiomycètes.

En ce qui concerne l'aulne (*Alnus rugosa*) que nous avons utilisé également, son contenu en azote et en composés phénoliques était nettement plus élevé. Nous avons formulé l'hypothèse que l'aulne favoriserait le développement des champignons, considérant un taux élevé de protéines. Cette hypothèse ne s'est pas vérifiée, probablement à cause de la haute teneur en polyphénols de l'aulne.

Une augmentation de la mésofaune par inoculation de mull.

Les traitements qui ont donné les résultats les plus importants sont ceux renfermant de l'éclaircie à sucre. Les meilleurs résultats, quant à la croissance des champignons, ont été obtenus grâce à l'inoculation de la parcelle avec de l'humus provenant d'une éclaircie (mull). Ici, la majorité des groupes de la mésofaune fut statistiquement différente du témoin.

L'équilibre azote-polyphénols des plus importants.

Ceci nous indique que l'importance de l'azote dans les BRF n'est pas aussi grande que l'on pouvait le croire, et que la présence de polyphénols est aussi déterminante.

Plusieurs stimulations microbiologiques nécessaires pour rendre les nutriments disponibles.

L'induction de l'humification et de la minéralisation désirées exige également que les nutriments soient disponibles, ce qui est assuré par le travail des chaînes trophiques. La présence de champignons doit stimuler la présence de la mésofaune qui, à son tour, doit stimuler la présence de vers de terre, afin d'obtenir un sol de qualité.

Il est important de miser sur des BRF de petits diamètres en agriculture.

En conclusion, plus les BRF sont jeunes et les branches faibles en diamètre, plus ils contiennent de lignine et de nutriments, et moins de polyphénols. Il faut donc miser sur les rameaux de faibles diamètres.

La teneur en nutriments des BRF maximale en saison dormante.

La teneur des BRF en nutriments sera maximale en saison de dormance et diminuera au printemps, pour augmenter tout au long de la saison de croissance et atteindre un nouveau sommet à l'automne.

Les BRF de Gymnospermes moins favorables que ceux d'Angiospermes.

Le type de lignine et le statut nutritionnel, ainsi que la composition des métabolites secondaires, sont moins favorables en général chez les Gymnospermes que chez les Angiospermes ligneuses. Nous savons maintenant la raison pourquoi il nous faut éviter les BRF de conifères.

*En milieux pauvres,
plus de poly-
phénols.*

*Un équilibre eau-
oxygène.*

*Inoculation des sols
pauvres nécessaire.*

Les BRF récoltés en milieux pauvres vont contenir plus de polyphénols et moins de nutriment.

La mésofaune nécessite plus d'oxygène; elle ne peut se développer que dans les horizons superficiels. Par contre, il faut une humidité suffisante pour assurer la transformation, d'où la nécessité d'un juste équilibre.

Dans les sols dégradés ou pauvres, il serait probablement nécessaire d'inoculer les BRF, afin d'y assurer la présence des organismes nécessaires à la transformation.

Zusammenfassung

Dieser Beitrag behandelt hauptsächlich den Einfluß der Baumarten auf den biologischen Zersetzungsprozeß. Die Beschaffenheit des Kohlenstoffs sowie die Herkunft der Nährstoffe, etwa aus Zellulose, Lignin oder aus sekundären Metaboliten, ist von Wichtigkeit. Die physische Beschaffenheit des Häcksel hängt entscheidend von der Holzstruktur, d.h. ihrer Porosität ab. Der wichtigste Bestandteil ist das Lignin, das seinen Kohlenstoff an den Humus abgibt. Das im Laub enthaltene Lignin setzt sich aus phenyl-propanoiden Monomeren mit zwei symmetrischen Methoxylgruppen zusammen, während das in Nadeln enthaltene Lignin lediglich eine Gruppe enthält. Das Blattlignin wird von den Basidiomyzeten durch Depolymerisation ohne Aufschluß der Methoxylgruppen zersetzt; letzterer findet nur bei Nadelholz statt. Die Polykondensation der aromatischen Ringe führt zur Bildung von Melaninen, während bei Nadelholz die Demethoxylierung in erster Linie aliphatische Verbindungen hervorbringt. Andererseits kann das Vorhandensein von Polyphenolen das Wachstum der Basidiomyzeten hemmen. Die Bodenpilze werden auch von der edaphischen Mesofauna verzehrt, wodurch sehr bakterienreiche Fäkalien entstehen. Diese Bakterien stimulieren ihrerseits das Wachstum der Protozoen und Regenwürmer. Der Stickstoff im Häcksel spielt eine weniger bedeutende Rolle als man hätte glauben können; die Bedeutung der Polyphenole ist genauso groß. Man sollte sich auf Zweigwerk geringen Durchmessers beschränken, das möglichst während der Vegetationspause gesammelt wird. Häcksel aus artenarmen Waldbiomen enthält weniger Nährstoffe, aber mehr Polyphenole. Ausgelaugte und arme Ackerböden sollten am besten mit reichen Böden inokuliert werden, um dem Häcksel die zur Humifizierung notwendigen Organismen zuzuführen.

Abstract

This paper deals with the effects of tree species on the RCWs biodegradation process. Status of carbon and nutrients is of concern, whether they come from cellulose, lignin or secondary metabolites. From the physical standpoint, the porosity of RCWs must be underlined. The most important elements, is lignin because carbon is providing humus. Lignin from deciduous trees is made of phenyl-propanoid monomers with two symmetrical methoxyl groups when conifers has only one. Deciduous trees lignin is degraded by Basidiomycetes through depolymerization without breaking the methoxyl groups, which is not true for evergreens. Polycondensation of aromatic nucleus gives birth to melanization, while demethoxylation leads to aliphatic compounds for conifers. On the other hand, polyphenols may also stop Basidiomycetes growth. Soil fungi are also browsed by soil mesofauna leaving feces rich in bacteria content. These bacteria stimulate the protozoa growth and earth worms. The role of nitrogen in RCWs may not be as important as previously stated the polyphenols are as important. Harvested during the dormant period the branches of small diameters will give the RCWs the best quality. RCWs coming from poor quality forest stands have less nutrient content, but more polyphenols. The poor and degraded agricultural soils could require inoculation with rich soil in order to favor soil organisms needed to transform RCWs into humus.

Resumen

Este artículo trata principalmente de la influencia de las especies de árboles en los procesos de biodegradación. La naturaleza del carbono y el régimen de los nutrientes son importantes, tanto si provienen de la celulosa, como de la lignina o de metabolitos secundarios. Bajo un punto de vista físico, la estructura de las astillas es importante por su porosidad. De todos los elementos, la lignina es la más importante dado que cede su carbono al humus. La lignina de los árboles de hoja caduca está compuesta de monómeros-fenilpropanoides con dos grupos metóxilos simétricos, mientras que la de los árboles resinosos no posee más que uno. La lignina de los árboles de hoja caduca se descompone por los basidiomicetos mediante despolimerización sin romper las agrupaciones metóxilas, cosa que no sucede en el caso de los árboles resinosos. La policondensación de los nudos aromáticos provoca la melanización mientras que, en los árboles resinosos, la demetoxilación provoca principalmente compuestos alifáticos. Por el contrario, la presencia de polifenoles puede inhibir el crecimiento de los basidiomicetos. Los hongos del suelo se nutren igualmente de la mesofauna edáfica, los cuales producen pequeñas bolas fecales ricas en bacterias. Estas bacterias estimulan el crecimiento de los protozoarios y el de las lombrices de tierra. La importancia del nitrógeno en las astillas no es tan grande como se ha creído hasta ahora. La de los polifenoles es también determinante. Es necesario concentrarse en las ramas de pequeño diámetro y recolectar la mayor cantidad posible durante su período dormiente. Las astillas que proceden de medios forestales pobres, contienen menos nutrientes y más polifenoles. Los suelos agrícolas degradados y pobres tendrán la ventaja de ser inoculados con suelos de medios más ricos a fin de disponer de todos los organismos necesarios para la transformación de las astillas en humus.

Sommario

Questo articolo prende soprattutto in considerazione l'influenza delle essenze sui processi di biodegradazione. La natura del carbonio e l'aspetto nutritivo sono importanti sia che provengano dalla cellulosa, lignina o metaboliti secondari. Dal punto di vista fisico, la struttura dei ramoscelli frammentati (BRF) è rilevante per la sua porosità, e di tutti gli elementi, la lignina è in primo piano in quanto passa il proprio carbonio all'humus. La lignina delle latifoglie è composta di monomeri fenil-propanoidi con due gruppi metossili simmetrici, mentre quella delle piante resinose ne possiede uno solo. La lignina delle latifoglie viene decomposta dai Basidiomiceti attraverso la depolimerizzazione senza spezzare i raggruppamenti metossili, cosa che non avviene per le resinose. La policondensazione dei nuclei aromatici provoca la melanizzazione mentre, nelle resinose, la demetossilazione causa soprattutto dei composti alifatici. D'altro canto, la presenza di polifenoli può inibire la crescita dei Basidiomiceti. Anche i funghi del suolo sono brucati dalla mesofauna edáfica che produce delle palline fecali ricche di batteri. Questi batteri stimolano la crescita dei protozoi e dei vermi di terra. L'importanza dell'azoto nel BRF non è poi così grande come si credeva. Quella dei polifenoli è altrettanto determinante. Occorre selezionare dei ramoscelli di piccolo diametro e raccogliarli soprattutto durante le stadi dormente. I BRF che provengono da boschi poveri contengono meno nutrimento e più polifenoli. I terreni agricoli degradati e poveri trarranno vantaggio dall'essere inoculati con suoli di zone ricche al fine di ottenere tutti gli organismi necessari per la trasformazione dei BRF in humus.

Resumo

O presente artigo trata principalmente da influência das essências sobre os processos de biodegradação. A natureza do carbono e a condição dos nutrientes são importantes, quer provenham da celulose, da lenhina ou dos metabolitos secundários. Do ponto de vista físico, a estrutura das aparas de ramos fragmentados (ARF) é importante devido à sua porosidade. De todos os componentes, a lenhina é o mais importante por ceder o seu carbono ao húmus. A lenhina das folhosas é composta de monómeros fenil-propanoides, com dois grupos metóxilos simétricos, ao passo que a das resinosas não possui senão um. A lenhina das folhosas é decomposta pelos basidiomicetas por depolimerização, sem quebrar os agrupamentos metóxilos, o que não se passa nas resinosas. A policondensação dos núcleos aromáticos provoca a melanização, enquanto que nas resinosas, a demetoxilação provoca principalmente compostos alifáticos. Pelo contrário, a presença de polifenóis pode inibir o crescimento dos basidiomicetas. Os fungos do solo são igualmente utilizados pela mesofauna edáfica que produz excrementos fecais ricos em bactérias. Estas bactérias estimulam o crescimento dos protozoários e o das minhocas. A importância do azoto nas ARF não é tão grande como se pensava mas a dos polifenóis é determinante. É necessário utilizar os ramos de pequeno diámetro e recolhê-los o mais possível durante o período dormente. As ARF, provenientes dos meios florestais pobres, contém menos nutrientes e mais polifenóis. Os solos agrícolas degradados e pobres terão vantagem em ser inoculados com solos de ambientes ricos, a fim de disporem de todos os organismos necessários à transformação em húmus das ARF.

ÉQUILIBRE MINÉRAL ET SANTÉ

par
Rémi Gauthier*
1446, rue St-Victor
Ancienne--Lorette G2E 3J9
QUÉBEC

Résumé

L'agriculture moderne nous mène à la disparition de notre civilisation. L'agriculture-Canada a reconnu, dès 1974, que la fertilité des plaines de l'ouest serait chose du passé en 2020. Ce sont les monocultures et l'utilisation des herbicides qui en sont la cause. Les maladies animales sont surtout causées par la dégradation et le déséquilibre des sols en éléments mineurs. La relation sol-plante-animal-homme est devenue dramatiquement fragile. L'insuffisance ou la trop grande abondance d'un élément bloque l'assimilation d'un certain nombre d'autres. L'intoxication chimique que nous subissons aura un impact important sur notre avenir collectif. Les pesticides réduisent la biodiversité des sols alors que la forêt est un exemple d'équilibre et de fertilité. Le message livré par *Rachel Carson*, il y a déjà plusieurs décennies, se veut plus d'actualité que jamais. Notre système est orienté vers le contrôle des maladies plutôt que vers une saine agriculture.

La fertilité des grandes plaines canadiennes sera terminée dans moins de 30 ans.

Les monocultures et les agents de conservation ont modifié les productions animales.

La surévaluation de N-P-K et les maladies de civilisation.

Ce que tu prends au sol, il faut le lui remettre, la preuve; la disparition des civilisations anciennes. L'agriculture moderne nous y conduit rapidement. Les provinces de l'ouest du Canada présentent une salinisation manifeste, la destruction des forêts y a favorisé l'érosion, aucun arbre n'y a été planté à titre de brise-vent. Il faut voir du haut des airs cette désertification et les méandres des cours d'eau. Le ministère canadien de l'Agriculture a reconnu la fin de la fertilité de cette région canadienne pour l'an 2020. L'usage intempestif et inconsidéré des herbicides associé aux monocultures en est responsable.

Mes études m'ont préparé à traiter les maladies des animaux, mais aussi à les prévenir. Cela devient de plus en plus difficile à cause des monocultures qui modifient les données existantes. La formulation des moulées à haute énergie est significative. Les surplus de gras qui ne servent plus à la fabrication des savons sont ajoutés aux moulées. Du même coup, les fabricants doivent ajouter des agents de conservation, des stimulants de croissance (cuivre, arsenic, antibiotiques, etc.), auxquels on ajoute du bicarbonate de soude pour contrer l'excès d'acidité de l'estomac.

L'analyse des sols ayant favorisé l'azote, le phosphore et le potassium comme fertilisants au détriment des éléments mineurs, faussent ainsi les processus enzymatiques et

entraînent ce que nous avons convenu d'appeler des maladies dites de civilisation.

Les animaux nous apportent la preuve de la dégradation des sols.

J'ai été un grand promoteur de l'addition d'éléments mineurs à l'alimentation des animaux et ce avec des résultats étonnants. En dépit des formules miracles des moulées, les animaux, véritables agents de contrôle, nous fournissent la preuve de la dégradation des sols et de la végétation en faisant du «PICA».

La mort par ingestion de plomb.

En 1960, un cantonnier québécois, ayant reconstruit une canalisation routière, avait placé de gros morceaux d'asphalte au bout du tuyau et jeté les petits morceaux dans le champ du paysan. Cela se passait au début du mois de mai. Par la suite, les vaches, déficientes en éléments nutritifs, mangèrent de petits morceaux d'asphalte et s'empoisonnèrent. Sur mon conseil, le cultivateur prépara le mélange de minéraux suggéré. La production de lait augmenta. Il en racheta et m'avoua que ses bêtes avaient produit plus de lait que l'année précédente, même avec quatre bêtes en moins, étant donné qu'elles étaient mortes d'une intoxication au plomb contenu dans l'asphalte. La justice étant ce qu'elle est, il préféra absorber la perte de ses quatre vaches Holstein, pur sang et gestantes de 3 à 5 mois.

Les maladies animales liées au sol.

Des vaches, provenant d'une région à sol sableux, arrivant sur des sols lourds comme ceux de la région québécoise ont développé des maladies différentes que celles demeurées sur des sols sableux et inversement pour celles provenant de la région de Québec. *Claude Bernard* l'a dit et *Pasteur* l'a répété: «*le microbe n'est rien, le terrain c'est tout*».

La relation-sol-plante, plante-animal et animal-homme.

Cette relation sol-animal-plante-homme est à mon sens dramatique. Nous sommes ce que nous mangeons. Or, il semble évident que l'augmentation des cas de maladies nerveuses en soit une manifestation. Traitées avec des sels de lithium à faibles doses quotidiennes, la condition des patients s'améliore. Des expériences réalisées en labyrinthe avec des rats démontrèrent que ces derniers ne retrouvent plus leur nourriture lorsque celle-ci est déficiente en certains éléments mineurs.

Une relation entre le type de sol et certaines maladies.

Le Dr. A. Voisin, en Hollande a démontré l'incidence des cancers là où furent récupérés des sédiments de la mer pour faire des polders. Il en allait de même dans les Alpes où les gens développaient différents cancers selon l'altitude où ils vivaient et les plantes qu'ils récoltaient et consommaient.

L'influence des herbicides sur les animaux.

Les producteurs de pommes de terre qui utilisent largement pesticides, herbicides, fongicides, défoliants chimiques, etc. détruisent systématiquement toute végétation. Il y a quelques années, des vaches de l'île d'Orléans ont mangé des tiges fraîchement «défoliées» à l'aide de sels d'arsenic, procédé alors recommandé par le ministère de l'Agriculture, avec le résultat suivant: 8 bêtes mortes par empoisonnement.

La surfertilisation produit des diminutions de rendement et une augmentation de la fumure non nécessaire.

L'analyse des sols limitée à l'azote, phosphore et potassium, et l'utilisation concordante de ces éléments donnent des phosphates ammoniacaux-magnésiens inutilisables par les plantes. Dans ces conditions, les tubercules de pomme de terre diminuent en quantité et en grosseur. Les fabricants de ces fertilisants ont été obligés d'ajouter 2% de magnésium soluble, et les producteurs de Portneuf sont obligés d'en rajouter 7%, pour obtenir une productivité acceptable et éviter la tétanie de l'herbage chez les vaches.

Les préférences alimentaires animales.

Le Dr Voisin lors d'une série de cours à l'Université Laval, au début des années 1960 a relaté une expérience faite par les Finlandais au milieu du XVII^e siècle. Des vaches avaient été nourries à différentes plantes et les préférences avaient été notées. Le Dr Voisin, 300 ans plus tard, répéta l'expérience: les vaches ont préféré les mêmes plantes que lors de l'expérience antérieure. La plante préférée est une mauvaise herbe: le plantain. Il est évident que les vaches n'ont pas changé de préférences alimentaires. Ce sont les hommes qui ont décidé autrement de l'alimentation des vaches, provoquant des déficiences minérales que l'on nomme fièvre vitulaire acétonémie, rachitisme, le squelette ne pouvant supporter l'excès de poids imposé, et par ricochet une autre maladie de civilisation chez l'homme.

Un besoin de minéraux des hommes par les eaux thermales.

Je citerai également le *Professeur Delbet*: «*L'agriculture scientifique mal orientée... sans parer à toutes les carences, a ajouté des excès, elle est devenue pourvoyeuse de maladies en produisant des aliments malades. Les principaux vices de l'alimentation actuelle sont l'insuffisance en magnésium, sodium et potassium. Les stations thermales, célèbres par leurs eaux, ne font que reminéraliser les malades. Le Professeur Laborit en France et le Professeur Selye au Québec, ont rapporté que les sels magnésiens étaient vraiment des défatiguants de tout l'organisme, nettoyant particulièrement le muscle cardiaque*». Le magnésium fait partie de plusieurs enzymes comme ATP, ADP, AMP et TPP. On le retrouve dans les fourrages selon sa disponibilité dans le sol. La carence de cet élément amène une croissance réduite, de l'hyperexcitabilité ainsi que la tétanie d'herbage chez les animaux. Par contre, l'intoxication par l'eau provoque, tant chez l'homme que chez les animaux, la faiblesse, la dégénérescence osseuse, la perte des réflexes et la mort précédant une anesthésie.

La trop grande importance de la chimie, un danger pour les hommes.

Le Dr Epstein, professeur d'écologie humaine et des maladies de l'environnement, lors de la Déclaration de Stockholm sur les droits de la nature, a longuement insisté sur l'importance de l'«étai chimique» qui se resserre sur les hommes. Il croyait que l'intoxication chimique que nous subissons, aura une influence sur le comportement psychologique des individus, avant ou après la naissance.

L'agriculture a opté pour les bénéfices économiques.

Bien que les vaches laissées à elles-mêmes fassent une sélection des plantes à consommer, l'agriculture moderne en a décidé autrement.

Il faut diversifier l'alimentation.

Dans son ouvrage intitulé «*The Malabar Farm*», Louis Bloomfield a bien reconnu l'importance de la nourriture pour les animaux en relatant son expérience de producteur laitier. Il a vite compris que les vaches n'étaient pas des oiseaux et que les herbages étaient à la base de la santé de ses bêtes. La diversité de l'alimentation végétale apporte équilibre minéral et la santé.

Les pesticides sont les agents les plus importants dans la réduction de la biodiversité.

Les pesticides contribuent à la réduction de la diversité végétale et à la présence de champignons et de vers de terre. Ce sont les insectes, champignons, bactéries et lombrics qui sont les responsables de la transformation des matières organiques et de la mise en disponibilité des minéraux. Ceux-ci n'ont plus leur place en agriculture, même si l'enseignement universitaire s'évertue à le dire. Le maintien de la fertilité du sol en agriculture est la condition première à son existence.

La forêt un exemple d'équilibre.

La nature s'appuie sur des principes que l'agriculture moderne a reniés. La forêt est un exemple de l'équilibre par l'association étroite des champignons, plantes supérieures et animaux, en créant une harmonie et des échanges bénéfiques à tous. La forêt naturelle n'est pas une monoculture; elle se fertilise elle-même par la synthèse de son propre humus et rend les éléments minéraux disponibles par la désagrégation et l'entraînement par l'eau du sol. Vivre et laisser vivre.

Un manque dans l'enseignement de la nutrition.

Dans son travail, «*An Agricultural Testament*», Albert Howard discute des relations entre les champignons et les racines, aussi bien du côté agricole que forestier. Il parle du procédé «INDORE» pour créer de l'humus: «*the waste products of agriculture*». En 1931, il utilise tous les matériaux possibles (exemple) le bois pour absorber les urines, etc. En parlant de la fertilité du sol et de la santé nationale, il constate qu'une mauvaise information est responsable du peu de progrès que l'on a fait en nutrition humaine. Il n'y a que peu de temps que l'on enseigne la nutrition en médecine humaine, mais si peu. Il ne faut pas s'étonner du manque de crédibilité des médecins lorsqu'ils discutent alimentation.

Albert Howard souligne l'effet de certaines techniques agricoles et les principes qu'ils occultent:

Les insectes sont des «détecteurs» de maladies

1- Les insectes et les champignons sont détecteurs de plantes mal nourries et doivent être considérés comme des professeurs d'agriculture.

2- La protection des cultures contre les insectes par vaporisation d'insecticides masque le vrai problème.

3- Le brûlage des tissus malades n'est qu'une destruction de la matière organique, alors que la nature a prévu que cette tâche doit être faite par les microorganismes du sol.

*Le retour du fumier
au sol.*

Il ajoute que, lors de l'identification d'une pathologie végétale, il faut d'abord s'assurer du degré de fertilité du sol et de la présence de mycorhizes. Il ajoute, en citant *Alexis Carrel* «des centaines de millions de dollars sont dépensés en soins médicaux aux USA. On ne tient pas compte des pertes d'efficacité attribuables aux diverses maladies. Si la restitution du fumier au sol pouvait réduire ces pertes de 25%, l'importance de ce dernier se passerait de commentaires.»

*Les effets allélopa-
thiques de la saponine.*

On reconnaît maintenant la présence de substances allélopathiques. Ces substances sont liées aux mécanismes de défense chimiques de l'organisme à titre d'inhibiteurs ou de stimulants. La littérature scientifique nous montre que les saponines, présentes dans les aliments, peuvent être bénéfiques ou maléfiques par leur action sur le cholestérol. En cardiopathie, ces substances peuvent être utiles par leur effet bénéfique sur l'intestin grêle.

Tanins et métabolites œstrogéniques.

Certains tanins empêchent la dégradation des protéines dans le rumen des ruminants, alors que certains métabolites ont un potentiel œstrogénique et font partie de nos aliments quotidiens.. Certains trèfles apportent des problèmes bien connus sur la fertilité.

Le rôle du gossypol.

Le *gossypol*, le plus important constituant de la graine du cotonnier (*Gossypium sp.*) présente une action antiphysiologique chez les monogastriques, en limitant la disponibilité de l'oxygène au niveau de l'hémoglobine. Il en va de même pour l'hématocrite et les protéines totales causant l'hypertrophie cardiaque. Chez les poules, le *gossypol* se dépose dans l'oeuf et affecte la coloration du jaune de ce dernier.

*L'acide phytique
prédispose au rachitisme.*

L'*acide phytique*, présent dans certains légumes, céréales, fourrages, est responsable de la chélation de cations bivalents comme le calcium, le fer, le magnésium et le zinc, prédisposant ainsi au rachitisme. Les mycotoxines,

résultant de mauvaises manipulations des récoltes et de leur conservation, affectent aussi bien les animaux que les humains.

Les insectes ont une grande importance agricole.

En lisant *Henri Fabre* dans «*La vie des insectes*» j'ai découvert l'importance agricole de ces derniers. Il en va de même pour l'animal et l'homme dans l'élaboration des équilibres de la chaîne alimentaire que l'industrie des pesticides s'évertue à rompre. Il faut se rappeler le livre de *Rachel Carson* «*Le printemps silencieux*»; l'équilibre y est rompu par l'arrosage des forêts avec des insecticides, la diminution des populations de saumons dans les rivières de la côte du Pacifique, les pertes économiques reliées à ces déséquilibres, etc... On a habillé cette scientifique de toutes les insultes possibles. Aujourd'hui, il faut se rendre compte de l'importance du message qu'elle a livré.

La cruauté et la rentabilité économique

L'élevage d'animaux tels les porcs, les veaux, les poules se fait en cage maintenant. Ils ne voient jamais le soleil, la lumière et le nombre de périodes d'alimentation étant réglées artificiellement pour en rentabiliser la production.

Les qualités de la liberté animale.

Le *Professeur Voisin*, dans ses ouvrages, parle de poules heureuses vivant en liberté et qui picorent à l'extérieur en compagnie d'un coq. La qualité de leurs oeufs est différente et supérieure, ceux-ci contenant un germe de vie, absent des oeufs produits en cage. Nous en sommes privés.

Les pressions économiques réduisent l'expérimentation nécessaire.

Dans son livre, «*Quelle terre laisserons-nous à nos enfants, une terre empoisonnée?*», *Barry Commoner* écrit: «*Dans ces conditions, le laboratoire de sciences fondamentales perd de son indépendance vis-à-vis les courants d'influences intellectuelles et tombe sous la coupe de fortes pressions sociales qui exigent des résultats déterminés. Ainsi, les délais qui suivent l'application de la découverte par la recherche, sont de beaucoup réduits. Nous nous sommes lancés dans les applications techniques avant que la science fondamentale ait apporté une base scientifique raisonnable sur la connaissance des effets sur la nature*» On se rappelle la thalidomide, le DDT, le pentachlorophénol, le 2-4-D, etc...

Voyons un à un les principaux éléments et leur rôles.

ARSENIC Il est utilisé comme insecticide, élément de conservation du bois, herbicide, stimulant de croissance du porc et des poulets, anticoccidiose à 100 ppm, dont 10% est rapidement excrété par les reins et le restant par les fèces. Une période de retrait d'au moins 5 jours devrait être respectée avant l'abattage, car le foie des porcs et des volailles présentent les concentrations les plus élevées, alors que les ruminants en rejettent une partie dans le lait.

BARIUM Il est présent en petite quantité dans tous les sols et les plantes. Certaines plantes comme le noyer (*Juglans regia*) et le frêne rouge (*Fraxinus pensylvanica*) renferment des concentration de 2600 ppm et plus.

BORE Il est ajouté aux engrais chimiques depuis près de 50 ans pour la culture de la luzerne, de la pomme et des Crucifères. Le manque de cet élément est plus apparant dans les cultures sur sol sableux. Le chaulage en diminue la «biodisponibilité». L'eau de consommation en contient 10% aux USA et 5% pour les animaux. Que comprendre?

BROME Il est présent dans tous les aliments. Les sols en contiennent plus de 5 ppm et les plantes, près de 15 ppm. Pour leur part, les porcs en tolèrent 100 ppm et les poulets 5000 ppm.

CALCIUM Règle générale, les céréales comme l'orge, le maïs, le millet, l'avoine et le blé sont pauvres en cet élément. Par contre les fourrages présentent des teneurs variant de 0,31% à 1,7%. La *parakétose* apparaît lorsque la diète est trop riche en calcium, provoquant une interférence avec le zinc. Au contraire, lorsque le taux de calcium est trop bas dans le sang, on voit apparaître la fièvre vitulaire chez la vache et le rachitisme chez toutes les autres espèces.

COBALT On a reconnu son importance en Australie dans les années 1930 concernant la maladie des bovins et des ovins (*wasting disease*). Il est un constituant de la vitamine B12 et sa déficience provoque une perte d'appétit et de poids ainsi que l'anémie. C'est le phosphate de calcium qui empêche la mise en disponibilité du cobalt.

CADMIUM Il est apporté par les engrais chimiques, les fumées d'incinérateurs, les plastiques, l'essence, la farine blanchie, le tabac, etc. Il est reconnu comme polluant industriel responsable de la forte tension artérielle de humains, ainsi que des troubles du système osseux dits «ouch-ouch-itai/itai» au Japon, où on le retrouve dans le riz.

CUIVRE Son action est connue dans l'ataxie enzootique ovine, dans la rupture aortique du porc et du dindon, la décoloration de la laine, des poils, ainsi que dans l'anémie. La consommation de certains lupins en Australie contribue à en augmenter la teneur toxique au niveau du foie et des reins. Le volailles et les porcs sont tolérants, les chevaux et les lapins encore plus, le cuivre agissant comme stimulant de la croissance. Les poissons sont particulièrement sensibles aux effets toxiques du cuivre à moins de 1 ppm. On observe alors la congestion des lamelles respiratoires, une dégénérescence du foie, la nécrose rénale, les centres hématopoiétiques étant réduits dans leurs fonctions.

FLUOR Cet élément est présent sous forme de fluorures qui constituent environ 0,09% de la croûte terrestre. Les fumées et poussières provenant du traitement de la bauxite, de la pierre à chaux, les incinérateurs, cimenteries, et alumineries constituent un danger pour l'homme et les animaux. La présence de calcium, d'aluminium, de chlorure de sodium et un taux élevé de matières grasses retardent l'absorption du fluor. De petites quantités de fluor ingérées s'accumulent dans le squelette et la dentition sans évidence. Toutefois, de fortes quantités montrent

des changements importants sur les dents permanentes en formation dans les maxillaires, des exostoses sur les côtes et les os longs, allant jusqu'à la calcification des tendons. Les lésions dentaires rendent la mastication difficile, la préhension de l'eau pénible, l'amaigrissement et la démarche difficile. Les radiographies montrent alors de l'ostéoporose, de l'ostéosclérose, de l'ostéophytose et une combinaison de ces lésions. La saucisse, fabriquée à partir de viandes désossées mécaniquement, contient des quantités variables de fluor et peut contribuer à l'ingestion de bonnes quantités. Les principales sources alimentaires de cet élément sont les suppléments phosphorés, alors que ceux dit défluorés ne doivent pas en contenir plus de 1% pour 100 parties de phosphore.

FER Les Romains savaient que l'anémie était la conséquence d'une déficience en fer et donnaient de l'eau contenant de la rouille aux malades.

MAGNÉSIUM Près de 60% de cet élément est concentré dans le squelette, dont un tiers est lié aux phosphates. Il fait partie de la structure des enzymes ATP, AMP, ADP, et TPP. La variation de la teneur en cet élément dans les fourrages est directement reliée à celle du sol. Une déficience entraîne la tétanie de l'herbage des bovins. On observe de l'hyperexcitabilité suivie de paralysie, de tremblements musculaires et de la mort.

MANGANÈSE La déficience de cet élément se manifeste par un retard de croissance, des troubles ostéosquelettiques, l'ataxie du nouveau-né, des troubles de la reproduction, des otolithes anormaux, ainsi que des troubles osseux liés à la chondrogénèse. Aux USA, l'eau de 140 stations échantillonnées entre 1957 et 1969, a montré des taux variant de 0,20 ppb à 323 ppb. Un excès de manganèse affecte le métabolisme du fer, du cobalt, du calcium et du cuivre.

MERCURE Il est responsable de la maladie de Minamata au Japon. On le retrouve dans la chair et la farine de poisson. On l'utilise dans les procédés de blanchiment du papier, les peintures et les fongicides. Il est absorbé sous la forme de méthyle de mercure, forme très toxique, qui se retrouve dans le système musculaire, le fœtus, le lait, les oeufs, les poils, les plumes, le cerveau, le foie, les reins, ainsi que les globules rouges. Les poissons l'accumulent rapidement, le lait de vache peut en contenir de 3 à 10 ppb associé aux protéines. Il est introduit dans la chaîne alimentaire des animaux lorsque les plumes et les poils sont utilisés sous forme de farine pour l'alimentation de ces derniers.

Porter le poisson à l'ébullition n'altère pas sa teneur en mercure. L'intoxication aiguë se caractérise par des nausées, des douleurs abdominales, de l'arythmie cardiaque, etc...

MOLYBDÈNE Dans la nature, il est souvent associé au cuivre et à l'étain. Le *Rhizobium* des racines de légumineuses nécessite sa présence pour fixer l'azote atmosphérique. La diarrhée sévère des bovins (*teart scours*) en Australie est causée par un excès de molybdène et peut être contrôlée par l'addition de cuivre aux rations. L'intoxication des moutons par le cuivre est corrigée par l'addition de molybdène. Chez les bovins et les ovins, il est excrété par le lait. Sa toxicité cause chez les bovins la diarrhée, l'achromotrichie, la faiblesse du train postérieur ainsi que la malformation osseuse des veaux. Chez les ovins, la basse teneur en cuivre occasionnée décolore la laine ainsi que sa perte en même temps que l'anémie. Chez les porcs, une diète riche en molybdène provoque l'accumulation dans le foie et les reins. Chez les poulains, il provoque le rachitisme.

NICKEL Les aliments d'origine animale contiennent moins de nickel que ceux d'origine végétale. La teneur normale des pâturages varie entre 0,5 et 35 ppm, l'eau en contenant moins de 10 ppb. Les bovins tolèrent 50 ppm de chlorure de nickel.

PHOSPHORE Associé au calcium, il est nécessaire à la formation des os et des dents. On le retrouve dans toutes les cellules. Son absorption par l'organisme varie selon la source, la forme et le ratio calcium/phosphore ($\text{Ca/P} = 2/1$). Il est aussi tributaire du pH intestinal, de la vitamine D, du fer, de l'aluminium, du manganèse, du potassium, du magnésium et de la matière grasse. La teneur en phosphore varie selon le type de sol, de plante et de sa maturité. Un excès de phosphore par rapport au calcium peut causer de l'urolithiase des bovins jusqu'à la rupture de la vessie et la mort par urémie. Chez la poule, c'est la qualité de la coquille de l'oeuf qui sera affectée ainsi que la ponte. L'hyperthyroïdie apparaît avec une diète trop riche en céréales sans supplément calcique.

POTASSIUM Il est présent en quantité variable dans l'alimentation. S'il est en surabondance dans les fourrages, il prédispose les ruminants à l'hypomagnésémie.

PLOMB Il est l'un des plus importants polluants puisqu'il se fixe dans le système osseux. L'animal intoxiqué montre des signes de fatigue, d'anémie, d'encéphalite, cécité des bovins, paralysie du larynx chez le cheval, avortement et hyperexcitabilité. Il est possible de chélater (CaEDTA) une grande partie du plomb du squelette.

SÉLÉNIUM Marco Polo avait déjà noté que le broutage de l'astragale par les chevaux provoquait la perte des sabots. C'est le *Blind Stagger* décrit par C. Madisson en 1957 aux USA. Ce dernier lui donna le nom d'*alkali disease*, où l'on observe la chute des poils de la crinière, de la queue, l'émaciation, la boiterie, la malformation des sabots et leur chute.

Cette maladie se manifeste particulièrement par grande sécheresse, alors que les bêtes se nourrissent de plantes accumulant cet élément. La méthionine et

la vitamine E protégeraient des effets de la toxicité du sélénium, du mercure, du cadmium et du cuivre.

Dans le cas de la maladie du muscle blanc (*white muscle disease*), des doses infimes injectées à la mère, en fin de gestation, préviendront l'apparition de cette maladie.

STRONTIUM Il devient important sous sa forme radioactive issue des explosions nucléaires. Il a une action semblable à celle du calcium et se loge dans les tissus osseux. Il forme des phosphates insolubles et cause une déficience en phosphore. Son action rachitogénique est liée au rapport Ca/P de la diète.

SOUFRE Il est une composante essentielle de toutes les cellules, sa toxicité étant liée à sa forme et son mode d'ingestion. Le soufre comme tel est l'un des éléments les moins toxiques; toutefois, le sulfure d'hydrogène est aussi toxique que le cyanure. Le persulfate d'ammonium est utilisé comme alternative au trichlorure d'azote pour le blanchiment des farines. Le trichlorure d'azote suscite des problèmes neurologiques chez le chien. Qu'en penser pour l'homme? S'il est utilisé en traitement contre les poux il peut causer des tremblements musculaires, diarrhée, dyspnée et décubitus. Les bêtes semblent aveugles, sombrent dans le coma et meurent.

SODIUM (CHLORURE) Il est essentiel pour le maintien de la pression osmotique, l'équilibre des fluides, l'hydratation des tissus, et le coeur. La conduction des impulsions nerveuses dépend de la proportion entre le sodium et le potassium. La déficience en sodium se manifeste par le léchage du bois, des pierres, des poils rudes, la laine ne pousse plus, la ponte est réduite chez les volailles et la déshydratation se manifeste.

ZINC Il est essentiel à la croissance et la maturation sexuelle.

La teneur moyenne des fourrages varie entre 17 et 60 ppm (matière sèche). La pollution industrielle

contribue à une augmentation allant de 10 à 50 fois plus. Les phytates des grains entiers diminuent la disponibilité du zinc. Lorsque les rations renferment plus de 1000 ppm, on observe de l'anémie, une déficience en fer, cuivre et manganèse dans les tissus, menant à une mauvaise utilisation du calcium et du phosphore. Dans ces cas, les vaches mangent du bois, les brebis donnent naissance à des mort-nés et des troubles arthritiques se manifestent.

IODE Il a une action à travers la thyroïde sur la thermorégulation, la reproduction, la croissance, ainsi que sur le système hématopoiétique et le fonctionnement neuro-musculaire. L'iodisme se manifeste par du larmolement, de l'écoulement nasal et de la toux. Les poulains, nés de mères ayant ingéré de 42 à 432 mg/jour d'iode, montrent des signes de goître, une thyroïde hypertrophiée et une faiblesse des membres. Les porcs et les poules sont plus tolérants bien que les naissances et la ponte soient affectées. Certaines plantes contiennent des substances «goîtrigènes», comme le genre *Brassica* de la famille des Crucifères. Les thiocyanates, perchlorates et sels de rubidium interfèrent avec l'absorption d'iode, alors que les bromures, les fluorures, le cobalt, le manganèse et les nitrates ont une influence nettement néfaste. La teneur en iode du lait de vache varie selon les quantités ingérées, la saison, et l'utilisation de désinfectants pour les instruments reliés à la traite.

Les effets secondaires de différents produits chimiques.

En regard des substances chimiques, la littérature rapporte des faits cocasses comme la corrosion des fils électriques par l'anhydride sulfureux (SO₂), affectant la végétation broutée par les moutons. Des indiens de l'état d'Arizona aux USA ont été étudiés par le Dr Sievers. Ils boivent de l'eau contenant du sodium, du chlore, du calcium, du magnésium, du strontium, du bore, du lithium et du molybdène, tout en étant déficiente en cuivre, zinc et manganèse. Les aliments produits sur leur territoire comme la fève mesquite, concentraient aussi certains éléments comme le strontium; les choux, les sulfates, et une certaine

baie, de grandes quantités de lithium. Ces indiens sont moins sujets à l'artériosclérose et aux maladies cardiaques.

Les Russes font état également de certaines plantes concentrant de nombreux minéraux protégeant des troubles cardiaques.

Quant aux Grecs, ils connaissaient bien le goître et le traitaient avec les cendres d'une éponge riche en iode.

Les aliments que nous consommons ont souvent une belle apparence de fraîcheur qui est fort trompeuse. Pour ce faire, on utilise nombre d'agents chélatants. On nous recommande de plus en plus la consommation d'aliments entiers comme les céréales, puisqu'elles contiennent plus de vitamines et de minéraux, sans nous dire que les grains entiers concentrent aussi tous les pesticides. En 1974, les céréales produites dans les provinces de l'ouest canadien avaient été traitées avec 11,000 tonnes de pesticides que nous avons ingérés

Les céréales entières fortement recommandées concentrent les pesticides

Dans son ouvrage «*Trace elements*», Underwood précise que: «la relation sol-plante-animaux prend une signification lorsque qu'une déficience est relevée dans le sol, dans la plante et dans l'animal». Aux USA, en 1974, on admet que le zinc est déficient dans 32 états. Selon la revue américaine *Farm Chemicals*, 43 états sont déficients en zinc, 41 en bore, 30 en manganèse, 27 en molybdène, 25 en fer et 14 en cuivre. Dans ces conditions, il est évident que la végétation est déficiente en ces éléments.

Un grand nombre d'états américains ont de grandes carences.

Dans un article paru en mai 1970 dans la revue américaine *Journal of the American Dietetic Association*, Le Dr Gormican, de l'Université du Wisconsin, note que ceux qui préparent les diètes des hopitaux se fient aux valeurs officielles de contenus en éléments. L'analyse de 128 aliments à la base de diètes spéciales montrent une très grande variabilité, si on les compare avec les valeurs officielles. À titre d'exemple, un certain fromage contenait une forte teneur en aluminium, à cause de l'utilisation d'un émulsifiant lors de sa fabrication: le phosphate d'aluminium.

Les valeurs officielles des aliments en nutriments ne sont pas respectées.

La raison des aliments «enrichis».

Les enfants atteints du «PICA» ne peuvent absorber le fer qui nécessite la présence du cuivre et de la vitamine C. Il ne faut pas s'étonner de la présence des aliments «enrichis» sur le marché.

Un système de santé orienté vers la maladie plutôt que la prévention.

Notre système de santé est plutôt orienté du côté maladie par des «essais de traitements», alors qu'il devrait être orienté vers la prévention par une saine agriculture.

Une alimentation garantissant l'ostéoporose.

Lors d'une conférence présentée en 1976, le Dr Jowsey a souligné que la diète moyenne des Américains, riche en phosphore et pauvre en calcium, garantissait à chacun de souffrir d'ostéoporose au cours de sa vie.

Les poulets qui boivent de l'eau traitée au chlore montrent des troubles circulatoires, des hémorragies et une hypertrophie cardiaque. Des rats de laboratoire, soumis à une diète déficiente en chrome, développent une intolérance au glucose et deviennent diabétiques.

Le plomb atmosphérique.

En 1974, on estimait aux USA que 200 000 tonnes de plomb étaient rejetées dans l'atmosphère chaque année, dont 9,5% provenait des automobiles.

Seule l'apparence des aliments à la vente est tenue en compte.

En examinant la composition du pain que l'on consomme tous les jours, on remarque qu'il est composé de farine blanchie, de levure, de sel, de fibres, parfois de bois, de sucre, de gras animal ou d'huile végétale hydrogénée, et de lait écrémé en poudre. On y trouve également une grande variété de substances chimiques comme le peroxyde de benzyle, du bromate de potassium, du fer, des vitamines, des mononitrates de thiamine, de la riboflavine, du phosphate tricalcique, du carbonate de magnésium, du propionate de calcium. Cette dernière substance inhibe l'enzyme qui permet l'assimilation du calcium dans notre métabolisme, d'où l'importance négative de son rôle chez les enfants et les femmes enceintes. Les mono et bi-glycérides sont des adoucisseurs, en plus de favoriser une augmentation en volume des aliments. La commercialisation d'un produit alimentaire ne tient aucun compte de la qualité, mais de l'apparence d'un produit et de la durée de sa conservation. Nous sommes tous victimes maintenant de ce système.

Les tétracyclines utilisées dans la conservation des poissons, à partir de l'océan jusqu'à sa transformation ainsi que dans la nourriture des animaux, provoquent la chélation du calcium et du fer. Ces produits sont interdits aux enfants et aux femmes enceintes, puisqu'ils provoquent la décoloration des dents permanentes en voie de calcification à l'intérieur des maxillaires. Cette substance donne une couleur pâle aux viandes comme le poulet, le veau et le porc. Les os des animaux ainsi traités deviennent fluorescents à l'ultra-violet.

Je termine en citant Alexis Carrel: *«C'est par l'incompréhension de l'homme que les politiciens, les industriels, les architectes, les médecins et les ecclésiastiques ont fait de ce monde un lieu où la vie de la race et celle de l'individu ne sont plus possibles»*. Dans son ouvrage paru en 1970, *«Vos aliments sont empoisonnés»*, Paul Leduc cite Jean Rostand: *«la médecine cultive la maladie, le thérapeute développe les tares et multiplie les hommes qui doivent avoir recours à elle»*. Plus loin encore, citant le Dr DuRuisseau: *«En médecine préventive nous sommes battus d'avance, il n'y a pas d'argent à faire!!!»*.

Voltaire disait: *«les médecins administrent des médicaments dont ils savent très peu, à des malades dont ils savent moins encore, pour guérir des maladies dont ils ne savent rien»*.

Zusammenfassung

Die moderne Landwirtschaft führt zum Untergang unserer Zivilisation. Das kanadische Ministerium für Landwirtschaft hat schon 1974 zugeben müssen, daß die Fruchtbarkeit der Great Plains im Jahre 2020 wahrscheinlich der Vergangenheit angehören wird. Die Ursache dafür liegt in den Monokulturen sowie in der Verwendung von Herbiziden. Die Tierkrankheiten ihrerseits sind vor allem auf die Verschlechterung der Böden sowie auf ein gestörtes Gleichgewicht im Bereich bestimmter Bodenbestandteile zurückzuführen. Die Beziehungskette Boden-Pflanze-Tier-Mensch ist ernsthaft gefährdet. Das Fehlen bzw. der Überschuß eines einzigen Bestandteils kann die Assimilation einer gewissen Zahl anderer Bestandteile verhindern. Die chemische Umweltvergiftung, der wir ausgesetzt sind, wird einen entscheidenden Einfluß auf unsere gemeinsame Zukunft haben. Pestizide reduzieren die biologische Vielfalt der Böden, während der Wald ein Musterbeispiel an Ausgewogenheit und Fruchtbarkeit darstellt. Die von Rachel Carson bereits vor mehreren Jahrzehnten ausgesprochene Warnung ist aktueller als je zuvor. Denn wir konzentrieren uns mehr auf die Bekämpfung von Krankheiten als auf Bemühungen in Richtung auf eine gesunde Landwirtschaft.

Abstract

Industrial agriculture may lead to the end of our modern civilisation. Back in 1974, Agriculture Canada found that the fertility of the Canadian Prairie soils would be a thing of the past by the year 2020. Monocultures and the increasing use of herbicides are the main causes. Most animal diseases can be linked to soil degradation and the imbalance in minor elements. Relationship between the food chain has become extremely fragile. Shortage or excess of a nutrient element may block the availability of others. The actual chemical pollution could have a real effect on the future. Pesticides may reduce soil biodiversity while forests are known for equilibrium and fertility. Rachel Carson's message must be remembered. The general trend in agriculture is to fight diseases and pay less attention to improving cultural practices.

Resumen

La agricultura moderna está causando la desaparición de nuestra civilización. El Ministerio de Agricultura de Canadá reconoció ya en 1974 que la fertilidad de las llanuras del oeste será cosa del pasado en el año 2020. La causa son los monocultivos y el uso de herbicidas. Las enfermedades animales son, sobre todo, producidas por la degradación y el desequilibrio de los suelos en elementos menores. La relación suelo-planta-animal-hombre se ha hecho notablemente frágil. La insuficiencia o la abundancia excesiva de un elemento bloquea la asimilación de un cierto número de otros. La intoxicación química que nos afecta actualmente producirá un impacto notable en nuestro futuro colectivo. Los pesticidas reducen la biodiversidad de los suelos mientras que el bosque es un ejemplo de equilibrio y fertilidad. El mensaje que nos dejó Rachel Carson, hace ya muchas décadas, reviste hoy mayor actualidad que nunca. Nuestro sistema está orientado hacia el control de las enfermedades más que hacia una agricultura sana.

Sommario

L'agricoltura moderna sta facendo scomparire la nostra civiltà. Il Ministero canadese dell'Agricoltura, sin dal 1974, ha riconosciuto che la fertilità delle pianure occidentali finirà col divenire una cosa del passato nel 2020. E la causa ne sono le monoculture e l'uso di diserbanti. Le malattie degli animali sono soprattutto causate dal degrado e dallo squilibrio dei suoli in parte minore. Il rapporto suolo-pianta-animale-uomo ha raggiunto una fragilità drammatica. L'insufficienza o l'eccessiva abbondanza di un elemento blocca l'assimilazione di altri. L'intossicazione chimica che stiamo subendo avrà un impatto di gran portata sul futuro di tutti. I pesticidi riducono la biodiversità dei terreni mentre la foresta rimane un esempio di equilibrio e di fertilità. Il messaggio presentato da Rachel Carson, già vari decenni fa, è più che mai attuale. Il nostro sistema è orientato verso il controllo delle malattie piuttosto che verso un'agricoltura sana.

Resumo

A agricultura moderna conduz ao desaparecimento da nossa civilização. O Ministério da Agricultura do Canada reconheceu, desde 1974, que a fertilidade das pradarias do Oeste será uma coisa do passado, no ano 2020. A causa disso são as monoculturas e a utilização dos herbicidas. As doenças animais são sobretudo causadas pela degradação e pelo desequilíbrio dos solos em elementos menores. A relação solo-planta-animal-homem tornou-se dramaticamente frágil. A insuficiência ou a super-abundância de um elemento bloqueia a assimilação de um certo número de outros. A intoxicação química de que somos vítimas terá um impacto importante no nosso futuro colectivo. Os pesticidas reduzem a biodiversidade dos solos, enquanto que a floresta é um exemplo de equilíbrio e de fertilidade. A mensagem emitida por Rachel Carson, há já várias dezenas de anos, está hoje mais actualizada do que nunca. O nosso sistema está mais orientado para o controlo das doenças do que para uma agricultura sadia.

BIODÉGRADATION ET HUMIFICATION DES RÉSIDUS VÉGÉTAUX DANS LE SOL: ÉVOLUTION DES BOIS RAMÉAUX (étude préliminaire)

par

François Toutain*

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

Centre de pédologie biologique

17, rue Notre-Dame-des Pauvres

Vandoeuvre-lès-Nancy

FRANCE

Résumé

Le fonctionnement d'un écosystème forestier est responsable des conséquences favorables ou non de l'apport énergétique des résidus végétaux au sol. L'apparition des pigments bruns sous la forme de sphérules dans les tissus végétaux est un phénomène capital dans la régle des nutriments et la synchronisation de leur réutilisation. Ce sont les polyphénols-protéines. Il est difficile de distinguer les polyphénols-protéines de la lignine elle-même à l'analyse. Les pigments bruns font 27% du poids total de la feuille de hêtre (*Fagus sylvatica*). Ce phénomène se manifeste également chez les BRF, rendant possible la libération de l'azote provenant des protéines lorsque nécessaire au printemps. Le mycélium des Basidiomycètes, dégradant les tissus végétaux, donne des gouttelettes dorées riches en acide oxalique: c'est très important dans la pédogénèse. Les polyphénols sont transformés en mycéliums de champignons qui sont broutés à leur tour par la pédofaune, libérant ainsi l'azote dans la solution du sol. Les acariens ne peuvent digérer les pigments bruns, mais les vers de terresen sont capables. Le système digestif des vers de terre contient des colonies de bactéries protégées par des polysaccharides et recouvertes d'un mince film d'argile permettant le passage dans le tube digestif. Ces colonies bactériennes forment des agrégats très actifs. On a ainsi trois types de matière organique: 1^o matière organique héritée, 2^o la matière organique soluble, 3^o les agrégats bactériens. Les BRF, donnent une matière organique très réactive et la formation d'un complexe organo-minéral. Les conséquences de tout ce processus sont: 1^o un apport énergétique, 2^o un apport de nutriments et une synchronisation de la disponibilité, 3^o la transformation progressive en produits très diversifiés, 4^o une augmentation de la biodiversité et du flux génique d'ADN, 5^o une structure solide au sol, tout en fixant les enzymes libérées. Les BRF permettent de mettre sur les rails de la productivité tous les organismes du sol.

Je tiens à vous dire combien je suis satisfait d'avoir été invité par le Professeur Lemieux et de l'organisation de ce colloque; je considère ceci comme un honneur.

Chaque fois que je viens au Québec, je suis toujours agréablement surpris de l'accueil chaleureux qui m'est réservé, la qualité des personnes que j'y rencontre et l'originalité des idées qui se développent. Un tel colloque sur les BRF ne pourrait certainement pas se faire en France. C'est avec des idées originales de ce type que la société sortira des problèmes que Monseigneur Blanchet a soulevés et qu'elle ira dans le bons sens.

La première partie de mon exposé portera sur l'humification des résidus foliaires en forêt tempérée en

France, en les comparant avec ce qui se passe au niveau des BRF dans la mesure de nos connaissances actuelles.

L'origine de la matière organique en forêt.

L'écosystème forestier reçoit l'énergie solaire qui est captée en partie par la chlorophylle des plantes qui la transforment en tissus végétaux. Elle se manifeste de deux autres façons en permettant à la plante de faire monter des profondeurs du sol, des éléments nutritifs par le phénomène d'évapotranspiration, et en provoquant des retombées de matières végétales au sol.

L'apport énergétique des BRF.

Ces retombées sont sous la forme de feuilles, ou encore provoquées par l'activité humaine sous forme de cultures, ou encore, comme nous en discutons ici, sous la forme de bois raméaux. Ceci constitue un apport d'énergie.

Une évolution de la matière organique favorable ou non.

En pédologie, on étudie l'influence de cet apport énergétique sous la forme de résidus foliaires ou de rameaux qui seront incorporés dans la partie supérieure de la lithosphère. Le fonctionnement de l'écosystème peut alors aboutir à des conséquences favorables ou défavorables.

L'apparition de sphérules brunes dans les feuilles.

Lorsqu'on regarde une feuille en coupe, sous un éclairage ultraviolet, on distingue très bien la lignine de la cellulose. Toutefois, en utilisant un éclairage rasant, on observe, dans une feuille imprégnée dans la résine, des sphères de couleur brune.

La formation de pigments bruns sont d'une importance fondamentale.

La teinte brune des feuilles est tout à fait fondamentale; elle indique que les feuilles ont subi des transformations majeures qui ont une très grande importance dans le fonctionnement de l'écosystème. Cette coloration brune est causée par l'accumulation de produits logés le long des parois cellulaires, et par ces petites sphères brunes qui sont opaques aux électrons en microscopie électronique: ce sont les **pigments bruns**.

Les pigments bruns sont des polyphénol-protéines.

Ces **pigments bruns** sont en réalité des **polyphénols-protéines** qui se sont formés au moment de la sénescence. Dans un cellule vivante, il y a tous les organites connus, mais à mesure que cette cellule vieillit, on voit apparaître une accumulation de composés résiduels

qu'on appelle des **polyphénols-tanins** localisés dans les vacuoles. Au moment de la sénescence, la vacuole n'est plus étanche et ces polyphénols se déversent dans la cellule et vont tanner les protéines qui contiennent beaucoup d'azote.

I sont difficiles à isolés de la lignine.

Contrairement aux analyses chimiques conventionnelles, celles-ci arrivent difficilement à isoler les composés phénoliques de la lignine, les deux ayant les mêmes noyaux phénoliques.

Les pigments bruns font 30% du poids total de la feuille de hêtre.

Plus de 45% du poids de la feuille est composé de cellulose et d'hémicellulose, la lignine ne représentant que de 5% à 10%. Les pigments bruns arrivent à faire de 27% à 30% du poids total de la feuille. Il est très intéressant de noter que ni la cellulose ni les hémicelluloses ne contiennent d'azote, alors que 70% du contenu en azote de la feuille est ainsi piégé par les pigments bruns.

Is synchronisent la disponibilité de l'azote avec la demande des plantes.

Ces pigments bruns sont d'une extrême importance pour le fonctionnement de l'écosystème. Si les feuilles ne brunissaient pas, il y aurait à la tombée de ces dernières une très forte minéralisation des acides aminés de la cellule. Cette transformation se ferait dans un premier temps en ammonium, puis en nitrates. Ceci aboutirait à une véritable décharge de nitrates dans le milieu à une époque où aucun organisme n'en nécessite. Les racines, dormantes à cette époque, ne sauraient utiliser cet azote qui sortirait de l'écosystème par lessivage. Un tel écosystème ne pourrait pas survivre.

Le phénomène est identique chez les BRF en voie de transformation.

Ce brunissement des feuilles est tout à fait important: il permet de mettre l'azote en réserve pendant un temps plus ou moins long, correspondant à la période hivernale, de façon à ce que la nitrification ne puisse se produire. Ce phénomène se manifeste également sur les BRF, alors que ces phénols-protéines libéreront l'azote grâce à l'activité biologique du sol au moment où il le faut.

Les nutriments remis en circuit par les bactéries et champignons du sol.

Les résidus végétaux incorporés au sol, auxquels on n'ajoute pas de produits chimiques, sont pris en charge par l'activité biologique qui répond à la demande de la plante. Ainsi, les racines trouveront de l'azote disponible au

moment nécessaire, soit durant la grande période d'activité des bactéries et des champignons du sol.

Bactéries et surtout champignons attaquent la lignine du bois.

Si les bactéries formant des colonies sont capables d'attaquer la lignine à l'intérieur des vaisseaux du bois, les champignons sont encore bien plus habiles à le faire.

Les Basidiomycètes sont les plus importants

Ces champignons Basidiomycètes, que l'on appelle également champignons de pourritures blanches, sont encore plus habiles à dégrader la lignine. À titre d'exemple, le clytosibe nébuleux donne à sa base une forte concentration de mycéliums qui se dirigent vers des feuilles qui sont complètement blanchies par la perte de leur couleur brune.

La pédogénèse affectée par la «tisane» d'acide oxalique.

Avec un examen plus approfondi, on remarque que les filaments de mycélium sont couverts de fines gouttelettes dorées formant une «tisane» qui, avec la pluie, sont entraînées dans le sol. Cette «tisane» contient beaucoup d'acide oxalique qui peut avoir des conséquences importantes sur les mécanismes pédogénétiques. Ce sont des exsudats fongiques, toujours en fortes quantités dans le sol.

Les champignons ont les systèmes enzymatiques propres à digérer les pigments bruns.

Les filaments de champignons essaient donc de pénétrer dans la feuille, souvent inattaquable à cause de la cuticule faite d'acides gras. Ils doivent donc pénétrer les tissus foliaires par les stomates pour aller «aspirer» le contenu de sphères de pigments bruns, grâce à leurs systèmes enzymatiques.

Les polyphénols-protéines sont transformés en chair de champignon.

Ainsi, l'azote piégé sous forme de polyphénols-protéines sera transformé en tissus de champignons qui, à leur tour, seront broutés par la faune du sol, permettant ainsi de passer dans la chaîne trophique l'azote précédemment immobilisé sous forme de pigments bruns.

Les acariens ne peuvent digérer les pigments bruns.

Lorsque les tissus sont attaqués par les acariens, ces derniers donnent des boulettes fécales de couleur brune, montrant ainsi que les pigments bruns n'ont pas été digérés. Très peu d'organismes en sont capables d'ailleurs.

Les enchytréides sont fongivores.

Les enchytréides jouent également un rôle important en broutant les champignons à la surface des feuilles. Ils mangent également les tissus foliaires entre les feuilles et les digèrent à l'aide de grains de quartz.

Le boulettes fécales contiennent les pigments bruns.

Les boulettes fécales ont en général 100 microns de diamètre et la couleur brune montre bien que les pigments bruns n'ont pas été digérés.

Seuls les vers de terre peuvent digérer les pigments bruns chez les animaux.

Pour leur part, les vers de terre jouent un rôle sans pareil en tant que fousseurs. Le jour, ils sont cachés dans le sol; le soir, ils apparaissent par la partie postérieure et provoquent des turicules de déjections. Ces monticules sont souvent détruits par les labours, mais ils permettent aux vers de terre de faire passer à tous les cinq ans environ dans leur tube digestif le sol arable. **Ce sont les seuls animaux capables de digérer directement les pigments bruns des feuilles.** Leurs systèmes enzymatiques permettent donc de remettre directement l'azote dans la solution du sol. A leur mort, ces vers de terre sont minéralisés ou encore mangés par les oiseaux, donnant ainsi tout le contenu de leur corps en nutriment à l'écosystème.

Les colonies de bactéries traversent le tube digestif des vers de terre.

Le système digestif des vers de terre contient également des bactéries vivantes, formant des colonies entourées de polysaccharides pour se protéger de la dessiccation. Ces colonies s'entourent d'un mince film d'argile qui fixe tous les enzymes disponibles dans le tube digestif des vers de terre. Ainsi, ces colonies de bactéries traversent le tube digestif sans être en contact avec les enzymes, leur permettant de rester bien vivantes.

Les turicules faits d'agrégats bactériens très actifs.

La conséquence se voit au niveau des turicules qui sont faits d'agrégats extrêmement actifs au point de vue biologique, permettant de transformer la matière organique. Les vers de terre sont capables à la fois de digérer les pigments bruns et de produire des agrégats bactériens extrêmement actifs, beaucoup plus que les bactéries libres.

Cela aboutit donc à trois types différents de matière organique:

La matière organique héritée.

1- **La matière organique héritée:** cette matière peu transformée sous la forme de résidus foliaires, de cellules écrasées, de parois cellulaires, et de quelques pigments bruns donnant des boulettes fécales très peu transformées. Elle est donc très peu réactive. Les sols contenant beaucoup d'enchytréides produiront des humus très épais voisins de la tourbe.

La matière organique soluble

2- **La matière organique soluble:** elle est composée de substances phénoliques solubles qui pénètrent dans le sol. Elle renferme également cette «tisane» sécrétée par les filaments mycéliens des champignons (Basidiomycètes). La coloration du sol montre qu'une matière organique soluble circule et peut être adsorbée sur les composés minéraux du sol. Si elle est associée aux argiles, cette matière organique est souvent très réactive. Ceci forme le complexe argilo-humique très réactif en adsorbant tous les éléments qui passent.

Les agrégats bactériens

3- **Les bactéries entourées de polysaccharides** et d'argile forment une matière organique très réactive.

L'utilisation des BRF se montre très favorable à la production d'une matière organique très réactive. Si on prend comme exemple une feuille de hêtre au mois de mai, elle contient 4% d'azote environ. En juin, son contenu baisse à 2%; à la chute des feuilles, on passe à 1%, la différence étant stockée dans les parties pérennes que sont les rameaux. Les BRF retiennent donc cet azote.

Les BRF transformés par les bactéries et les champignons capables de digérer les pigments bruns.

Si on regarde les BRF d'érable à sucre provenant des expériences de M. Larochelle à Saint-Lambert, on voit des pigments bruns et des filaments mycéliens qui s'installent dans la partie corticale pour transformer les polyphénolsprotéines. On note également la présence de bactéries en voie de dégrader des pigments bruns. Les BRF montrent également l'opération de transformation vers le complexe organo-minéral.

*Les sols traités avec des BRF de *Quercus rubra* contiennent des racines vivantes.*

Si on retrace l'évolution des BRF de chêne rouge (*Quercus rubra*) dans la forêt de Saint-Damien, on constate que la parcelle traitée possède peu de racines mortes et

beaucoup de racines vivantes, alors que la parcelle témoin ne contient que des racines mortes à toutes fins utiles.

En conclusion, on peut dire que quels que soient les produits apportés au sol, il y a un certain nombre de conséquences:

Les BRF restituent complètement leur énergie à l'écosystème.

1^o Toute l'énergie présente dans ces produits sert à faire tourner l'écosystème et à produire de la biomasse. Contrairement au compostage où l'on doit obtenir une élévation de température, il n'y a pas de pertes énergétiques. Avec des BRF, on observe la restitution de cette énergie et de cette matière aux écosystèmes naturels ou exploités par l'homme.

L'offre des nutriments est synchronisée avec la demande des plantes.

2^o On doit également tenir compte de certains éléments présents dans ces matières comme l'azote, le phosphore et les cations qui, dans les produits naturels, sont relativement peu assimilables. Ici, ils sont transformés sur demande. Dans ces systèmes, l'offre des nutriments est tout à fait synchronisée avec la demande des plantes. Les racines demandent beaucoup lorsqu'elles sont actives et ce, en même temps que champignons et bactéries le sont.

La transformation progressive en produits multiples.

3^o La transformation progressive de tous ces produits n'aboutit pas, comme en chimie, à un produit donné et définitif. Des produits fort diversifiés et spécifiques sont libérés dans le milieu. Les uns alimentent et stimulent la mycoflore; d'autres sans être pathogènes, présentent des effets antibiotiques vis-à-vis d'autres mycoflores. Le tout présentant ainsi un bilan bénéfique et positif.

Une augmentation de la biodiversité et du flux génique d'ADN.

4^o Ces produits augmentent la biodiversité: lorsqu'il y a une grande diversité de produits, celle-ci induit la présence d'une grande diversité d'organismes comme les bactéries et les champignons. Ceci provoque un flux génique d'acide désoxyribo-nucléique (ADN) et peut également améliorer les qualités organoleptiques comme le parfum et le goût des fraises par exemple.

Donne une structure au sol et fixe les enzymes.

5^o Une fois ces produits incorporés au sol, on voit apparaître une structure par bioturbation et une très bonne porosité permettant à l'air d'y circuler beaucoup mieux,

d'où un pédoclimat complètement changé. Ceci occasionne également la fixation d'enzymes qui, à l'inverse des enzymes brutalement libérées sont très intéressantes puisqu'elles présentent des effets différés ou rémanants.

Formation d'un complexe argilo-humique

6^o Formation d'un complexe argilo-humique à forte réactivité. Ainsi, la « tisane » dont il a été question plus tôt, sera piégée par le complexe, considérant son contenu en calcium soluble.

Un nouvel équilibre se maintient pendant des décennies

Récemment, dans une forêt des Vosges, on a pu étudier les effets d'un apport d'engrais sur des hêtres de 120 ans: l'apport de calcium au substrat qui s'était acidifié depuis quelques temps, a permis aux vers de terre de revenir. Calcium et phosphore ont permis la réapparition des pourritures blanches. Cette expérience fonctionne très bien depuis 15 ans déjà et les arbres traités produisent 70% plus de bois que les arbres témoins.

Remettre tous les organismes du sol sur les rails de la productivité,

Si cet apport chimique a produit un effet bénéfique, l'apport de BRF aurait sans doute été bien meilleur encore en déclenchant un système qui remet tous les organismes du sol sur les rails de la productivité.

Zusammenfassung

Die Funktionsweise eines Waldökosystems entscheidet, ob der von den pflanzlichen Überresten im Boden geleistete Energiebeitrag positive oder negative Folgen hat. Das Auftreten brauner, knöllchenförmiger Pigmente im pflanzlichen Gewebe ist ein wichtiger Faktor im Nährstoffhaushalt und in der für die Remobilisierung der Nahrungsstoffe erforderlichen Synchronisierung. Bei diesen Pigmenten handelt es sich um Polyphenolproteine; diese lassen sich in der Analyse nur sehr schwer vom eigentlichen Lignin unterscheiden. Die braunen Pigmente bilden 27 % der gesamten Blattmasse der Buche (*Fagus sylvatica*). Dasselbe gilt auch für Zweighäcksel (FZH), wodurch die im Frühjahr erforderliche Abgabe von Stickstoff aus den Proteinen möglich wird. Aus dem Myzelium der Basidiomyceten, welches die Pflanzengewebe zersetzt, scheiden sich gelbliche Tröpfchen mit hohem Oxalsäuregehalt ab; dieser Vorgang spielt eine entscheidende Rolle in der Pedogenese. Die Polyphenole werden im Myzelium metabolisiert, und die fertigen Pilze werden von der Bodenfauna verzehrt, wodurch wiederum Stickstoff an die Bodenlösung abgegeben wird. Die braunen Pigmente können von Milben nicht, von Regenwürmern dagegen sehr wohl verdaut werden. Das Verdauungssystem der Regenwürmer enthält Bakterienkolonien, die durch Polysaccharide geschützt und außerdem von einer dünnen Tonschicht bedeckt sind, so daß sie den Weg durch den Darm überstehen. Diese Bakterienkolonien bilden sehr leistungsfähige Aggregate. Man unterscheidet drei Erscheinungsformen organischer Stoffe: 1) ererbte organische Stoffe, 2) lösliche organische Stoffe, 3) Bakterienaggregate. Zweighäcksel (FZH) liefert einen leicht umwandelbaren organischen Stoff und fördert die Bildung eines mineralorganischen Komplexes. Aus diesem Prozeß ergeben sich folgende Konsequenzen: 1) ein Energiebeitrag, 2) ein Nährstoffbeitrag sowie die Synchronisierung seiner Verfügbarkeit, 3) die stufenweise Umwandlung in sehr verschiedenartige Substanzen, 4) eine Steigerung der biologischen Vielfalt und des Genaustausches innerhalb der DNS, 5) eine feste Bodenstruktur bei gleichzeitiger Fixierung der freiwerdenden Enzyme. Kurz, Häcksel (FZH) trägt dazu bei, alle Bodenorganismen zu produktiver Entfaltung zu bringen.

Abstract

Forest ecosystems are responsible for changes either positive or negative on plant residues energetic contribution to soil. Brown pigment spherule in plant tissues is of prime importance for nutrient management and timing for proper recycling. These spherules are polyphenols-proteins, and are always hard to separate from lignin in analysis process. Brown pigments represent 27% of the European beech total leaf weight. This phenomenon can be found in RCWs making nitrogen availability possible from proteins when needed in springtime. The plant tissues degraded by Basidiomycetes contribute small golden droplets high in oxalic acid which very useful in the pedogenetic process. Polyphenols are also transformed into fungus mycelium, browsed by soil fauna making nitrogen availability in soil solution. Brown pigment digestion is possible by earth worms, but not by acarians. Earth worms digestive system contains colonies of bacteria protected by extra cellular polysaccharids (ECP) coated by clay. This enables bacteria colonies to go through the digestive system and to give birth very active aggregates. There are three types of organic matter, 1° inherited, 2° soluble, 3° bacterian aggregates. RCWs provide some very reactive organic matter which turns into an organo-mineral complex. The results of this process are: 1° energy supply, 2° support of nutrients and proper timing for plant needs, 3° production of diversified organic compounds 4° increase in biodiversity and genetic flow of DNA. 5° firm soil structure and fixation of free enzymes. RCWs can improve productivity of all soil organisms.

Resumen

El funcionamiento de un ecosistema forestal es responsable de las consecuencias favorables o desfavorables de la aportación energética de residuos vegetales al suelo. La aparición de pigmentos marrones bajo la forma de esferulas en los tejidos vegetales es un fenómeno de gran importancia en la administración de los nutrientes y en la sincronización de su reutilización. Estos son los polifenoles-proteínas. Es difícil distinguir entre los polifenoles-proteínas y la lignina propiamente dicha mediante el análisis. Los pigmentos marrones constituyen un 27% de la masa total de la hoja de haya (*Fagus sylvatica*). Este fenómeno se manifiesta igualmente entre las astillas, haciendo posible la liberación del nitrógeno que proviene de las proteínas, cuando es necesario en primavera. El micelio de los basidiomicetos, que degrada los tejidos vegetales, da pequeñas gotas doradas ricas en ácido oxálico, lo que es muy importante en la pedogénesis. Los polifenoles son metabolizados en el desarrollo del micelio y de los hongos que son alimentados o nutridos por la pedofauna, liberando así el nitrógeno en la solución del suelo. Los ácaros no pueden digerir los pigmentos marrones, mientras que las lombrices de tierra sí los pueden digerir. El sistema digestivo de las lombrices de tierra contiene colonias bacterianas protegidas por polisacáridos y recubiertas de una fina capa de arcilla que permite el paso al tubo digestivo. Estas colonias bacterianas constituyen agregados muy activos. Se han elegido tres tipos de materia orgánica: 1) materia orgánica heredada; 2) materia orgánica soluble; y 3) los agregados bacterianos. Las astillas aportan una materia orgánica muy reactiva y la formación de un complejo organomineral. Las consecuencias de todo este proceso son: 1) una aportación energética; 2) una aportación de nutrientes y una sincronización de su disponibilidad; 3) la transformación progresiva en productos muy diversificados; 4) un aumento de la biodiversidad del flujo genético del ADN; y 5) una estructura sólida en el suelo, al tiempo que se fijan las enzimas liberadas. Las astillas contribuyen a que se pongan en marcha todos los organismos del suelo.

Sommario

Il funzionamento di un ecosistema forestale è responsabile delle conseguenze più o meno positive dell'apporto energetico dei residui vegetali del suolo. La comparsa di pigmenti scuri sotto forma di piccole sfere nei tessuti vegetali rappresenta un importante fenomeno nella gestione dei nutrienti e sincronizzazione del loro riutilizzo. Si tratta dei polifenoli-proteine che è difficile distinguere dalla lignina stessa nel corso dell'analisi. I pigmenti scuri costituiscono il 27% della massa totale della foglia di faggio (*Fagus sylvatica*). Questo fenomeno si manifesta anche nei ramoscelli frammentati (BRF), liberando l'azoto delle proteine, quando necessario, in primavera. Il micelio dei Basidiomiceti, degradando i tessuti vegetali, produce delle piccole goccioline dorate ricche di acido ossalico: cosa molto importante per la pedogenesi. I polifenoli vengono metabolizzati nello sviluppo micelico e i funghi, che a loro volta vengono brucati dalla pedofauna, liberano così l'azoto nella soluzione del terreno. Gli acari non possono digerire i pigmenti scuri, ma i vermi di terra sono capaci. Il sistema digestivo dei vermi di terra contiene delle colonie di batteri protette dai polisaccaridi e ricoperte da una pellicola sottile d'argilla che permette il passaggio nel tubo digestivo. Queste colonie batteriche formano degli aggregati altamente attivi. Si hanno così tre tipi di sostanza organica: 1) sostanza organica ereditata, 2) sostanza organica solubile, 3) aggregati batterici. I BRF producono una sostanza organica assai reattiva e la formazione di un complesso organominerale. Le conseguenze di tutto questo processo sono le seguenti: 1) apporto energetico, 2) apporto nutritivo e sincronizzazione della disponibilità, 3) trasformazione progressiva in prodotti molto diversificati, 4) aumento della biodiversità e del flusso genico del DNA, 5) struttura solida del suolo, fissando contemporaneamente gli enzimi liberati. I BRF contribuiscono ad incanalare verso la produttività tutti gli organismi del suolo.

Resumo

O funcionamento de um ecossistema florestal é responsável pelas consequências favoráveis ou não da contribuição energética dos resíduos vegetais em relação do solo. O aparecimento dos pigmentos castanhos sob a forma de esferula nos tecidos vegetais é um fenómeno fundamental na gestão dos nutrientes e da sincronização da sua reutilização. São os polifenóis-proteínas. É difícil distinguir na análise os polifenóis-proteínas da lenhina. Os pigmentos castanhos constituem 27% da massa total da folha de faia (*Fagus sylvatica*). Este fenómeno manifesta-se igualmente nas acoaras de ramos fragmentada (ARF), tornando possível a libertação, na Primavera, do azoto proveniente das proteínas, logo que é necessário. O micélio das basidiomicetas, que degrada os tecidos vegetais, produz gotículas douradas ricas em ácido oxálico, o que é muito importante na pedogénese. Os polifenóis são transformados em miceliano de fungos que, por seu turno, são consumidos pela pedofauna, libertando assim o azoto na solução do solo. Os ácaros não podem digerir os pigmentos castanhos, mas as minhocas podem fazê-lo. O sistema digestivo das minhocas contém colónias de bactérias protegidas por polissacarídeos e recobertas por uma fina película de argila que permite a sua passagem no tubo digestivo. Estas colónias bacterianas formam agregados muito activos. Tem-se, assim, três tipos de matéria orgânica: 1) matéria orgânica herdada, 2) matéria orgânica solúvel, 3) agregados bacterianos. As ARF proporcionam uma matéria orgânica muito reactiva e a formação de um complexo organomineral. As consequências de todo este processo são: 1) uma contribuição energética, 2) uma contribuição de nutrientes e sincronização da sua disponibilidade, 3) uma transformação progressiva em produtos muito diversificados, 4) um aumento da biodiversidade e do fluxo genético do ADN, 5) uma estrutura sólida no solo que permite fixar os enzimas libertados. As ARF permitem que todos os organismos do solo sejam encaminhados para a produtividade.

ESSAIS ET EXPÉRIMENTATION DE LA FRAGMENTATION DES BIOSURPLUS FORESTIERS.

par

Damien Saint-Amand*

Collège d'enseignement général et professionnel (CEGEP)

60, rue de l'Évêché

Rimouski G5L 4H6

QUÉBEC

Canada

Résumé

Des projets de fragmentation ont été réalisés en milieu forestier dès 1992. Un second projet vient d'être déposé en coopération avec plusieurs universités québécoises et des industries. Tous les projets font l'objet de mesures dendrométriques, physiologiques et pédologiques. Des efforts seront consentis au niveau du machinisme de fragmentation pour les besoins forestiers.

Au départ, j'ai été surpris que le Professeur Lemieux me demande de parler des BRF, puisque nous commençons à peine à nous intéresser au sujet. C'est lui qui nous a amenés à nous intéresser à la question en nous fournissant une documentation abondante sur le sujet.

Malheureusement, je ne puis vous présenter de résultats les dispositifs que nous avons mis en place. En fait, les travaux ont débuté à l'été 1991, à la forêt d'enseignement et de recherche de Macpès (CEGEP de Rimouski). Nous y avons implanté un dispositif élaboré par le Professeur Lemieux.

Simultanément, dans la Vallée de la Matapédia, le Service de Développement Matapédien qui regroupe divers organismes régionaux, avait également commencé à s'intéresser aux BRF. Pour l'occasion, un ingénieur forestier, M. Serge Malenfant, avait été chargé du dossier.

À l'été 1992, nous avons décidé d'unir nos efforts (SDM-Forêt de Macpès) pour présenter à Forêts Canada, dans le cadre du programme «Essais, expérimentation et transferts technologiques», une demande de subvention pour étudier le comportement des BRF en forêt. Ce projet a été mis en marche dès l'été 1992. Des inventaires dendrométriques, phytociologiques et pédologiques ont été

*Les travaux en forêt
entrepris en 1991.*

*Un intérêt pour les
BRF dans la vallée
de la Matapédia.*

*Un programme de
l'État canadien.*

*Directeur du département de Foresterie au CEGEP de Rimouski.

réalisés par Mme Lysanne Desjardins. La majorité des sites ont été identifiés par la Société d'exploitation de la vallée (SERV). Toute une équipe a donc été responsable de la mise en place de ces dispositifs.

Un nouveau projet en gestation.

De plus, l'intérêt aidant, nous avons déposé récemment une demande dans le cadre du projet «SYNERGIE» dont il a été question dans l'exposé de M. Claude Camiré. Ce projet est présenté en coopération avec des chercheurs de l'Université Laval, de l'Université de Sherbrooke, ainsi que de l'Université du Québec à Montréal. En outre, nous avons fait appel à des industriels comme Rodrigue Métal de Saint-Romuald en ce qui regarde les fragmenteuses, ainsi qu'à Sométal et Serbois, deux compagnies à la SERV.

Dans le Bas Saint-Laurent et dans la Vallée de la Matapédia, les dispositifs ont été établis à Macpès, Sainte-Florence, Amqui, Sainte-Marguerite et à Sainte-Paule.

Le projet de la forêt de Macpès

Dans la forêt de Macpès à Sainte-Blandine, au sud de Rimouski, le dispositif comprend 7 parcelles de un hectare chacune: une parcelle témoin, deux parcelles exploitées en arbres entiers, une recouverte de BRF d'été et l'autre de BRF d'hiver. Dans ce cas, les arbres ont été débusqués jusqu'à la jetée primaire, sans qu'il y ait de fragmentation.

Deux autres parcelles de un hectare ont été exploitées de façon traditionnelle en laissant les abatis sur les sites. Les



deux autres parcelles, l'une de BRF d'été et l'autre de BRF d'hiver, ont vu les bois raméaux fragmentés et épandus au sol.

Pour ce faire nous avons utilisé une fragmenteuse à alimentation manuelle qui a été modifiée pour permettre un épandage régulier des BRF.

À Sainte-Florence.

À Sainte-Florence, les travaux ont été réalisés sur une friche où quatre parcelles de 25 ares ont été établies, dont une parcelle témoin, et une seconde parcelle où les BRF étaient composés de 75% de résineux (*Picea glauca*) et 25% de feuillus. La troisième parcelle, en plus de recevoir le traitement de la deuxième parcelle, a reçu des BRF de

broussailles environnantes. La quatrième parcelle n'a reçu que des BRF de broussailles.

Dans cette expérience les branches ont été apportées sur le site, fragmentés, puis épandues à l'aide d'un épandeur à fumier.

Les parcelles d'Amqui ont été établies sur un ancien site d'enfouissement sanitaire. Les BRF utilisés provenaient d'un peuplement résineux-feuillus voisin et ont été épandus au taux de 150 et 200 mètres cubes à l'hectare pour les parcelles 1 et 2. La parcelle 3 elle recevait l'équivalent de 500 mètres cubes à l'hectare.

À Amqui.

À Sainte-Marguerite, le projet comportait deux sites différents. Le premier site a reçu des BRF d'épinette noire (*Picea mariana*) obtenus de rameaux laissés en digues sur le parterre de coupe, le long du chemin de débardage. Trois parcelles de 25 ares chacune ont été mises en place. La seconde parcelle a reçu le double de BRF, la troisième étant une parcelle témoin.

À Sainte-Marguerite.

Le second dispositif a été réalisé dans la forêt d'enseignement et de recherche de la Matapédia (FER). Dix parcelles de 25 ares ont été établies: la parcelle n° 1 a été exploitée par arbres entiers sans rien laisser sur le parterre de coupe. En ce qui regarde les parcelles 2 et 3, elles ont été exploitées en courtes longueurs; les résidus de coupe ont été fragmentés et nous avons ajouté des rameaux de bouleau à papier venant d'un peuplement voisin. Sur les parcelles 4 à 8, des épaisseurs variables de BRF ont été appliquées. La parcelle 9 est une parcelle témoin, alors que la parcelle 10 a été établie alors que le sol était recouvert de 8 cm de neige.

La forêt d'enseignement et de recherche de Causapscal.

À Sainte-Paule, les travaux ont été pratiqués dans une plantation d'épinette blanche (*Picea glauca*) de 5 ans: les BRF ont été épandus autour des jeunes arbres. D'autres travaux ont été complétés dans une érablière enrésinée, alors que les BRF provenant du peuplement même ont été épandus au sol. D'autres travaux ont été pratiqués dans une aulnaie où les BRF de ce peuplement ont été utilisés dans une plantation faite au printemps 1993. Finalement, les derniers travaux ont été réalisés dans une pessière blanche

À Sainte-Paule.

sous la forme d'une éclaircie intermédiaire, la fragmentation se faisant dans le peuplement même avec épandage sur place.

Tous ces dispositifs ont fait l'objet de mesures dendrométriques, phytosociologiques et pédologiques. Les résultats ne sont pas disponibles pour l'instant, puisque nous veçons à peine de terminer la prise de mesures de la seconde année.

Il y a encore beaucoup à faire et surtout dans le dossier des machines spécialisées dans le domaine de la fragmentation. Les machines existantes ont été développées à des fins agricoles ou urbaines, mais peu a été fait pour les machines travaillant en forêt. Nous pensons pouvoir développer de telles fragmenteuses à l'intérieur du programme «SYNERGIE».

Abstract

Some RCWs chipping projects took place early in 1992. A bigger project has been proposed including industry and many Québec Universities. Dendrometric, phytosociologic and pedologic measurements will be needed. Forest implements with regards to chipping will require large efforts.

Zusammenfassung

Seit 1992 wurden auf dem Forstsektor verschiedene Projekte zur Holzerkleinerung durchgeführt. Ein weiteres Projekt in Zusammenarbeit mit verschiedenen Québecer Universitäten und Industrien ist vor kurzem eingereicht worden. Alle Projekte befassen sich mit dendrometrischen, phytosozologischen und pedologischen Erhebungen. Besondere Anstrengungen werden im Bereich der maschinellen Zerkleinerung für forstliche Zwecke unternommen.

Resumen

Desde 1992, se vienen realizando proyectos de corte de astillas en el medio forestal. Se acaba de proponer un segundo proyecto en cooperación con numerosas universidades y entidades industriales de la provincia de Québec. Todos los proyectos son objeto de mediciones dendrométricas, fitosociológicas y pedológicas. Se aceptará la introducción de máquinas astilladoras para las necesidades forestales.

Sommario

A partire dal 1992, sono stati realizzati dei progetti di frammentazione in ambiente boscato. Un secondo progetto viene presentato in collaborazione con delle imprese e varie università del Québec. Tutti questi progetti sono oggetto di valutazioni dendrometriche, fitosociologiche e pedologiche. Verranno autorizzate delle iniziative per meccanizzare la frammentazione e rispondere ai fabbisogni forestali.

Resumo

Os projectos de fragmentação têm sido realizados no meio florestal desde 1992. Um segundo projecto acaba de ser lançado em cooperação com varias universidades e indústrias quebequenses. Todos os projectos envolvem medidas dendrométricas, fitossociológicas e pedológicas. Será também abordadas questões no âmbito da maquinaria de fragmentação para as necessidades florestais.

L'UTILISATION DES BRF SUR LES SOLS AGRICOLES: ANTÉCÉDENTS ET PERSPECTIVES.

par

Andrée Deschênes*

Centre régional de consultation agro-alimentaire de l'Est du Québec
616, rue Saint-Rédempteur
Matane G4W 1L1
QUÉBEC
Canada

Résumé

Agri-Service a pour but de développer la valeur ajoutée dans le domaine agro-alimentaire par la recherche technique et des outils de gestion. Les activités agricoles et forestières sont intimement liées dans le Bas Saint-Laurent et la Gaspésie. Dès le début, nous avons perçu les BRF comme une source de matière organique à la ferme. Nous avons estimé que les BRF seraient une bonne source de matériaux à composter, mais il semble bien maintenant que ce ne soit pas le cas. Les agriculteurs portent attention peu à peu à l'épandage direct au sol. Des essais de compostage à la ferme et pour des fins maraîchères n'ont pas apporté les résultats attendus. Il en va autrement pour des essais faits directement au sol sur pâturage ainsi que pour la culture de petits fruits. Les difficultés d'approvisionnement ont donné naissance à une entreprise de fragmentation à forfait. Le problème de la matière organique sur les fermes de la région ne se pose pas en terme de pourcentage, mais bien en terme de réactivité. Plusieurs questions demandent des réponses dans les années qui viennent comme le choix des essences, le mode d'amortissement des travaux de fragmentation et d'épandage, etc. Il va de soi que la recherche technique à la ferme apportera de nombreuses réponses en fonction du temps.

Il m'est agréable d'échanger avec vous des informations courantes sur un sujet d'importance: les BRF. Mais avant de commencer je désire remercier les initiateurs et les pionniers qui ont rendu cet évènement possible et d'avoir choisi Val d'Irène pour tenir le présent colloque.

Le rôle d'Agri-Services, la recherche technique et les BRF.

Mon exposé sera divisé en trois parties et la première sera consacrée à situer Agri-Services, dont je suis la directrice, dans le développement de l'agro-alimentaire dans l'Est du Québec, et à préciser comment nous percevons les BRF dans l'agriculture du Bas Saint-Laurent et de la Gaspésie. Dans un second volet, je vous ferai part de quelques essais techniques présentement en cours sur des fermes de la région. Le troisième volet tentera de cerner la problématique des BRF qui persiste, même si le présent colloque est à faire le point sur la question.

Agri-Services est une organisation indépendante depuis 1990, après deux années d'avant-projet. Les buts de cette organisation sont de développer la valeur ajoutée dans

*Agronome et directrice d'Agri-Service.

Une organisation indépendante de support à l'entreprise agro-alimentaire.

l'agro-alimentaire de la région, ainsi que d'assurer le support aux entreprises productrices par la recherche technique et les outils de gestion appropriés. En fait, il s'agit d'une formule hybride entre les Chambres d'agriculture, qui sont un service aux entreprises agricoles françaises, et les Commissariats agro-alimentaires, qui existent dans quelques régions du Québec. Nous intervenons en matière de production agricole et la transformation. L'équipe de base est constituée de trois agronomes, d'un spécialiste en technologie des aliments, d'une adjointe à l'administration et d'un technicien. Nous avons en plus une banque d'experts auxquels nous nous référons et qui peuvent être mis à contribution pour différentes réalisations spécifiques.

Agriculture et forêt en symbiose sauf pour la gestion.

La question des BRF a fait l'objet de nos préoccupations depuis les débuts d'Agri-Services. Dès le début, l'appréciation de notre espace nous a indiqué que forêt et agriculture étaient liées. L'activité forestière constitue un revenu d'appoint pour un très grand nombre d'entreprises agricoles, atteignant parfois la moitié de leurs revenus. Réciproquement, le travailleur forestier est proche de l'agriculture et poursuit des activités agricoles. Dès que la situation en forêt ralentit, beaucoup de gens viennent s'enquérir des possibilités de mettre leurs terres en valeur par l'agriculture. Les deux secteurs sont associés de près, sauf en ce qui regarde leur mode de gestion, chacun étant cloisonné dans ses propres structures.

Les BRF une source importante de matière organique à la ferme.

Dans un premier temps, notre perception des BRF nous avait fait croire que leur intérêt résidait avant tout dans le fait qu'ils pouvaient constituer une source de matière organique importante. On pouvait donc penser que l'utilisation des BRF dans les sols pauvres en humus était appropriée. Aujourd'hui, ceci semble plus vrai que jamais.

La spécialisation a éloigné l'agriculture de la forêt.

Ironiquement pour l'agriculture, la spécialisation avait éloigné la forêt des aires de culture intensive et, par tant, des BRF également. Les grands chantiers comme celui de l'élagage des arbres en milieux urbains (Hydro-Québec), constituaient une source potentielle intéressante.

Une premier essai vers le compostage des BRF.

Avec les acquis de l'agriculture biologique des dernières années, nous avons pensé à l'utilisation des BRF pour le compostage de ces derniers en tas, où les processus de dégradation et d'humification auraient déjà eu lieu. Ce réflexe de notre part nous aurait fait opter pour ce processus en apparence plus contrôlable. Cela éviterait les conséquences désastreuses sur la santé des cultures déjà observées, lors de l'utilisation de matières organiques fraîches d'origines herbacée ou animale, ou les carences temporaires des matières carbonées.

L'application en surface des BRF semble plutôt être la réponse.

C'est l'entêtement de certains dans l'application des BRF directement au sol qui pourrait avoir raison d'une habitude, pourtant jeune encore, dans les modes de travail avec diverses matières. Le monde agricole est encore très loin de l'application de BRF au sol à grande échelle. Peu à peu, il faut bien y accorder attention.

Les premières sessions de formation de 1990.

Dans nos régions, les besoins en matière organique sont moindres, mais la résistance à l'application des BRF au sol est probablement plus facile à surmonter du fait de la promiscuité entre forêt et agriculture. Malgré la jeunesse de la recherche sur les BRF, nous avons organisé dès 1990, une session de formation s'adressant aux agriculteurs et travailleurs forestiers. Un cours de 30 heures a été donné à 18 personnes de la région de Matane et de Saint-Jean-de-Cherbourg. À cette occasion, nous avons produit un peu de matériel didactique pour des interventions à venir et effectué des calculs de coûts de revient des BRF sur une ferme. Ceci s'est réalisé en même temps que s'amorçaient des essais plus rigoureux sur des fermes et des projets d'envergure coordonnés par la fondation François-Pilote de Rimouski.

Plusieurs essais à la ferme, mais un succès mitigé au compostage des BRF.

Depuis lors, nous avons poursuivi les essais à la ferme comme des tests d'établissement de pâturage, l'établissement de fraisières et le contrôle des mauvaises herbes en productions maraîchères. Un essai de compostage d'aulne (*Alnus rugosa*) a été initié à Gaspé; ce dernier est sur le point de se terminer. Pour la culture de légumes en serre, le compostage a été fait en ajoutant des chutes de poisson. Les BRF d'aulne ont été fragmentés et mis à composter en tas durant l'été 1991. La première

partie a été faite avec des chutes de poisson et l'autre avec du jus de poisson. Le compostage s'est effectué en apparence plus régulièrement et les quantités d'azote et de potassium disponibles étaient doublées dans le compostage avec les chutes de poisson.

Une maladie racinaire persiste.

Lors de l'utilisation de ces composts en serre pour la culture de tomates, aucun résultat significatif n'est apparu sur les plants en raison de l'établissement de problèmes racinaires développés sous la forme de «racine liégeuse». Bien que cette maladie fut présente dans ces serres, il ne semble pas que le compost de BRF en tas ait eu d'incidence sur cette dernière. À cause de cette perturbation, nous n'aurons aucune mesure significative de rendement. Par contre, les observations usuelles ont montré qu'une mésofaune importante s'était développée là où le compost de BRF avait été appliqué et une décomposition accélérée dans les rangs de bordure.

Une première expérience en situation de grande culture sur pâturage.

Dans un autre essai, les BRF ont été incorporés en surface lors des travaux de préparation pour le renouvellement d'un pâturage de légumineuses. Le pâturage a été semé en légumineuses sous le couvert d'une «plante abri» que fut l'avoine. Les BRF étaient constitués de 80% de feuillus et 20% de résineux. Les BRF ont été appliqués avec des fumiers compostés à base de différentes litières. On vérifie ici l'efficacité du chantier de cueillette des BRF et de fragmentation, ainsi que tous les paramètres économiques de l'application au champ dans une situation de grande culture.

Deux essais sur la culture de petits fruits.

Deux autres essais ont lieu dont l'un à Val Brilliant, et l'autre à Saint-Narcisse, au sud de Rimouski, respectivement dans une framboisière et une fraisière. Des évaluations «technico-économiques» y sont faites de l'utilisation des BRF d'aulne (*Alnus rugosa*) et de peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) dans la préparation du sol d'une part, et dans l'établissement d'une fraisière avec et sans irrigation d'autre part. Dans le cas des travaux sur la fraisière de Saint-Narcisse, on effectue des essais de contrôle de mauvaises herbes avec des BRF en paillis dans une framboisière et une fraisière établies.

L'intérêt de la fragmentation a suscité la naissance d'une petite entreprise de fragmentation.

Ceci résume les opérations reliées aux BRF. En outre il y a dans l'Est du Québec plusieurs tests spontanés réalisées par des fermiers qui se sont équipés de fragmenteuses, ces derniers possédant une forêt attenante. Tous ces propriétaires s'intéressent beaucoup à la question, quels que soient les résultats. La «propreté» du parterre de leur forêt est également un élément important dans la décision d'acheter un tel appareil. Une entreprise a été mise sur pied également pour faire la fragmentation à forfait à la ferme.

La recherche institutionnalisée et la recherche à la ferme nécessaires.

Il va de soi qu'un grand nombre de questions portant sur les BRF restent en suspens, attirant notre intérêt et stimulant notre imagination. Nous avons besoin que la recherche institutionnalisée continue la recherche amorcée, car l'expérimentation à la ferme ne peut satisfaire que quelques objectifs limités, puisqu'on ne peut contrôler qu'un nombre restreint de paramètres. Par contre, les essais techniques à la ferme nous apportent des éclairages intéressants sur les essais effectués. Nous sommes relativement peu nombreux dans le domaine des recherches à la ferme pour faire avancer significativement la situation actuelle.

À la recherche de la stimulation microbiologique de l'humus.

Si, dans nos régions la nécessité de l'apport de matières organiques provenant de l'extérieur de la ferme est moins urgent qu'ailleurs, la question ne se pose pas en ces termes ici. Les rotations de cultures des fermes de la région sont des cultures peu exigeantes, avec de 3 à 4 années en prairies et une année en céréales, donnant ainsi des taux de matière organique de 7% et plus. Le problème se pose en termes de réactivité de cette matière organique. Les conditions climatiques ne favorisent guère l'activité biologique et tout apport qui suscite cette activité est recherché. Les BRF, dans nos conditions, jouent le rôle que nous recherchons: celui de la stimulation microbiologique plus que l'apport de matière organique.

Les questions qui nous viennent à l'esprit sont de plusieurs ordres, depuis la fréquence des applications en passant par le choix des essences, les périodes et les doses d'application, etc. Cette incorporation de BRF au sol est assez coûteuse, mais une telle opération amortie sur une

L'utilisation des BRF représente-elle un investissement ou une dépense?

décennie, deviendrait très avantageuse. Ainsi vu, l'apport des BRF serait une amélioration foncière du sol, mais perdure encore la difficulté de convaincre les utilisateurs de cet aspect de la gestion. Ceci ferait des BRF un investissement, non pas un coût d'opération. Vue sous cet angle, une application de BRF à toutes les 2 ou trois rotations des cultures serait très abordable.

Des questions qui demandent réponses.

Plus spécifiquement, peut-on penser établir une prairie à prédominance de légumineuses directement sur l'incorporation de BRF? Peut-on utiliser avantageusement les BRF dans les substrats de culture en pots comme en pépinière? Comment penser l'apport des minéraux comme le phosphore, le potassium et le calcium, lors de l'application des BRF? Comment évaluer si un rapport C/N variant entre 100/1 et 140/1 est une contre-indication ou non? Quels sols et cultures peuvent en être affectées?

La mouka et les huiles essentielles.

Comment l'utilisation et la valorisation des BRF vont-elles s'inscrire dans une économie que l'on voudrait plus vigoureuse? Devrait-on d'abord extraire les huiles ou autres substances aromatiques pour nourrir les animaux avec les drêches et amender le sol par la suite?

La formation des agriculteurs nécessaire.

Comment peut-on développer chez les agriculteurs et les maraîchers, les aptitudes d'observations et d'analyses propres à faire une gestion intégrée? Comment expérimenter et diffuser des méthodes de travail adaptées au milieu, ainsi que les outils et les choix des cultures appropriés? Que penser des BRF importés d'un autre milieu, voire même d'une autre région, comme dans le cas du projet des Iles-de-la-Madeleine?

La recherche à la ferme et l'établissement d'un lien de confiance.

Nous espérons que notre travail pourra contribuer à mieux cerner la problématique régionale, et à proposer des avenues de développement adéquates vers une économie saine et un paysage agréable à vivre. Le travail de recherches à la ferme et la diffusion des connaissances présentent des contraintes, celle des coûts n'étant pas la moindre, mais présentent également un certain nombre d'avantages. Si parfois nos résultats nous apparaissent bien aléatoires à cause d'imprévus et que le déroulement des essais est parsemé d'impondérables, la relation de

confiance qui s'établit peu à peu dans la plupart des cas est par contre très stimulante.

Des méthodes de travail qui nécessitent du temps pour produire.

Le côté humain de ce travail exigeant au départ et souvent capricieux, car soumis à toutes sortes d'impératifs, apporte sa part de satisfaction. Les méthodes d'intervention développées peu à peu ou empruntées à d'autres pays à l'occasion, nous permettent généralement d'obtenir des résultats satisfaisants.

Un remerciement aux collaborateurs.

En terminant, je veux remercier les organisateurs de ce colloque de nous avoir invités à présenter ces quelques travaux en cours dans le Bas Saint-Laurent et la Gaspésie. Je voudrais également signaler la collaboration de plusieurs personnes pour les essais que l'on réalise à la ferme, comme MM. Denis Canuel de Saint-Narcisse, Sylvain Dionne de Sainte-Florence, Sylvain Tapp de Douglastown, ainsi que les agronomes Louis Drainville et Georges Fontecilla. Je ne voudrais pas oublier la contribution d'Agriculture Canada qui apporte son appui financier.

Zusammenfassung

Agri-Service hat die Aufgabe, im Bereich der landwirtschaftlichen Erzeugnisse das Mehrwertprinzip durch technische Forschung sowie durch verwaltungstechnische Hilfe weiterzuentwickeln. Im St.-Lorenz-Tiefland und auf der Gaspé-Halbinsel sind land- und forstwirtschaftliche Tätigkeiten eng miteinander verbunden. Von Anfang an hatten wir Zweighäcksel (FZH) als eine Quelle organischer Stoffe zur Feldbestellung betrachtet auf Grund der Vermutung, daß Häcksel sich gut zur Kompostierung eignen würde; das scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Allmählich setzt sich die Methode der direkten Verteilung von Häcksel (FZH) auf dem Boden durch, da die Kompostierungsversuche auf den Höfen sowie beim Gemüseanbau nicht zu den erhofften Ergebnissen geführt haben. Bessere Resultate wurden bei Versuchen mit direkter Ausbringung auf Weideland und beim Anbau von Beerenobst erzielt. Die Beschaffungsschwierigkeiten haben zum Bau eines Häckselwerks geführt, das auf Auftragsbasis arbeitet. Die Versorgung der landwirtschaftlichen Betriebe in diesen Gebieten von Québec ist nicht so sehr eine Frage der ausgebrachten Mengen wie der Reaktionsfähigkeit. Im Laufe der nächsten Jahre sind noch viele Fragen zu beantworten, wie etwa die Wahl der Baumarten, die Art und Weise der Amortisation der Betriebskosten für Häckseln und Ausbringen etc. Selbstverständlich wird die landwirtschaftliche Forschung selbst im Laufe der Zeit verschiedene Lösungsvorschläge machen.

Abstract

The increase of added value for agri-food product through the technical research and management tools are the main objectives to be obtained by Agri-Service. Both agriculture and forestry are closely related in the Bas Saint-Laurent and Gaspésie regions. From the beginning RCWs were seen as a source of high quality organic matter for farming. We first assumed that RCWs would be a good composting material, but further tests have provided otherwise recognized as good sheet compost on top of soil surface. Farmers pay more and more attention to use RCWs as a sheet compost right on the soil surface. In composting trials on farms for horticultural purposes, RCWs proved unsatisfactory. On pastures fields or for small fruit production, RCWs once spread on soil surface gave better results. The difficulty to obtain supply of RCWs give rise to the development of a contract chipping enterprise. The organic matter problem on farms must to be seen in terms of soil reaction and of content. Many questions dealing with RCWs will have to be studied in years to come, such as the choice of tree species, redeeming chipping and spreading costs, etc. It is obvious that technical research at farm level will result in practical ways of handling RCWs.

Resumen

El Agro-Servicio tiene por objeto desarrollar el valor añadido en el campo agro-alimentario mediante la investigación técnica y los elementos de gestión. Las actividades agrícolas y forestales están íntimamente ligadas en la parte inferior del río San Lorenzo y en la Gaspésie. Desde un principio, habíamos considerado las astillas como una fuente de materia orgánica para la agricultura. Hemos estimado asimismo que las astillas podrían ser una buena fuente de material de composte, si bien parece ahora que no es éste el caso. Poco a poco, los agricultores prestan mayor atención a la distribución del abono directamente en el suelo. Las pruebas de composte en granja y las efectuadas para el cultivo de productos hortícolas, no han dado los resultados esperados. Los resultados son distintos en lo que respecta a ensayos realizados directamente en suelos de pastizales así como para el cultivo de pequeños productos hortícolas. Las dificultades de aprovisionamiento han dado lugar al nacimiento de una actividad de astillado a destajo. El problema de la materia orgánica en las granjas de la región, no se plantea en términos de porcentaje, sino en términos de reactividad. Durante los años venideros será preciso hallar respuesta a numerosas preguntas tales como selección de especies de árboles, modo de amortización de los trabajos de astillado y abono del suelo, etc. No es necesario añadir que con el correr del tiempo, las técnicas de investigación en granja aportarán muchas de las respuestas que nos interesan.

Sommario

Scopo dell'Agri-Service è di sviluppare il valore aggiunto nel settore agro-alimentare mediante la ricerca tecnica e strumenti di gestione. Le attività agricole e forestali sono intimamente collegate tra loro nelle zone del basso San Lorenzo e della Gaspésie. Sin dall'inizio, abbiamo considerato i ramoscelli frammentati (BRF) come una fonte di sostanza organica per le aziende agricole. Ci è sembrato che i BRF potessero divenire una buona sorgente di materiale per compostaggio, ma non pare più che le cose stiano così. Poco a poco, gli agricoltori fanno attenzione all'emendamento diretto del suolo. Dei tentativi di composta nelle aziende agricole e a fini di orticoltura non hanno prodotto i risultati che ci si attendeva. Lo stesso vale per delle prove effettuate direttamente sul suolo per i pascoli e la coltivazione di frutta piccola. Le difficoltà di approvvigionamento hanno fatto nascere un settore della frammentazione forfettaria. Il problema della sostanza organica nelle fattorie della zona non si pone in termini di percentuale, ma bensì in termini di reattività. Negli anni futuri vi saranno numerose domande che attendono una risposta, come la scelta delle essenze, il modo per ammortizzare i lavori di frammentazione e di emendamento, ecc. Si può quindi concludere che la ricerca tecnica nell'azienda agricola produrrà numerose risposte col passare del tempo.

Resumo

A «Agri-Service» tem por objectivo desenvolver o valor acrescentado no domínio agro-alimentar da investigação técnica e dos instrumentos de gestão. As actividades agrícolas e silvícolas estão intimamente ligadas no Baixo São Lourenço e na Gaspésie. Desde o início, demos conta que as aparas de ramos fragmentados (ARF) eram uma fonte de matéria orgânica nas explorações agrícolas. Tinha-se pensado que as ARF seriam uma boa fonte de materiais para utilizar compostar em compostagem, mas actualmente considera-se não ser essa a melhor solução. Os agricultores estão a pouco a considerar a sua distribuição directamente sobre o solo. Os ensaios de compostagem feitos nas explorações agrícolas, e para fins hortícolas, não produziram os resultados esperados. O mesmo sucedeu com os ensaios feitos directamente no solo em pastagens como na cultura de pequenos frutos. As dificuldades de aprovisionamento deram origem a uma empresa de fragmentação por empreitada. O problema da matéria orgânica nas explorações agrícolas da região não se coloca em termos de percentagem, mas sim em termos de reactivação. Há várias questões a exigirem resposta nos anos vindouros e de espalhamento etc. Não há dúvida que a investigação técnica na exploração agrícola trará, com o decorrer do tempo, numerosas soluções.

LE BOIS RAMÉAL FRAGMENTÉ ET LA MÉTHODE EXPÉRIMENTALE: UNE VOIE VERS UN INSTITUT INTERNATIONAL DE PÉDOGÉNÈSE

par
Gilles Lemieux*
Département des sciences forestières
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC
Canada

Résumé

Le concept de bois raméal fragmenté (BRF) a pris corps avec la volonté d'utiliser les «drêches» provenant de l'extraction des huiles essentielles de sapin et de thuya. Ces «drêches», étant des rameaux et des feuilles fragmentées en copeaux de quelques centimètres furent appliquées en surface sur le sol provoquant ce nous avons convenu d'appeler l'**aggradation** par l'**humification**. Deux méthodes furent proposées, «SYLVAGRAIRE» et «SYLVASOL». Ces deux méthodes influencent directement le processus pédogénétique. Cette influence est universelle et provoque la pédogénèse aussi bien sous nos conditions de climat que sous les tropiques. Cela nous autorise à mettre en doute le terme générique de «matière organique» si souvent invoqué, mais sans aucune définition précise. La disponibilité de la ressource BRF de par le monde tant en milieu forestier qu'agricole, confère une importance sans pareille aux BRF pour la régénération forestière et la conservation des sols. Les BRF ouvrent la porte à un monde nouveau d'expérimentation portant sur la disponibilité des nutriments, les processus d'humification, la biodiversité, le contrôle des insectes et maladies cryptogamiques, la diminution de la fréquence des incendies forestiers, etc. Le temps est venu de penser à un organisme supra-national de recherche et de promotion à cause de l'abondance et de la disponibilité de cette richesse qui se monte à des milliards de tonnes annuellement délaissées ou tout simplement brûlées. Il en va de même au niveau national en suggérant la mise sur pied d'une table de concertation.

*La naissance du
concept de Bois
Raméal (BRF).*

C'est en voulant utiliser les résidus de distillation de rameaux de certaines espèces de conifères que Guay mit en lumière l'importance et la richesse du bois raméal bien que celui-ci ne reçoive son nom définitif qu'en 1985, soit près de 10 années plus tard. La base du raisonnement menant à l'utilisation de ce que nous avons convenu d'appeler BRF (Bois Raméal Fragmenté), fut de comparer les fragments de bois des branches à ceux des bois de tronc ou bois caulinaire. Ceux-ci nécessitaient une source d'azote supplémentaire pour assurer la transformation, soit la «décomposition», la «minéralisation» et accessoirement l'«humification». À ce stade, les «drêches» sont perçues comme une source de «matière organique», concept flou et imprécis s'il en est un, et dont l'utilisation depuis des décennies semble avoir été un frein au développement de nouveaux concepts propres à susciter la réflexion et l'expérimentation.

*Professeur à la Faculté de Foresterie et de Géomatique
Président du Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

L'importance des méthodes «SYLVAGRAIRE» et SYLVASOL».

Près de 10 années après les premières expériences réalisées à Lauzon et à Beaumont, la méthode dite «SYLVAGRAIRE» fut publiée. Celle-ci préconisait l'utilisation de BRF et d'une source d'azote supplémentaire comme le lisier de porc. Le rôle du lisier de porc étant de moins en moins essentiel à mesure que les connaissances et l'expérimentation progressaient, une seconde méthode fut proposée: la méthode «SYLVASOL» Elle excluait l'utilisation d'un supplément azoté organique. Les BRF sont utilisés en milieu forestier pour la croissance et la régénération en faisant appel aux processus naturels de pédogénèse. **Dès cet instant, nous avons posé l'hypothèse que les BRF pouvaient avoir une influence considérable sur les sols agricoles, en remettant en marche les principes de base de la pédogénèse forestière, mais sans la forêt cette fois.**

Un processus forestier pour la biologie des sols agricoles.

Dans la plupart des cas, les sols agricoles de nos pays, tant tropicaux que tempérés, sont d'origine forestière et leur mise en valeur agricole a toujours été par dégradation et mise en circuit des nutriments. Ces sols sont souvent dérivés de forêts feuillues; ceux provenant de forêts conifériennes étant impropres à l'agriculture. Ces quelques observations et déductions nous ont poussés à évaluer l'importance des processus microbiologiques dans la pédogénèse. À notre grand étonnement, nous n'avons trouvé dans la littérature que des bribes de connaissances sur l'ensemble des phénomènes pédogénétiques basés, comme nous le verrons plus loin, sur des perspectives chimiques, biochimiques, géologiques, climatiques etc...

Une absence de concept et de connaissances scientifiques.

Comme nous n'avons pas repéré de travaux expérimentaux sur la pédogénèse sous tous ses aspects, nous en avons conclu une absence fondamentale de connaissances dans ce domaine, faute d'une approche globale pouvant être reproductible et de nature à fournir des résultats prévisibles qualitativement et quantitativement. C'est ainsi que nous avons procédé à de multiples expériences échelonnées sur plusieurs années, portant sur la recherche de productivité accrue et surtout d'équilibres fondamentaux, tant au point de vue nutritif que phytosanitaire.

*L'induction éco-
viable de la pédo-
génèse et le retour
à l'équilibre.*

Les résultats que nous avons obtenus au cours de la dernière décennie en particulier nous confortent dans notre hypothèse de départ: les BRF sont susceptibles d'induire des conditions telles que tous les phénomènes pédogénétiques soient susceptibles de se produire d'une façon écoviable. Bien que toutes les preuves ne soient pas encore établies, et ne le seront probablement pas avant plusieurs décennies, nous sommes en mesure d'affirmer que le bois raméal jouit de propriétés telles, qu'il peut réinstaurer la fertilité sur des sols fortement dégradés, contribuer à l'établissement d'une faune et de tous les aspects microbiologiques en équilibre avec tous les facteurs du milieu. Cette affirmation est valable pour les sols agricoles, mais également pour les sols forestiers en ce qui regarde la régénération et la croissance.

*L'influence univer-
selle des BRF, mé-
me sous les tropi-
ques.*

Les multiples expériences que nous avons réalisées, et celles que nous menons avec le Dr Seck au Sénégal, nous montrent que **les BRF sont d'un usage universel, provoquant la pédogénèse et augmentant les rendements sous toutes les latitudes.** Bien que nous en soyons encore au stade expérimental, nous possédons suffisamment d'indices qui nous laissent présager un impact économique majeur sous toutes les latitudes, et principalement sous les tropiques. Toutefois, la partie n'est pas gagnée pour autant, puisque les structures étatiques actuelles considèrent foresterie et agriculture comme étant deux mondes séparés et incompatibles économiquement, bien qu'intégrés à une même administration.

*Un pas vers un
changement positif
des relations écono-
miques Nord-Sud.*

Si nous sommes maintenant en mesure d'améliorer la régénération et la croissance forestières en intégrant la fragmentation aux travaux sylvicoles, en réduisant les risques d'incendies, il en va de même en agriculture où une augmentation des rendements et de la qualité des récoltes sont susceptibles de modifier fondamentalement nos données économiques et environnementales dans ces domaines. Les impacts seront sans doute plus importants en pays tropicaux, voire dans les zones sahéliennes, où l'utilisation des BRF aura un impact majeur sur l'économie de l'eau et les rendements, changeant du même coup les rapports économiques entre les pays et ce d'une façon positive.

Les BRF, un déchet de civilisation industrielle mais un trésor pour l'avenir.

Encore une fois, l'utilisation rationnelle des BRF a et aura un impact important sur la stabilisation des régions, non seulement en stabilisant la production forestière et agricole, mais en suscitant de nouvelles industries, capables d'innover en utilisant une ressource qui, il y a dix ans à peine, n'avait ni nom ni avenir, si ce n'est celui d'un déchet coûteux et inutile. Cet aspect de la question pourrait être encore plus important sous les tropiques, en permettant de stabiliser des populations plus ou moins nomades, ou tout au moins instables, à cause de la dégradation rapide des sols. Il faut considérer plusieurs aspects techniques: la stabilisation de la nappe phréatique, la diminution de l'érosion hydrique et éolienne, le retour et le maintien d'une forêt permanente, etc..., aspects que nous ne pouvons envisager avec les techniques disponibles actuellement.

Le concept de «matière organique» à revoir par rapport aux notions de minéralisation et d'humification.

C'est ici que l'impact risque d'être le plus grand, et en particulier sur la qualité des sols, leur fertilité, leur structure, la régie de l'eau et des nutriments. En même temps, l'arrivée de ce matériau remet en question de vieilles données et des concepts qui ne disparaîtront pas rapidement. Je me réfère ici au concept de «matière organique», concept qui ne devrait persister que dans les régions à faible productivité, où les BRF d'espèces particulières et recherchées ne sont pas disponibles. Il se pourrait également que ce soit le cas d'exploitations à forts rendements et très profitables qui doivent utiliser des déchets organiques sous la forme de composts, ayant un effet à court terme sur la minéralisation mais peu significatif sur l'humification.

La production et le maintien des agrégats

Les observations que nous faisons depuis quelques années nous suggèrent également une régie du sol assez différente de celle pratiquée actuellement, où tout est destiné à la minéralisation et rien à l'humification. Ainsi, il nous semble inévitable de devoir compter avec des apports cycliques de BRF, soient annuels ou bisannuels, afin de maintenir le système biologique en activité, tout comme dans les écosystèmes forestiers naturels. Cela va de pair avec la constitution d'agrégats à base de polysaccharides extracellulaires apportés par la mycoflore, et détruits par les microorganismes qui utilisent ces substances comme nourriture, nécessitant ainsi un renouvellement continu et

cyclique, ce qu'interdisent en bonne partie nos modes actuels de régie.

La structure et le rôle des chaînes trophiques.

Finalement, la régie de l'eau, la mise en circuit des nutriments, l'atmosphère du sol, la régulation du pH et du rapport C/N sont affectées par le processus d'humification qui repose sur la dépolymérisation de la lignine en acides fulviques et humiques, fractions à la base de la diversification biologique constituant la chaîne trophique. Si la flore fongique joue le rôle le plus important dans l'humification des BRF et la structuration du sol, la microfane est des plus importantes dans la mise en circuit des nutriments et la distribution des spores de champignons et bactéries.

Nous sommes forcés à produire, non plus à combattre des ennemis que nous suscitons nous-mêmes.

Ainsi, le rétablissement des cycles annuels d'apports de matériaux ligneux plus riches en lignine qu'en cellulose, et une flore et une faune édaphiques, adaptées à cette nourriture et à ces cycles depuis des millénaires, sont susceptibles de changer toute la vie biologique du sol et de donner ainsi des rendements en conséquence. là où **les efforts sont consentis à une productivité équilibrée, et non pas à combattre des «ennemis», le plus souvent suscités par les types de régie, de monoculture ou de fertilisation.**

La conception agricole actuelle basée sur la logique de la guerre, pour les «bons» contre les «mauvais»..

Si l'impact des BRF sur l'agriculture nous semble important, il en va de même du côté forestier où l'impact risque d'être majeur à moyen terme, par l'introduction d'une technique proprement forestière. En effet, outre l'abattage, l'ensemble des techniques forestières originent de pratiques agricoles modifiées. Depuis plus d'un siècle, on procède à la fertilisation, à la plantation, à la scarification, sinon au labourage, puis plus récemment à l'utilisation de pesticides, fongicides, acaricides, nématicides, insecticides, bactéries ou virus tueurs, etc.... **Il est facile de le constater: aucune de ces techniques ne touche la régie du sol, sa structuration, le maintien de son équilibre microbiologique et énergétique.** Aucune proposition à ce sujet dans la littérature que nous avons eu le loisir de consulter au cours de ces trois dernières décennies. Or, il nous faut bien admettre que dans

l'écosystème forestier, seul le sol est permanent et tous les autres paramètres sont labiles. Toutefois, les travaux des américains **Bormann, Likens et Gosz** nous indiquent les paramètres de la dégradation microbiologique, nous montrent l'importance du sol dans l'écosystème forestier en équilibre et son «désarroi» après l'exploitation des tiges. L'utilisation des BRF nous ouvre une «avenue royale» comme technique sylvicole fondamentale.

L'agriculture tropicale devrait être la grande gagnante de l'utilisation des BRF.

L'accessibilité de cette ressource et surtout, la diversification des espèces ligneuses feuillues dans les régions tropicales, devraient permettre l'arrêt, ou tout au moins le ralentissement des dégradations édaphiques et forcer le cyclage des nutriments au niveau du sol. Nous savons que la pauvre qualité minéralogique des sols tropicaux cantonne ces éléments nutritifs au niveau de la cime des arbres et dans la vie animale. La simplicité de la technique et l'abondance de la main-d'oeuvre devraient favoriser l'utilisation de BRF non seulement en foresterie, mais surtout en agriculture et en culture maraîchère.

Un apport économique par l'aggradation des sols par opposition à la dégradation actuelle.

Plus qu'ailleurs, cette nouvelle utilisation d'une ressource négligée et ignorée pourrait contribuer, d'une façon significative, à l'économie et au bien-être de populations qui en ont grandement besoin. Nous pensons non seulement au continent africain, mais également au continent sud-américain qui brûle cette richesse par milliards de tonnes annuellement, alors que tout le bassin de l'Amazonie pourrait se maintenir et changer de visage en partie par **l'aggradation de ses sols**, non pas par la dégradation comme nous le constatons à tous les jours.

La mise en valeur des BRF, une conséquence du Programme Biologique International.

Au cours des deux décennies précédentes, j'ai été mêlé de près au Programme Biologique International, tant au niveau canadien que québécois, d'où mon intérêt pour la question de l'aggradation des sols. En tant que responsable pour le Québec de la conservation de communautés terrestres avec mon collègue le Dr Michel Maldague et membre du Comité Canadien au Conseil National des Recherches du Canada, il m'est vite apparu que les dégradations, les déperditions, et la disparition d'écosystèmes ainsi que d'espèces tant animales que végétales n'avait aucune solution véritable. En réalité, tout

comme aujourd'hui encore, les seuls instruments sont la réglementation, les lois, les publications, l'éducation des jeunes et toutes les autres mesures incitatives, mais aucune technique permettant de reconstituer et de «guérir» des milieux fortement perturbés, mais dont la valeur est inestimable. Nous devons toujours nous contenter le plus souvent de vœux «pieux», de films éducatifs, d'associations de bénévoles, etc...

Une ingénierie écologique basée sur des connaissances biologiques fondamentales.

Pour notre part, les premiers résultats importants que nous avons obtenus nous ont laissé planer la possibilité de mettre sur pied une véritable «ingénierie écologique», pouvant remettre des milieux sur pied et ainsi sauver les espèces qui en dépendent. Cette possibilité nous est devenue encore plus évidente à la suite de nos recherches sur les connaissances reliées aux mécanismes biologiques de la pédogénèse. Les nouvelles connaissances que ces 15 dernières années nous ont apportées sur l'humification, l'évolution des polyphénols, le rôle des acides humiques etc..., me laissent optimiste sur l'importance des BRF et des mécanismes de fragmentation dans l'avenir.

Les notions d'écologie et d'environnement.

Si notre perception du fonctionnement de l'ensemble des écosystèmes porte le nom d'**écologie**, où toutes les sciences contribuent à la connaissance et au maintien des équilibres multiples, notre perception anthropocentrique des milieux que l'on exploite à divers degrés porte le nom d'**environnement**. Une modification aux mécanismes écologiques n'est pas obligatoirement une modification à l'environnement tel que nous le percevons, et inversement.

L'entropie de l'humification par opposition à l'enthalpie de la minéralisation.

La distinction que nous faisons entre écologie et environnement devient évidente lorsqu'on observe différents mécanismes perturbés par l'homme et son économie. Pour le moment, nous osons prétendre que le système d'humification, lorsqu'il est régi dans le sens de l'**aggradation** plutôt que de la **dégradation**, c'est-à-dire en augmentant l'entropie du système tant au point de vue énergétique que biologique, est l'un des plus puissants systèmes qui soient pour remettre les équilibres en place et les maintenir. La grande capacité des systèmes humiques à chélater les métaux lourds dont le fer, un élément essentiel de la formation des sols, est un exemple de cette puissance,

tout comme la synchronisation de la libération des nutriments avec le besoin des plantes. On ne peut négliger le fait que la majorité des nutriments soient sous des formes organiques dans les systèmes vivant à l'abri des cycles chimiques que nous mesurons avec tant de soin.

Une voie royale pour l'acquisition de nouvelles connaissances.

Il y a ici tout un monde à explorer dans le contrôle des insectes et maladies fongiques qui sont souvent le signe d'un sol complètement déséquilibré à cause de la disparition des agrégats et un affaissement de la structure, un niveau extrêmement bas du taux d'humus et de l'énergie disponible du système édaphique. Il semble bien que selon le mode d'humification, l'azote disponible favorise telle ou telle plante, réduisant ou changeant les flores de plantes adventices dans les cultures. L'ensemble des modifications que nous avons observées sommairement représentent une voie importante à la modification et au contrôle de paramètres environnementaux qui, jusqu'ici, sont le résultat de notre manque d'expérience et de connaissances.

Une production probable de milliards de tonnes annuellement de par la planète.

L'appréciation de cette ressource pose bien des difficultés, ne serait-ce qu'en traitant de «ressource» un tel matériau biologique composé de dizaines d'essences au Québec, de centaines en Amérique, et probablement de centaines de milliers dans le monde. Une série de calculs aussi harsardeux qu'imprécis, faute de données directes, nous permet d'estimer la production annuelle du Québec entre 50 et 100 millions de tonnes vertes, toutes essences confondues, y compris les arbustes. Cette estimation grossière ne permet pas de distinguer les effets de telle ou telle essence. Un fait demeure: **le temps est venu de cesser le gaspillage d'une ressource aussi précieuse**, et il faut nous mettre à l'oeuvre pour l'incorporer à la vie écologique et économique: à **l'écoviabilité**. de notre monde et de voir cette option écologique comme un apport, non pas un fardeau.

Une estimation de la ressource difficile à formuler.

Il nous est très difficile, sinon impossible, de faire une estimation aussi grossière que ce soit de cette ressource en milieux tropicaux, mais son importance est colossale, et plus particulièrement, depuis que l'on procède à une exploitation aussi systématique de la ressource forestière de par le monde.

Des essences multiples et des effets également.

Les expériences que nous menons depuis une décennie sur le rôle et la provenance des BRF de différentes essences forestières nous indiquent que chaque essence produit un effet particulier sur le sol où elle est appliquée. Les effets sont multiples et se manifestent au point de vue forestier, principalement entre la troisième et la cinquième année et ce, sans apport renouvelé sur une base annuelle ou bisannuelle pour les feuillus. Il en va autrement des conifères.

Une utilisation des BRF de conifères avec parcimonie

Quant à l'utilisation agricole des BRF, aucune expérience n'a été menée jusqu'ici sur les effets de telle ou telle essence en particulier. Toutefois, nous savons d'expérience que les BRF de résineux doivent être utilisés avec parcimonie.

L'écosystème de provenance et la production de polyphénols.

On ne peut parler des essences et des espèces sans prendre en compte la provenance, c'est-à-dire, la région et l'écosystème d'origine, ainsi que la période de récolte. Ces facteurs, liés à l'histoire du sol à traiter, sa constitution minéralogique, son drainage, son exposition, sont des facteurs qui auront tous une influence sur le développement du système édaphique et le maintien de sa fertilité. La littérature récente, portant sur les polyphénols et tous les dérivés de la lignine, nous montre des pistes probables d'explication en ce qui regarde la provenance. La structure même de cette lignine est en cause, puisque celle des résineux évolue différemment de celle des feuillus ou des monocotylédones comme les graminées.

Les temps de récolte: de préférence en période de dormance.

La faiblesse de nos moyens et la courte période de dix années ne nous ont pas permis de faire toutes les expériences minimales pour établir clairement les règles à suivre, mais les observations que nous avons faites sont d'une importance cruciale et devraient être la base de protocoles de recherche complexes et élaborés. Les premières observations nous indiquent qu'il y a deux temps distincts de récolte: soit celle du bois d'hiver en pleine période de dormance, et celle du bois d'été, en pleine période de croissance. Toutefois, à long terme les effets spécifiques de la période de récolte s'annulent, tout au moins en ce qui regarde la question forestière. Par contre,

les premières années montrent une plus grande croissance en volume de plantes indigènes et allochtones pour les BRF récoltés l'été par opposition à ceux récoltés l'hiver pour la même essence.

Une influence sur la fixation d'azote non hydrolysable dans le sol.

Du côté agricole, nous ne savons rien sur la question puisque les BRF ont toujours été considérés comme une matière homogène, dans une optique voisine de celle des composts ou des fumiers. C'est là une véritable lacune expérimentale soulignée par les travaux de **Larochelle** portant sur trois essences et leur influence sur la germination et la croissance de l'orge. La plus grande des surprises vient du fait que selon l'essence, il y a ou non fixation d'azote non hydrolysable dans le sol, c'est-à-dire de protéines associées aux fractions humiques. Il est possible que la période de récolte ait une influence sur la pédogénèse qui suit l'application de BRF, mais cela demeure incertain.

Les techniques de stockage sans dégradation des BRF.

Sous nos conditions de climat ou sous un climat sec propre à provoquer une évaporation rapide, il est possible de songer à stocker les BRF avec un taux d'humidité inférieur à 16%, ralentissant la transformation par les microorganismes. La meilleure période de récolte au Québec se situerait entre la mi-octobre et le début d'avril. En effet, il est connu que l'hiver, et particulièrement la période où le sol est couvert de neige, comme étant la saison sèche. Une deuxième technique consiste à fragmenter par basse température (-20° à -40°C.) et former des tas où alternent couches de neige et de BRF, le tout recouvert d'une substance isolante comme la sciure de bois. Des essais en ce sens, réalisés à la pépinière forestière de Trécesson dans la région d'Amos, ont montré l'importance de la couche isolante pour empêcher la fermentation.

Des propos théoriques sur la conservation des BRF sous les tropiques.

Nos propos sur la production et la conservation des BRF en milieu tropical sont tout à fait théoriques, mais nous pensons qu'en abaissant rapidement le taux d'humidité des BRF, on pourrait préserver leur qualité pour un usage ultérieur ou pour en faire un commerce régional. Cet aspect sera très important dans la mesure où il sera possible d'établir les qualités de chaque essence, sans doute fort différentes, et probablement complémentaires pour les besoins locaux.

Une vaste perspective d'utilisation forestière qui reste à préciser sous plusieurs aspects.

Les perspectives d'utilisation du bois raméal sont très vastes, mais toute ressource biologique nécessite des moyens financiers et techniques sous tous les cieux. La première utilisation est très certainement forestière, alors que les rameaux sont fragmentés et retournés au parterre forestier pour en augmenter l'énergie, les nutriments et la diversité biologique si importante aux processus humificateurs. Bien que la piste soit intéressante, beaucoup de recherches restent à faire.

Outre l'utilisation agricole, l'horticulture et l'arboriculture en milieux urbains peuvent en tirer bénéfice.

La deuxième utilisation est certainement d'ordre agricole, maraîcher et horticole, avec une influence sans pareil sur les sols. Plusieurs indices nous ouvrent des voies importantes sur la structuration des sols, la résistance à l'érosion, etc. Il en va de même dans l'aménagement urbain, pour lequel des sommes considérables sont investies dans les plantations d'alignement, dont la vie utile est extrêmement restreinte à cause de sols dépourvus de cycles biologiques. La constitution de sols forestiers artificiels, pour des plantations dans les grandes métropoles, présente certainement un avenir important pour l'utilisation des BRF.

De nombreuses productions industrielles en chimie, pharmacie, cosmétologie, etc...

Enfin, certains produits industriels de base peuvent être extraits des BRF comme le benzaldéhyde, les oléorésines et les huiles essentielles de conifères et d'autres produits pharmaceutiques, non seulement pour le marché local, mais surtout pour les marchés internationaux. Il en va de même pour la parfumerie, les insecticides, l'industrie des cosmétiques et de la pharmacie. Ce sont l'inventivité et la créativité de nos biochimistes, l'agressivité de nos chefs d'entreprises, la culture et les connaissances de nos administrateurs industriels qui feront que cette grande ressource aura un avenir brillant ou non sur les marchés internationaux.

La plus grande contribution scientifique des BRF; l'introduction de la méthode expérimentale.

Jusqu'ici, je n'ai pas encore attaqué le sujet principal de cet exposé, me limitant à tracer les limites de nos connaissances actuelles sur les BRF. En tant que chercheur, le plus grand apport du concept de bois raméal lié au sol est d'apporter une clé qui manquait à l'introduction de la méthode expérimentale dans l'étude de la dynamique des

écosystèmes, et de la nutrition chez les végétaux par les voies dites «naturelles».

Un outil de recherche fondamentale sur les mécanismes pédogénétiques.

Je pense que nous avons identifié, avec une certaine précision les mécanismes qui «utilisent» les BRF, se traduisant par l'aggradation, l'augmentation de la diversité biologique, l'énergie disponible, etc. L'hypothèse de départ qui veut que nous nous adressions directement aux mécanismes de la pédogénèse, prend de plus en plus de force, et nous met sur la piste de la recherche expérimentale, où il est possible de reproduire les expériences et en déduire des lois, des moyens de contrôle et apporter des modifications.

De grandes possibilités d'expérimentation.

Je ne pousserai pas plus loin les conclusions auxquelles j'arrive, puisque ce colloque entier ne suffirait pas à la discussion. Toutefois, qu'il me soit permis de souligner que les perspectives nous montrent de très grandes possibilités, pourvu que l'expérimentation se fasse d'une façon rationnelle, avec des moyens et le temps nécessaires. Je pense que le prochain colloque de 1995 devrait être largement consacré à ces aspects, puisque les enjeux sont grands et les mécanismes universels.

Il nous faut une institution supra-nationale résistante à la bureaucratisation.

Comment est-il possible de s'attaquer à la compréhension et à l'expérimentation de la régulation, et de la composition des sols d'écosystèmes forestiers qui régissent non seulement la forêt, mais également la grande majorité de nos sols agricoles? **La décennie d'observations et d'expérimentations qui se termine nous montre d'une manière, on ne peut plus claire, qu'il faille procéder systématiquement à la mise sur pied d'institutions capables de résister à la bureaucratisation pendant quelques décennies.** Cela permettrait de produire des modèles et des techniques éprouvés, capables non seulement de résister aux dégradations, mais de rétablir des équilibres avec une véritable fertilité, donnant une productivité ni fictive ni évanescence.

L'utilisation des BRF nous laisse entrevoir le maintien des grands équilibres de notre planète avec des coûts et des techniques réalistes sous toutes les latitudes. **Nous entrons**

Les BRF; un apport majeur à la révolution biologique du XXI^e siècle.

ainsi de plain-pied dans le XXI^e siècle par la porte de la «révolution biologique» déjà annoncée il y a plusieurs années. La «révolution des BRF» aura certainement un impact économique et stabilisateur beaucoup plus grand que la révolution «High Tech» qu'on nous annonce tous les jours, révolution qui nécessite des investissements si grands qu'ils engendrent déjà le paupérisme, ainsi que la stagnation industrielle et commerciale de par le monde. Il y a là matière à réflexion de notre part et de ceux qui nous dirigent.

Il faut modifier et créer des institutions nationales

Il nous faut dès maintenant réfléchir à la mise sur pied et à la modification de certaines de nos institutions nationales portant sur ces aspects de l'aggradation et de la pédogénèse. Mais comme la tâche est énorme, il faut que les diverses nations se partagent la tâche. Les institutions nationales ainsi créées nécessiteront, bien avant de grands capitaux, des sommes énormes de connaissances, d'expériences et de réflexions. Il nous faudra décrypter les mécanismes intimes dont nous connaissons en partie les grandes lignes, tout comme la connaissance de notre code génétique.

Réintroduire la composante «TEMPS» dans la recherche.

Beaucoup de ces mécanismes ont une «logique historique» et se sont mis en place au cours des millions d'années qui nous ont précédés. Les aspects historiques et temporels sont donc fondamentaux pour faire avancer la connaissance. Il y a ici l'obligation de changer les perspectives de la science de ce siècle qui a si souvent avancé en supprimant la composante «Temps» par l'actualisation de tous les phénomènes. Pussions-nous réfléchir à tous ces aspects de la recherche scientifique! Encore une fois, l'évolution de notre économie nous est rejetée tous les jours à la figure par l'énormité de nos erreurs de compréhension et de décision.

Une importance majeure pour le Québec.

Qui donc, mieux que le Québec, peut prendre les initiatives nécessaires avec la forêt qui génère 30% de son produit intérieur brut? L'unique exploitation des grumes pour des rendements économiques, de plus en plus fragiles n'est pas étrangère à nos difficultés économiques actuelles. Plus encore, le Québec possède un trésor dans la population paysanne, rodée à l'agriculture et à la

foresterie, population que tous les pays industrialisés ont naïvement sacrifiée sur l'autel de la compétition et de la domination.

C'est par l'innovation et la coopération que nous avançons.

Le Québec, le Bas Saint-Laurent, et tout particulièrement cette vallée de la Matapédia, ont tous les atouts en main. C'est dans l'intelligence, la connaissance, la coopération et l'innovation que se trouve l'avenir. C'est peine perdue de chercher à reproduire le passé ou quémander l'aide de ceux qui sont venus tout chercher, chez-nous, avec notre consentement.

Zusammenfassung

Der Gedanke an eine mögliche Verwendung von Zweighäcksel (FZH) ergab sich bei Versuchen einer Nutzung der Rückstände bei der Extraktion von Tannen- und Thujaöl. Im Falle von Häcksel bestanden diese Rückstände aus Zweig- und Blattwerk, die zu einigen Zentimetern langen Spänen zerkleinert und auf die Bodenoberfläche aufgebracht wurden, wo sie eine Reaktion auslösten, die wir als **"allmähliche Bodenverbesserung durch Humifizierung"** bezeichnen. Zwei Methoden - "SYLVAGRAIRE" und "SYLVASOL" - sind für diesen Vorgang vorgeschlagen worden, wobei beide die Bodenbildung unmittelbar beeinflussen. Diese Wirkungen treten global auf und spielen sowohl in unseren Breiten als auch unter tropischen Klimabedingungen eine Rolle in der Pedogenese. Deshalb meinen wir, den so häufig benutzten, aber unzureichend definierten Ordnungsbegriff "organische Substanz" mit Recht in Zweifel ziehen zu dürfen. Da Häcksel (FZH) als Ressource überall, in der Forst- wie in der Landwirtschaft, anfällt, kommt ihm in der Regeneration des Waldes und in der Erhaltung der Böden eine entscheidende Bedeutung zu. Er eröffnet neue Forschungsmöglichkeiten, z.B. im Hinblick auf Nährstoffzufuhr, Humifizierungsvorgänge, Biodiversität, Bekämpfung von Schadinsekten und Pilzkrankheiten, Verhinderung von Waldbränden u.a.. Angesichts der Überfülle - schätzungsweise mehrere Millionen Tonnen im Jahr - und der leichten Verfügbarkeit dieser Ressource, die bis jetzt entweder weggeworfen oder einfach verbrannt worden ist, dürfte die Zeit gekommen sein, an die Gründung einer internationalen Forschungs- und Förderungsorganisation zu denken und auch auf nationaler Ebene Koordinierungsgremien zu schaffen.

Abstract

The Ramial Chipped Wood (RCW) concept was created when residues from balsam fir and white cedar branches treated for essential oils extraction were used as sheet composting material for agricultural purposes. RCWs are made of green wood chips mixed with leaves and coming from branches less than 7 cm in diameter. Soon RCWs were found promising as an upgrading material for soil through humification process. Two different technologies are in progress under the name of: «SYLVAGRAIRE» and «SYLVASOL». These methods have a direct impact on the pedogenesis process. Pedogenetic effects are universal and are found equally in tropical conditions and in more northern climates. These remarks imply a reassessment for the term «organic matter» which is not yet precisely defined. Such a worldwide resource under the name of RCWs is of great importance for agricultural, forestry and soil conservation purposes. RCWs are opening the door to a new field of research and experimentation such as nutrient availability, humification process, biodiversity, disease and insect control, forest fire risks control, etc. Time has come for the promotion of a supra national organization with regard to RCWs. The availability of this «new» material must be taken into account because yearly billions of tons are left to rot or burn. There is an urgent need for such worldwide organization

Resumen

El concepto del uso de astillas ha cobrado gran importancia dada la decisión de utilizar los «residuos» procedentes de la extracción de aceites esenciales de pino y tuya. Estos «residuos», que constaban de ramas y hojas cortadas en virutas de varios centímetros, fueron aplicados a la superficie del suelo, dando lugar a lo que hemos convenido en llamar «**agradación por la humificación**» (formación gradual del humus mediante el mejoramiento del suelo por humificación). Se propusieron dos métodos, «SYLVAGRAIRE» y «SYLVASOL». Estos dos métodos afectan directamente al proceso pedogenético. Esta influencia es universal y provoca la pedogénesis tanto bajo las condiciones propias de nuestro clima como bajo las de los trópicos. Ello nos autoriza a poner en tela de juicio el término genérico «materia orgánica», tan frecuentemente invocado aunque sin ninguna definición precisa. La disponibilidad del recurso que representa la astilla en el mundo tanto en el medio forestal como en el agrícola, confiere una importancia sin igual a las astillas por su capacidad de regeneración forestal y conservación del suelo. Las astillas abren la puerta a un nuevo mundo de experimentación sobre la disponibilidad de los nutrientes, el proceso de humificación, la biodiversidad, el control de insectos y enfermedades criptogámicas, la disminución en la frecuencia de los incendios forestales, etc. Ha llegado el momento de pensar en un organismo supra-nacional de investigación y de promoción a causa de esta abundancia y de la disponibilidad de esta riqueza, estimada anualmente en miles de millones de toneladas y que generalmente se abandona o simplemente se quema. A nivel nacional, también se sugiere la puesta en marcha de un organismo de concertación.

Sommario

Il concetto dei ramoscelli frammentati (BRF) si è formato con l'intenzione di utilizzare le «schegge» provenienti dall'estrazione degli oli essenziali dell'abete e della tuya. Queste «schegge», che sono ramoscelli e foglie spezzettati in trucioli di alcuni centimetri, sono state messe a contatto con la superficie del suolo provocando ciò che abbiamo deciso di definire **valorizzazione per humificazione**. Sono stati suggeriti due metodi, il «SYLVAGRAIRE» e il «SYLVASOL», ed entrambi influenzano direttamente il processo pedogenetico. Si tratta di un'influenza a carattere universale che produce la pedogenesi sia nelle nostre condizioni climatiche che in quelle tropicali. Tutto questo ci porta a mettere in dubbio il termine generico di "sostanza organica", così spesso adottato, ma in effetti privo di definizione precisa. La disponibilità di BRF sia nell'ambiente forestale che agricolo conferisce a questa risorsa un'importanza eccezionale per la rigenerazione del bosco e la conservazione del suolo. I BRF aprono la porta ad un mondo sperimentale nuovo rivolto verso la disponibilità di nutrienti, i processi di humificazione, la biodiversità, il controllo degli insetti e delle malattie criptogamiche, la diminuita frequenza degli incendi boschivi, ecc. È giunto il momento di pensare ad un organismo sovranazionale di ricerca e promozione per questa abbondante presenza di ricchezza stimata in miliardi di tonnellate annue, e che è abbandonata o, più semplicemente, bruciata. Lo stesso dicasi per la scena nazionale ove occorre auspicare la creazione di un'iniziativa concertata.

Resumo

O conceito da madeira ramosa fragmentada (MRF) ganhou corpo com o desejo de se utilizarem as «borras» provenientes da extração dos óleos essenciais do abeto e da tuya. Estas «borras», como ramos e folhas fragmentadas em aparas de alguns centímetros, foram aplicadas na superfície do solo, provocando aquilo a que convençionámos chamar de **agradação pela humificação**. Foram propostos dois métodos: o «SYLVAGRAIRE» e o «SYLVASOL». Estes dois métodos influenciam directamente o processo pedogenético. Esta influência é universal e provoca a pedogénesis, tanto sob as nossas condições de clima como sob os trópicos. Isso autorizanos a pôr em dúvida o termo genérico de «materia orgânica» tantas vezes invocado, mas sem qualquer definição precisa. A disponibilidade dos recursos MRF através do mundo, tanto no meio florestal como agrícola, confere uma importância sem paralelo às MRF no tocante à regeneração florestal e à conservação dos solos. As MRF abrem as portas a um mundo novo de experimentação em termos de disponibilidade de nutrientes, processos de humificação, biodiversidade, controlo dos insectos e doenças criptogámicas, diminuição da frequência dos incêndios florestais, etc. Chegou a altura de pensar num Organismo supranacional de investigação e de promoção da causa da abundância e da disponibilidade desta riqueza, estimada em milhares de toneladas anuais, que é abandonada ou pura e simplesmente queimada. O mesmo se aplica a nível nacional ao se sugerir a criação de uma assembleia de concertação.

DISCUSSIONS GÉNÉRALES

Cette dernière séance du colloque a été conduite par Mme Angèle Saint-Yves, directrice de la station agronomique d'Agriculture Canada de Sainte-Foy dans la banlieue de Québec. Le discours d'introduction a été présenté par le Dr Michel Boudoux, directeur de la recherche au Centre forestier des Laurentides de Forêts Canada, également à Sainte-Foy.

Angèle Saint-Yves • J'ai peut-être été téméraire en acceptant de présider cette assemblée, puisque j'ai été incapable d'assister à vos délibérations des jours précédents. Je vous prie de me pardonner les redondances.

Je ferai donc une brève présentation, puis je demanderai au Dr Valentin Furlan de faire un exposé sur des résultats préliminaires d'un projet de recherche en cours. Ceci vous permettra d'évaluer l'importance que nous accordons à cette recherche. Par la suite, nous procéderons à un échange avec les conférenciers, en orientant nos discussions sur l'importance des BRF tant au niveau local qu'international. Nous tenterons d'évaluer nos forces et nos faiblesses vis-à-vis ce nouveau matériau et d'apporter les modifications qui s'imposent.

Depuis des siècles, dans la majorité des pays, une grande partie de la forêt a fait place à l'agriculture. En ce sens, on peut dire que la forêt est la mère de l'agriculture, mais on peut également dire que la forêt et l'agriculture sont les deux soeurs. Elles se vouent chacune une affection fraternelle, mais comme dans toutes les relations de ce type, il y a des hauts et des bas. Il en va de même dans nos disciplines réciproques.

Au début, les agriculteurs dépendaient à la fois de l'agriculture et de la forêt pour vivre. Encore aujourd'hui, la forêt représente toujours un appoint financier important dans l'exploitation agricole.

Avec les siècles, des formes d'agriculture spécialisées sont apparues, rendant cette dernière indépendante de la

Une évaluation de la recherche et de la valeur des BRF au plan local et international.

La forêt: la mère de l'agriculture.

La forêt: un appoint financier à l'agriculture.

Le «productivisme» responsable de la dégradation des sols.

forêt. Le «productivisme» agricole nous a lentement conduits à une dégradation de certains de nos sols agricoles qui subissent ainsi des pertes de rendement et de qualité des productions.

Une exploitation actuelle inconsidérée des champs et des forêts.

Aujourd'hui, tant l'exploitation agricole que celle souvent inconsidérée des forêts, nous forcent à nous poser des questions sur ces grandes ressources. Nous devons nous demander si nous n'avons pas trop exagéré en nous fixant des objectifs de produire de plus en plus. Nous revenons peu à peu à de meilleurs sentiments d'un côté comme de l'autre, en restituant à nos sols une partie de ce qu'ils nous ont fourni. C'est la confirmation, par la nature, du pendule de Foucault.

La revitalisation du sol; une expérimentation contre vents et marées.

En ce qui regarde les BRF, c'est par l'observation et les analyses de M. Guay que j'ai été sensibilisée à la question des théories de l'utilisation. Il a contribué en outre à sensibiliser les agriculteurs pour améliorer leurs sols. Les premières expériences faites chez plusieurs agriculteurs contre vents et marées ont rapidement confirmé sa théorie de la revitalisation du sol.

La persévérance de M. Guay permet la continuité.

Par sa persévérance, M. Guay a réussi à attirer l'attention des scientifiques qui sont maintenant de plus en plus nombreux à s'intéresser aux BRF. La curiosité de M. Gilles Lemieux de l'Université Laval a contribué à ce que le travail de M. Guay se continue aujourd'hui.

Une sensibilisation à la conservation des sols et la qualité des aliments.

De nos jours, le souci collectif de la conservation de nos ressources, de la préservation des sols contre les dégradations a sensibilisé les utilisateurs éventuels des BRF. Il en va de même de la rationalisation des intrants chimiques, de la protection de notre environnement et de la production d'aliments de meilleure qualité, avec un rendement qui est également acceptable.

Les BRF dans l'optique d'une agriculture et foresterie durables.

Les multiples résultats obtenus à ce jour s'inscrivent parfaitement dans le cadre d'une agriculture et d'une foresterie durables. C'est une source importante de matière organique, et selon les régions, elle peut être la principale source.

I faut mieux évaluer les BRF pour en obtenir tous les bénéfices.

Ce colloque semble avoir mis en évidence une meilleure connaissance et une meilleure compréhension de la pédogénèse avec l'utilisation des BRF. Toutefois, il faut nous pencher sur la connaissance particulière de chaque essence et de l'influence de ces BRF sur chaque culture. Agriculteurs et forestiers utiliseront cette nouvelle ressource, pourvu qu'on les guide afin qu'ils puissent évaluer les bénéfices qu'ils en peuvent tirer.

Il faut éviter les déséquilibres.

Toute forme de recyclage de matériau nécessite une connaissance intime de ce dernier qui, dans le cas qui nous intéresse ici, est complexe à cause de la diversité des essences. Il en va de même de la période de récolte, que ce soit au printemps, en été ou en hiver, chaque saison conférant des caractéristiques différentes pouvant influencer les plantes cultivées. Il faut faire l'adéquation entre les besoins du sol et de la plante, pour ne pas créer de déséquilibres au même type que les apports chimiques.

I faut concerter les efforts.

L'étude des BRF doit être un travail d'équipe pour obtenir un maximum de résultats avec un minimum d'énergie nécessaire, évitant ainsi le gaspillage de temps propre aux travaux isolés et sans concertation.

Une impossibilité du sous-ministre Hardy de venir s'exprimer.

Cela complète le message dont je voulais vous faire part. Comme M. le sous-ministre Hardy n'a pu se libérer à la dernière minute, il sera remplacé par M. Michel Boudoux, directeur de la recherche au Centre forestier des Laurentides.

Le Dr Boudoux directeur de la recherche.

Michel Boudoux • Comme M. Hardy n'a pu venir et qu'il considérait que son ministère devait être présent à ce colloque de scientifiques, il m'a délégué pour livrer son message avec M. Normand Lafrenière, directeur général pour la région de Québec de «Ressources naturelles Canada».

Les mandats de Forêts Canada.

Pour le bénéfice de ceux qui ne connaissent pas Forêts Canada, notre organisation a deux mandats. Historiquement, nous avons un mandat de faire de la recherche en foresterie, mais depuis une dizaine d'années, nous avons le second mandat de faire du développement forestier. En tant que scientifiques, il est probable que l'aspect recherche vous

intéresse davantage. Forêts Canada est une organisation pan-canadienne, avec des laboratoires qui s'étendent de Terre-Neuve à la Colombie Britannique.

Les différents laboratoires régionaux.

Chaque laboratoire est composé en moyenne de 30 à 40 scientifiques et autant de cadres techniques. Nous avons en plus deux instituts nationaux, tous deux situés en Ontario. Le premier se consacre à la répression des ravageurs forestiers (*Forest Pest Management Institute*), le second s'oriente vers la génétique et la sylviculture, c'est le *National Forest Institute* situé à Petawawa.

Les mandats spécifiques au Québec.

Au Québec, nous avons un centre de recherche directement sur la cité universitaire de l'Université Laval, à Sainte-Foy. Nous avons 35 chercheurs scientifiques qui font des travaux dans six domaines:

- 1- Dynamique des populations d'insectes.
- 2- Lutte biologique.
- 3- Productivité et croissance des forêts.
- 4- Génétique et amélioration.
- 5- Stress environnementaux.
- 6- Physiologie des semis et de la régénération forestière.

Malgré l'intérêt, aucune recherche sur les BRF.

Je ne puis vous dire que nous faisons maintenant des travaux de recherche spécifiquement orientés vers le champ de vos préoccupations. Toutefois, nous en avons déjà eus et il y en a ailleurs au Canada. Même si nous ne faisons pas de travaux de recherche dans votre domaine, nous n'en sommes pas moins très intéressés à ce qu'il s'en fasse, en pensant au Groupe de coordination sur les bois raméaux.

Un intérêt à collaborer avec le GCBR.

Je suis impressionné par la liste des publications du Groupe de coordination sur les BRF, et le haut degré d'activités de ce groupe composé de personnes bénévoles et qui n'ont pas été subventionnées dans le passé. Mentionnons pour mémoire les colloques de 1986 à Saint-Hyacinthe, en 1991, un colloque au CFL (Centre forestier des Laurentides); en 1992, un colloque au Muséum d'Histoire Naturelle de Brunoy en France, puis à l'Université de Coïmbra au Portugal, à Düsseldorf en Allemagne, ainsi qu'une visite au Portugal de M. Guay en 1993. Nous sommes assurés du sérieux de ce groupe et fort intéressés à collaborer avec ces gens dans la mesure de nos moyens.

Les premiers travaux du Dr Winget en 1964.

Même si nous n'avons pas de chercheurs travaillant dans ce domaine, ce ne fut pas toujours le cas. Dès 1964, Koslowski & Winget ce dernier est le directeur actuel de notre centre de recherche à Sault-S^{te}-Marie en Ontario, publièrent un article dans l'*American Journal of Botany*, portant sur le rôle des nutriments dans les feuilles, les branches, les tiges et les racines. Le professeur Lemieux n'avait pas encore inventé le terme de bois raméal à l'époque, mais le concept était déjà mis de l'avant.

Une publication Roberge-Pineau en 1985.

En 1985, Marcien Roberge, un chercheur du CFL maintenant à la retraite, publia un texte sur l'usage des copeaux de bois en pépinière. Dans le même esprit, le professeur Pineau et M. Roberge publient un article dans «Forêt-Conservation» portant le titre de «*Un remède pour les sols appauvris*», où il est expressément fait mention de l'impact des BRF.

Une publication sur la mésofaune du sol en 1988.

En 1988, Garceau et Coderre, de l'Université du Québec à Montréal, avec la collaboration du Dr Popovitch du CFL, publient dans *Pedobiologia* un article sur le rôle de l'enrichissement en matière organique avec des BRF sur la mésofaune du sol.

Les BRF, un domaine à ne pas écarter.

En 1992, le Centre Québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) a mis sur pied un groupe d'étude formé de gestionnaires de la forêt, groupe qui devait se pencher sur la question des résidus de coupe, en réalité des BRF. La mission de ce groupe était de définir des axes de recherche et il en est venu à la conclusion que ce domaine ne devait pas être écarté.

Une perception possible des BRF par le CQVB.

En réalité, les BRF peuvent être perçus comme un «ennemi» empêchant la régénération, la circulation, etc..., mais également une opportunité d'améliorer et d'enrichir nos sols forestiers. Le groupe de travail a recommandé que ce domaine soit retenu comme une opportunité et non pas comme un obstacle. Je ne connais pas le sort réservé à ce rapport, mais à ma connaissance, il a été très bien reçu par le président Risi.

Des travaux en parallèle en Ontario.

J'ai demandé à mes cinq homologues des autres régions canadiennes de m'indiquer où ils en étaient du point de vue des BRF. En Ontario, à Sault-Sainte-Marie, le Dr Jeglum examine les impacts de l'enlèvement de la biomasse sur la fertilité des sols forestiers. Dans la région des Maritimes, un travail a été entrepris sur l'utilisation des résidus de papeteries comme support pour la production de semis en serre.

Une recherche albertaine sur les BRF.

Au laboratoire d'Alberta, dans le cadre d'une recherche financée par le Plan Vert, les Drs Ménard et Cowans ont mis sur pied une série de dispositifs incluant l'utilisation des BRF en forêt boréale. Les travaux du Dr MacDonald, de l'Université d'Alberta, portent sur l'importance de l'apport du feuillage et des BRF sur la fertilité des sols.

Un financement pour rendre la production de BRF possible au Québec

Au Québec, dans le cadre du programme «Essais et Expérimentations», nous finançons pour une somme de 200 000.00\$ un projet de fragmentation des biosurplus forestiers. Il vise à rendre opérationnel l'épandage des BRF et doit vérifier la rentabilité en forêt. Dans le même domaine, Agriculture Canada finance cinq projets.

Tous les chercheurs canadiens voient les BRF comme très positifs.

Après discussions avec mes collègues des autres régions et des chercheurs en productivité des forêts qui sont proches de ce domaine au Québec, nous avons identifié dans les BRF des aspects très positifs. En tant que forestier de terrain, l'utilisation des BRF présente un intérêt indéniable en éliminant les débris de coupe. Ainsi fragmentés, ces débris améliorent la qualité de la matière organique du sol, améliorent la dynamique microbologique édaphique et minimisent les risques d'incendie. La régénération naturelle est également favorisée et les recherches portant sur les mycorhizes devraient être associées aux BRF.

Transport et épandage en forêt.

Toutefois, il n'y a pas que des avantages avec la question du rapport C/N qui est préoccupante en forêt. La difficulté d'épandre les BRF en milieu forestier n'est pas négligeable. La question des coûts de transport pose également des difficultés.

Une amplification de la recherche sur les BRF en forêt.

En guise de conclusion, je puis dire qu'il y a beaucoup de fait dans le domaine des BRF, mais qu'il reste encore des points obscurs qui peuvent recevoir un éclairage nouveau par la recherche. Je souhaite donc que ces recherches se poursuivent et s'amplifient, afin de donner des résultats fructueux pour le plus grand bien de la forêt québécoise.

Angèle Saint-Yves • Je remercie le Dr Boudoux pour la clarté de sa synthèse et le sens qu'il a donné à ses propos.

La présentation des résultats préliminaires du Dr Furlan.

Je me permets maintenant de demander au Dr Valentin Furlan, chercheur à notre station agronomique de Sainte-Foy, de venir vous exposer l'un de nos projets de recherche. À Sainte-Foy, Agriculture Canada a un mandat pour effectuer la recherche sur les sols, les plantes fourragères et les céréales. Le volet sol est assez important; nous y traitons à la fois les aspects chimiques et microbiologiques. Le Dr Furlan travaille en partie sur les mycorhizes, ce qui l'a amené à s'intéresser à la question des BRF. C'est un programme de recherche modeste.

Une demande d'appui pour la recherche sur les BRF en agriculture.

Tout comme Forêts Canada, Agriculture Canada a un programme «Essais et Expérimentations» qui apporte quelques sommes dans des expériences ponctuelles sur les BRF. Les efforts sont là et nous demandons à être appuyés.

Un léger écart au mandat d'Agriculture Canada.

Valentin Furlan • La recherche que nous faisons sur les BRF est très modeste, sortant quelque peu du mandat précis de la station de recherche. Grâce à l'ouverture d'esprit de Mme Saint-Yves et ses échanges avec M. Guay, nous avons une amplitude de manœuvre assez grande pour toucher le côté agricole des BRF.

Le résultat de circonstances fortuites.

Mon travail de base porte sur les champignons endomycorhiziens et, dans le mesure où la recherche est bien lancée dans ce domaine, je puis m'intéresser au bois raméal. Le projet de recherche sur les BRF qui prend forme actuellement est le résultat de circonstances fortuites, alors que nous travaillons à Sainte-Brigitte-des-Saults, près de Drummondville.

Notre dispositif est composé de 24 parcelles de 1,7 m². De celles-ci, 12 parcelles n'ont pas reçu de BRF et 12 autres

24 parcelles à raison de 600 m³/ha.

en sont pourvues. Le diamètre des branches utilisées n'excède pas 4 cm, et les BRF sont composés de deux tiers de bouleau blanc (*Betula papyrifera*) et d'un tiers d'érable à sucre (*Acer saccharum*). Les BRF ainsi produits ont été homogénéisés et appliqués au sol à raison de 600 m³/ha, soit 6 cm d'épaisseur. Les quantités sont très importantes, mais les parcelles resteront en place pendant les deux prochaines années, ce qui permettra de bonnes observations en regard des quantités appliquées.

Les BRF incorporés aux 15 premiers cm.

Les BRF ont été incorporés en mélange avec le sol, dans les 12 à 15 premiers centimètres du sol, contrairement aux recommandations générales qui veulent une incorporation sur les 5 premiers centimètres du sol.

Évaluer l'évolution de la microflore du sol.

Le but de cet exercice est de comparer l'évolution de la microflore du sol avec 5 prélèvements au cours de la saison; nous possédons actuellement les deux premiers. Déjà, les deux premiers résultats sont très éloquents.

Types et fréquences des analyses.

Si l'on regarde les résultats obtenus par la mesure de la phosphatase alcaline au 28 juillet, on note une augmentation importante en ce qui regarde les parcelles avec BRF et BRF + mycorhizes. L'échantillonnage est réalisé entre 5 et 15 cm de profondeur, à raison de 5 échantillons par parcelle. Les mêmes échantillons sont analysés pour leur contenu minéral (N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, Mn, Zn et Cu) et pour le pH. L'analyse de tous les paramètres sera faite à toutes les 4 semaines. L'analyse des BRF sera également faite pour en déterminer la valeur et la qualité des nutriments présents.

C'est le Dr Roger Lalande qui fait l'analyse microbiologique du sol, le Dr Denis Anger s'occupe de la partie physico-chimique, et je me confine à la partie endomycorhizienne.

Mycorrhizes et phosphatase alcaline.

Le rôle de la phosphatase alcaline est de permettre la solubilisation du phosphore dans le sol. Le rôle des champignons mycorhiziens à cet égard est très important, en transportant ce phosphore à l'abri de d'autres insolubilisations dans la solution du sol.

Bactéries et Actinomycètes après 4 semaines.

Nous mesurons également le nombre de colonies bactériennes par gramme de sol. Après quatre semaines, le nombre de colonies bactériennes est multiplié par quatre et un peu plus en présence de mycorhizes. Il en va de même des Actinomycètes.

Pour l'expérience, nous utilisons l'oignon espagnol mycorhizé au départ afin d'éviter les inconvénients des semis où les pertes sont toujours difficiles à contrôler.

La compétition des champignons totaux et des mycorrhizes.

Enfn, le dernier paramètre que nous mesurons s'adresse aux champignons totaux autres que les champignons mycorhiziens. Après quatre semaines, la population de ces champignons est beaucoup plus élevée, même si elle fléchit quelque peu en comparaison, lorsque les champignons mycorhiziens sont présents. Ces derniers agissent comme compétiteurs, phénomène très important. Lors des dernières observations des parcelles, nous avons observé la présence d'un mycélium blanc qui enrobait les particules de BRF.

Dans 6 mois, nous aurons les résultats complets; ceux-ci devraient donner naissance à une publication certainement fort intéressante.

Une utilisation des BRF de bouleau à papier.

Bien que reconnu d'utilisation difficile en tant qu'inhibiteurs de croissance et de germination des plantes, nous avons quand même utilisé les BRF de bouleau jaune. Il faut tenter des expériences pour élargir le champ de nos connaissances. Cela nous permet, pour la première fois, de mesurer l'effet produit par la compétition entre les champignons totaux et les mycorhizes du sol.

Une application chimique des recommandations du CPVQ.

Il faut que je souligne à ce stade que, lors de la mise en place des parcelles, nous avons fait des applications de N, P, K, avec une réduction de 50% du phosphore. Nous avons ajouté également tous les oligo-éléments selon les recommandations du Centre des productions végétales du Québec (CPVQ). Toutefois, il n'y a pas eu d'azote supplémentaire dans les parcelles ayant reçu des BRF. Nos observations nous ont montré une réduction de taille des plants dans les parcelles ayant reçu des BRF. On pense que les champignons mycorhiziens ont été capables d'aller chercher

de l'azote supplémentaire. Il est probable que l'utilisation de BRF d'aulne (*Alnus rugosa*) et de champignons mycorhiziens éviterait la nécessité d'ajouter un seul gramme d'azote au sol.

Angèle Saint-Yves • Je remercie le Dr Furlan de son exposé qui permet de vous mettre au courant des travaux qui sont réalisés dans le domaine des BRF à notre station de recherche.

Le droit de parole appartient maintenant à cette assemblée. La question que l'on pourrait se poser, étant donné la grande importance que nous reconnaissons tous aux BRF, est de savoir pourquoi n'utilise-t-on pas davantage cette ressource, tant du côté forestier qu'agricole? Il est possible et souhaitable de regarder cette question sur le plan local, national et international.

L'utilisation des BRF sur les plans local, national et international.

Mamadou Amadou Seck • Lors de mon exposé, j'ai montré un certain nombre de données que nous avons obtenues de façon préliminaire, l'arrivée du concept de BRF étant assez récente. Au cours de nos expériences, nous avons observé une nouvelle dynamique du sol, une fertilité biologique au sens large.

Une nouvelle dynamique du sol en climat tropical.

Cela se traduit par une augmentation de la croissance, ce qui aurait un impact économique considérable au Sénégal. Notre pays est à demi-désertique et la région des Niayes est le principal fournisseur de produits maraîchers pour les villes.

Un impact économique potentiel considérable au Sénégal.

Si on peut démontrer aux paysans qu'ils peuvent utiliser le bois raméal de filao, ce sera une véritable innovation. Le phénomène observé par les paysans va dans le sens d'un changement profond de mentalité des pratiques agricoles.

Un changement profond des mentalités et pratiques agricoles.

En ce qui regarde le présent colloque, je félicite les conférenciers pour la qualité des exposés, la contribution qu'ils apportent et la diversité des approches et des points de vue.

Une diversité des points de vue de ce colloque.

Mettre sur pied un réseau international d'utilisateurs de BRF.

Dans cette optique, il me semble important, à la suite de ce colloque, de mettre sur pied un réseau international portant sur l'utilisation des BRF. Ceci pourrait permettre de mettre sur pied une véritable structure de coordination pour diffuser les résultats au plan international, ainsi qu'à celui de la recherche et du financement.

Mettre sur pied un comité responsable pour acquérir une crédibilité internationale.

Il me semble intéressant de créer un comité responsable d'un tel réseau, dans un premier temps, selon les zones géographiques avec au moins une dizaine de personnes. Cela servirait à cerner convenablement la problématique des BRF, et ainsi acquérir une certaine crédibilité sur le plan international, tout en pouvant nous retrouver de temps à autre avec des collègues pour échanger et évaluer les résultats obtenus.

Des réponses valables pour apaiser les réticences.

Jean Cornelis • Il va de soi que nous espérons une généralisation de l'utilisation des BRF et ce, tant pour la foresterie, l'agriculture que l'horticulture. Ce qui a été dit à ce colloque est fort intéressant. Il me semblerait intéressant de regarder de plus près l'action des BRF sur la mobilité des éléments N,P,K, durant la dégradation. Les agriculteurs ne raisonnent qu'en termes de N, P, K, mais si nous pouvions apporter des réponses valables, ceci apaiserait bien des réticences.

Les blocages de nutriments difficiles à déceler.

Nous savons très bien que des surplus d'engrais potassiques bloquent le calcium, faussant complètement l'équilibre. Malgré que les éléments soient en quantité suffisante dans le sol, des blocages sont possibles et les analyses ne les décèlent pas.

Une démonstration qui est à se faire.

Gilles Lemieux • M. Cornelis suggère de nous intéresser au cyclage des nutriments. Voilà bien ce que le Dr Furlan et ses collègues sont en train de faire. C'est également ce que nous a montré le professeur Toutain lors des tournées sur le terrain. Par rapport aux parcelles témoins, dans les expériences de Causapscal, l'évolution des BRF est très nette et montre de nombreuses interactions.

Les BRF; une piste pour l'obtention de réponses à de vieilles questions

L'application au sol des BRF est le début de la vie dans nos sols agricoles et forestiers. Voilà la direction dans laquelle il nous faut aller. Tous ceux qui s'occupent de la

nutrition du sol, tant en milieu forestier qu'agricole, doivent s'intéresser aux BRF. Nous avons ici une piste de réponses à des questions que nous nous posons depuis plus d'un demi-siècle.

La recherche en laboratoire n'est pas toujours représentative de la réalité.

Johanne Dubé • Je pense qu'il est important que la recherche appliquée se poursuive chez les agriculteurs mêmes. Ainsi, il est facile d'observer dans quel état sont les sols maintenant par l'utilisation des engrais chimiques. La recherche en laboratoire ou dans des stations de recherche n'est pas nécessairement représentative de la réalité.

BRF et vers de terre.

Il faut également définir le potentiel économique des BRF. Les agriculteurs demandent le plus souvent une «recette» toute faite, avec des chiffres à l'appui. Il faut cependant indiquer à ces derniers tous les effets des BRF dans le sol même, comme les effets des vers de terre qui sont de véritables «laboureurs». Ils ont également une influence sur le drainage en faisant plus de 5000 km de galeries annuellement.

L'influence des BRF dépasse les augmentations de rendement.

Une influence indirecte réside dans l'économie de carburant pour les tracteurs, lors des travaux du sol. Cela doit être mis en lumière pour sécuriser les agriculteurs. L'utilisation des BRF augmente les rendements, mais leur influence dépasse ceux-ci. L'augmentation des rendements et la réduction de l'utilisation des engrais chimiques ne représentent que deux paramètres parmi d'autres, quelquefois plus importants encore.

Un changement de mentalité et de techniques.

Il faut donc présenter aux agriculteurs le véritable portrait des avantages apportés par les BRF, et non seulement sur l'augmentation des rendements. Il faut les amener à participer aux recherches, de concert avec les scientifiques, et les encourager à travailler différemment avec ce nouveau matériau.

Angèles Saint-Yves • Au delà des avantages économiques, n'y a-t-il pas des inconvénients, lors de l'utilisation des BRF, qui devraient être regardés?

Johanne Dubé • Parmi les inconvénients, il y a le surplus de travail causé à l'agriculteur et nécessaire en forêt. Il est

La détérioration du sol à la base de l'abandon des fermes.

évident que l'utilisation des engrais chimiques est plus facile, mais ils provoquent la détérioration du sol, ce qui est une perte fondamentale et exige des investissements de plus en plus importants en fonction du temps. Il est fréquent de constater que plusieurs agriculteurs doivent abandonner, parce que les coûts de production sont beaucoup trop élevés, en bonne partie à cause de la détérioration du sol.

Souvent les agriculteurs travaillent contre eux-mêmes.

On reconnaît maintenant que pour maintenir un même rendement annuel, on doit constamment augmenter les quantités d'engrais chimiques. Souvent les agriculteurs en sont inconscients et de ce fait travaillent contre eux-mêmes.

Au delà de la recherche appliquée, il y a la recherche fondamentale.

Personne non identifiée • Je suis d'accord avec l'approche de Mme Dubé, mais au delà de la recherche appliquée, il y a la recherche fondamentale qui est nécessaire et qui doit se poursuivre en parallèle.

Énoncer les lois fondamentales pour éviter les déceptions.

Cette recherche fondamentale doit poser des balises, afin de pouvoir énoncer les lois d'utilisation des BRF en milieu agricole ou forestier. Il semble y avoir actuellement un engouement pour l'utilisation des BRF et il y a risque que plusieurs personnes se lancent dans le domaine, tous azimuts, et soient déçues. Il faut relever les limites d'application des BRF, avant que les utilisateurs soient déçus des résultats.

Agriculture Canada et Forêts Canada devraient contribuer davantage.

Dans ce sens, des organismes comme Forêts Canada ou Agriculture Canada devraient contribuer davantage à la recherche plutôt que d'attribuer des fonds limités, comme dans le cas des travaux de M. Furlan. Il faut faire avancer les connaissances sur les BRF à pas de géant, parce qu'il n'est pas normal qu'une institution aussi considérable que Forêts Canada n'ait pas de travaux dans ce domaine.

Les BRF, une nécessité pour les sols du Tiers-Monde.

Je soutiens également la proposition de M. Seck concernant un organisme de coordination, d'échanges et de transfert de connaissances surtout dans les pays du Tiers-Monde. Si les sols se dégradent, toutes les sociétés tropicales font de même, et un apport comme les BRF est une nécessité.

Il faut reboiser pour obtenir les BRF.

Au delà de ces facteurs, il y a un danger dans les régions semi-désertiques comme le Sénégal, où les arbres producteurs de BRF sont en danger. Il faut faire des efforts de reboisement avant de penser à l'utilisation des BRF.

Les BRF produisent un assainissement du sol sous tous les cioux.

Edgar Guay • Il m'est extrêmement agréable de constater l'intérêt grandissant pour les BRF. Toutefois, il y a un aspect de l'utilisation de ces derniers que tous constatent, mais dont personne ne parle; l'assainissement du sol par les BRF. Que ce soit dans les propos de M. Seck au Sénégal ou dans les nombreux rapports que nous avons produits, on note toujours le même phénomène: les parasites du sol disparaissent. Les pesticides ne sont pas nécessaires, puisque les BRF apportent ce qui est nécessaire pour rééquilibrer le sol, l'assainir et le rendre plus propice à l'agriculture.

Une justification économique des BRF à court, moyen et long terme?

Francis Gagné • Comme les BRF prennent de plus en plus d'importance pour restaurer les sols agricoles et forestiers, je m'intéresse à la justification économique de la question. J'aimerais que le professeur Lemieux ou ceux qui s'intéressent depuis longtemps au bois raméal, nous tracent la problématique économique sans aucun apport subventionnaire de l'État. Cette réflexion est-elle mûre? Peut-on justifier l'utilisation des BRF de façon économique dans son sens large, c'est-à-dire à moyen et long terme?

L'acceptation de la valeur des BRF par le CQVB est un changement d'aiguillage majeur.

Gilles Lemieux • Lors de son exposé, M. Boudoux nous a fait part de la décision du CQVB de considérer positivement les BRF, sous l'appellation de «déchets de coupe». Cette perception de la valeur des BRF est la première qui soit d'envergure au point de vue économique. À titre de comparaison, il s'agit d'un changement d'aiguillage pour un train; d'abord une différence d'un millimètre puis, après quelques minutes, le convoi est à des kilomètres de la voie de départ.

Un appel aux institutions et sociétés publiques de production pour la mise en marché.

Nous entrevoyons maintenant le jour où les BRF ne seront plus considérés comme des déchets ou des nuisances, mais comme une substance fondamentale de la vie des écosystèmes agricoles et forestiers. Je propose que nous fassions pression auprès de deux de nos grandes sociétés productrices de BRF, comme Hydro-Québec, la société

REXFOR ou le ministère des Transports, pour qu'ils mettent sur le marché, à la disposition d'une industrie secondaire de valorisation, les 200 000 à 300 000 tonnes de BRF produites annuellement. Ces productions sont faites le long des voies de circulation actuelles et ne nécessitent aucun investissement dans des voies de pénétration comme en forêt. Il faut donc faire pression auprès de l'État pour qu'il ait les deux pieds sur terre. La pratique actuelle relève d'un système de gaspillage.

Rien de plus économique que l'utilisation des BRF lors de l'exploitation des grumes.

Au point de vue forestier, l'insertion des BRF dans le circuit est strictement d'ordre technique. Dans le contexte actuel, rien n'est plus «économique» que de laisser les rameaux et houppiers au sol, sans autre préoccupation. Il faut donc que les BRF soient épandus sur place, lors de l'exploitation des fûts.

Des millions de tonnes en pure perte actuellement.

Les techniques actuelles sont, à mon avis, tout à fait «anti-économiques» avec l'exportation hors site de millions de tonnes de BRF qui pourrissent le long des chemins de débardage ou qui sont brûlés à grands frais. Le temps est venu de voir combien une telle technique nous coûte à moyen et long terme.

Un système d'exploitation irrationnel.

Sous le couvert d'une activité «économiquement rentable» à court terme, nous avons un système d'exploitation irrationnel, soutenu par nos taxes et par l'État.

La nécessité de changer les mentalités dans cet échange forêt-agriculture.

Fernand Pagé • Pour répondre directement à cette question, il m'est difficile de le faire, puisque notre recul économique n'est pas encore suffisant. La société n'est pas encore en mesure d'évaluer les effets du changement de résidus agricoles à des résidus forestiers. Toutefois, une meilleure structuration sociale et économique pourrait rendre cet échange entre forêt et agriculture possible et rentable.

Une augmentation de 50% des récoltes de céréales et du taux d'humine de 20%.

Je voudrais signaler ici que nos résultats montrent qu'après quatre années de traitement aux BRF, on a doublé la production de blé par rapport au témoin sans apport d'engrais azotés. Cela est un apport important à l'économie. Non seulement avons-nous augmenté les rendements sans

apport d'azote, mais nous avons augmenté de 15% à 20% le taux de matière organique. À l'intérieur de cette matière organique, nous avons augmenté de 40% le taux d'humine particulièrement stable, assurant ainsi une cohésion du sol et le maintien des éléments minéraux. Ces caractéristiques sont toujours observables 9 années plus tard avec un apport bisannuel de 100 à 150 m³/ha.

Les BRF: un espoir social et économique pour l'agriculture et la forêt.

Les BRF représentent donc un espoir, considérant tous les facteurs, avec une meilleure structuration sociale, dans les échanges forestiers et agricoles qui peuvent représenter un atout économique fort important. Toutefois, cela reste à démontrer, mais nous avons des bases qui nous permettent de soupçonner la rentabilité économique à long terme.

La synchronisation des BRF avec les besoins de la végétation.

Je ne voudrais pas oublier le petit inconvénient qui a été mis en lumière tout au long de nos discussions, soit le déficit azoté à l'application des BRF. Ceux-ci, stimulant avant tout l'activité microbienne, peuvent, dans un premier temps, diminuer les rendements. Ceci peut être corrigé par une application de BRF à l'automne plutôt qu'au printemps, une fragmentation plus fine permettant de passer l'étape d'immobilisation plus rapidement, permettant ainsi une synchronisation avec les besoins de la plante au printemps.

Angèle Saint-Yves • Avez-vous regardé l'aspect économique relié aux coûts de transport des BRF? Au Québec, les terres les plus dégradées sont éloignées des sources d'approvisionnement.

Pas d'étude économique sur la production, la commercialisation et la distribution des BRF.

Fernand Pagé • À ce que je sache, il n'y a pas eu d'études à ce sujet. Toutefois, si on récupérait ce qui est fabriqué et accessible soit par les grandes sociétés publiques, les ministères ou soit par les villes, de grandes quantités seraient disponibles. Actuellement, les coûts d'élimination des BRF par enfouissement ou incinération sont élevés. Si les BRF disponibles étaient utilisés, les coûts seraient minimaux, puisqu'on éliminerait les frais inhérents actuels qui ne sont que de la destruction pure et simple. Des frais de transport élevés sont absorbés pour se défaire de ces produits.

Une stratégie particulière pour les régions de grandes cultures.

Par contre, dans les régions de grandes cultures comme dans la région montréalaise, on devrait avoir recours à une autre stratégie pour assurer la rentabilité des BRF.

Angèle Saint-Yves • Vous préconisez donc l'utilisation locale des BRF avant tout, si je comprends bien!

L'origine forestière des sols agricoles actuels.

François Toutain • Je voudrais, avant tout souligner une observation qui a été faite par MM. Lemieux et Guay à savoir que les champs que nous exploitons actuellement ont été avant tout des écosystèmes forestiers à l'origine.

Les sols tropicaux n'ont pas été rajeunis depuis des milliers d'années.

Dans un écosystème forestier, il règne un équilibre et s'il devient mauvais, l'écosystème est éliminé si l'homme n'intervient pas. La forêt primaire tropicale possède des sols très pauvres, puisqu'ils n'ont pas été rajeunis géologiquement depuis des centaines de milliers d'années. En Europe et en Amérique, ces sols ont une origine qui remonte à moins de 10 000 ans.

Réactiver la kaolinite des sols forestiers tropicaux.

La forêt tropicale est très belle, mais toute la richesse de son sol repose sur une vingtaine de centimètres d'épaisseur. L'argile est l'un des facteurs de base de la richesse d'un sol et, en forêt tropicale, cette argile est sous forme de kaolinite, donc très peu réactive. Toute la richesse de ces sols tient dans la matière organique. L'apport des BRF consiste donc à rétablir et produire une matière organique très réactive.

Compenser les déséquilibres de la forêt exploitée par l'homme.

Les forêts exploitées par l'homme sont déjà déséquilibrées, puisqu'une partie des réserves en nutriments sont exportées par l'exploitation des fûts. Une autre partie est souvent brûlée, soit accidentellement, soit sciemment en brûlant les abattis qui représentent une perte importante qu'il nous faut de plus en plus compenser.

Revivifier les vieilles forêts par des apports minéraux.

Les forêts européennes qui vieillissent, en s'acidifiant par les pluies acides, voient de fortes mortalités et l'apparition de maladies. Ceci nous oblige à apporter des minéraux qui ont souvent de bons effets en revivifiant complètement l'écosystème, mais pas toujours.

La «brunifaction» des feuilles; un mécanisme vital pour les écosystèmes forestiers.

Tous les mécanismes qui ne contribuent pas au maintien de l'écosystème vouent ce dernier à la disparition. Ainsi, le brunissement des feuilles qui consiste à piéger l'azote et les éléments nutritifs, est un phénomène d'une grande importance, parce qu'en son absence, l'écosystème s'épuiserait complètement.

Les sols agricoles stérilisés par les pesticides et les herbicides.

Au point de vue agricole, il semble que nous sommes à faire de telles erreurs en épuisant le sol par la destruction d'une bonne partie de l'activité biologique. Dans la région de la Marne, en France, les paysans continuent à utiliser de plus en plus d'engrais avec des rendements qui continuent à baisser. La stérilisation des sols a conduit à l'élimination des vers de terre par l'utilisation des pesticides, des herbicides, etc. éliminant ainsi les bactéries et les champignons entre autres choses. Ces sols étaient, à l'origine, annuellement rechargés, puisqu'on estime l'apport annuel en feuilles à 4 tonnes à l'hectare.

L'importance de praticiens à un colloque comme celui-ci.

Je voudrais également souligner ma satisfaction de voir un grand nombre de praticiens à ce colloque. Si, un jour, il y avait de moins en moins de praticiens à de tels colloques, la situation deviendrait grave.

Le rôle des scientifiques dans un débat comme celui des BRF: lancer les grandes idées.

Pour répondre à la question économique de savoir si l'utilisation des BRF coûte des sous, les scientifiques ne peuvent que lancer les grandes idées qui doivent être reprises par les praticiens. Ces derniers doivent adapter ces idées à leurs propres conditions. Il est d'une très grande importance d'intéresser les utilisateurs, faute de quoi rien n'est possible. En France, cet aspect sera plus difficile puisque la séparation entre forêt et agriculture est beaucoup plus profonde. Souvent, la forêt est de propriété privée avec des propriétaires résidant dans les villes. Les forêts communales sont l'affaire des élus locaux qui confient la gestion de leurs forêts à l'Office des forêts, sans qu'il y ait de relation avec l'agriculture locale. Enfin, toutes les forêts d'état qui appartiennent à l'Office des forêts français n'ont pas de relation avec l'agriculture. Personnellement, je crois que la récupération, pour des fins agricoles, des BRF qui se perdent en France devrait être encouragée.

L'importance de l'international pour sortir du marasme social actuel.

Je souscris également à la proposition de M. Seck de mettre sur pied un groupe international qui permette à chaque pays de diffuser l'information et la bonne nouvelle, donnant ainsi la possibilité de sortir du marasme dans lequel s'enfonce la société actuelle.

Le passé garant de l'avenir.

Edgar Guay • Le passé est garant de l'avenir. Ainsi la ferme de M. Carrier, à Lévis, couvrait plus de 200 hectares jadis et elle ne suffisait plus à faire vivre la famille. Il a converti une dizaine d'hectares à la culture maraîchère par la suite et deux familles y vivent actuellement.

Il a cessé l'emploi d'engrais chimiques, n'utilisant que les BRF en culture maraîchère. Il a attiré une grande partie de sa clientèle par la qualité de sa production.

Amélioration de la productivité et contrôle de l'humidité.

La qualité de sa terre a été grandement améliorée; d'une profondeur initiale de 10 cm, elle atteint maintenant 25 cm d'épaisseur après 15 ans de culture intensive. Il n'a jamais connu de sécheresse significative. On a ici l'avenir qui attend les utilisateurs de BRF.

Une étude de la production de BRF à la ferme.

Andrée Deschênes • En ce qui regarde la question économique et celle des subventions, nous avons fait une étude sur une ferme possédant un boisé. Nous y avons noté les coûts de fragmentation pour 10 ha à raison de 150m³/ha représentant un dixième de la superficie d'une ferme moyenne.

Une production horaire de 10 m³.

Avec une production horaire de 10 m³, il faut 150 heures pour traiter 10 hectares. Ceci ne touche que la fragmentation et la cueillette des branches, le transport au chantier n'étant pas inclus. C'est donc une opération fort coûteuse, mais malgré tout, plusieurs fermiers sont intéressés.

Une coopérative d'utilisation de la machinerie.

Nous n'avons aucun appareil de fragmentation au début, mais la situation s'est corrigée depuis lors. Les conclusions économiques de cette étude nous disent que ce matériau est probablement accessible économiquement, mais il faut penser la fragmentation en termes de coopérative d'utilisation de la machinerie ou encore à forfait.

Publication régionale des agriculteurs intéressés aux BRF.

Nous avons publié et distribué dans les municipalités de la région une liste des fermiers intéressés. Cette liste contenait non seulement le nom des fermes intéressées, mais celui des personnes également qui pouvaient fragmenter à forfait. Actuellement, nous avons une dizaine de personnes capables de faire de la fragmentation à forfait dans Matapédia-Matane.

Une première entreprise de fragmentation à forfait.

Nous avons ici une entreprise qui s'annonce comme telle; elle est présente à ce colloque, M. Yvan Côté de Sainte-Paule. Certaines entreprises d'aménagement paysager peuvent en faire également à forfait. La fragmentation à forfait rend possible l'intégration aux activités de la ferme.

L'utilisation de BRF: un investissement, non pas une dépense.

La durée du traitement me semble devoir être considérée comme un investissement, non pas une dépense d'entretien. Il faudrait calculer comme pour le drainage, amortir les frais sur 10 ou 15 ans. Si une telle évaluation ne peut être faite, il faut revenir à des doses beaucoup plus petites, de l'ordre de 40 m³/ha., avec des interventions plus fréquentes dans les rotations.

Beaucoup d'informations accessibles aujourd'hui sur les BRF.

Beaucoup d'informations sont maintenant diffusées par rapport à l'utilisation des BRF à la ferme, et tout particulièrement depuis les deux dernières années. Par rapport aux premières sessions de formation, un grand bout de chemin fut parcouru.

Peu de personnes pour la diffusion des connaissances pertinentes.

Dans nos régions, l'information est parvenue aux fermes par le biais des vendeurs de machinerie, qui avaient tout avantage à vendre de grosses machines plutôt que de la connaissance. Ceux qui ont comme but de diffuser la connaissance sont très peu nombreux, non seulement dans le Bas Saint-Laurent, mais par tout le Québec.

Il faut pénétrer les organisations et syndicats de gestion.

Malgré tous nos efforts, il y a toujours aussi peu d'agriculteurs qui ont une formation de base, capables de raisonner en termes de gestion et poser des gestes en conséquence. Il est maintenant acquis que tous les agriculteurs sont sensibles aux dégradations du sol, mais ce n'est pas par la culpabilisation que l'on peut pénétrer sur les fermes. Il nous faudrait pénétrer davantage les organisations de ges-

tion, comme les syndicats de gestion, permettant de faire profiter un sol en meilleure santé.

Angèle Saint-Yves • En ce qui concerne la régie agronomique des BRF, croyez-vous que nous ayons assez de connaissances pour conseiller adéquatement les agriculteurs?

Andrée Deschênes • Le projet que nous menons chez M. Dionne, de Sainte-Florence, a commencé il y a trois ans avec une application qui voulait atteindre initialement 250 m³/ha. Après quelques travaux préliminaires, il a fallu se rendre compte que ce volume était trop considérable. Aujourd'hui, on parle de 150 m³/ha, alors que nous avons d'autres essais à 75 m³/ha. Nous pensons avoir les volumes correspondants aux possibilités de production pour un résultat optimum. Il en va de même avec les chantiers de récolte, transport, fragmentation, épandage et incorporation.

150 m³/ha: une valeur optimum.

La commercialisation doit synchroniser la disponibilité avec la préparation des sols.

Le problème le plus difficile, à ce stade, est l'achat de BRF d'un fournisseur extérieur. Des discussions avec un fournisseur comme Hydro-Québec ont abouti à des échecs retentissants, puisque ces BRF ne sont jamais disponibles à l'époque des travaux du sol. Ces BRF sont surtout produits l'été et peu de préparations de sols se font à cette époque. Il faudrait peut-être entreposer des BRF ou les «précomposter», ce qui pose de grandes difficultés au stade où on en est.

La production à la ferme l'automne.

Ceux qui produisent les BRF sur leur propre ferme récoltent le matériel à l'automne, et procèdent à la fragmentation au printemps, pour en faire l'épandage en même temps que le fumier.

Les effets de la fermeture des villages.

Alban Lapointe • Un aspect de la situation économique de la société n'a pas encore été touché. Je vous rappelle qu'il y a plus de 25 ans, lorsqu'on a commencé à fermer plusieurs municipalités rurales de la Gaspésie, ce fut par esprit d'économie. Les gens ainsi délogés ont été parqués souvent dans des HLM.

Un retour nécessaire vers les régions.

Comme on a prouvé, depuis plus de 15 ans, que les BRF rééquilibraient le sol en doublant et triplant le rendement des fermes, nous avons tous les atouts en main pour ramener et consolider l'économie locale et régionale. Ceci permettrait à bien des Québécois de revenir vivre dans leurs régions. Une des conséquences serait de diminuer le nombre de personnes qui font des dépressions nerveuses et ainsi diminuer les coûts de la santé.

Un inversion nécessaire des «priorités» sociales.

Damien Saint-Amand • L'aspect des coûts est important pour notre société. Lorsque nous acceptons qu'un sportif reçoive 2 000 000.00\$ annuellement, il va de soi qu'il y a des valeurs qui sont au mauvais endroit. Si ces sommes étaient investies au niveau de la recherche, le rythme d'acquisition des connaissances serait de beaucoup accéléré, en donnant des réponses adéquates à un grand nombre de questions que nous nous posons.

Les coûts actuels en forêt sont dictés par la recherche.

Nous avons réalisé quelques études en relation avec la production de BRF pour le secteur forestier. Lorsqu'on mentionne des coûts d'aménagement d'une pessière à 4 400\$ à l'hectare, on sème la panique, bien que nous soyons en situation expérimentale avec des coûts de location de machinerie élevés.

La nécessité de machines performantes en forêt.

Nous avons également procédé à des essais de mise au point de machines performantes, mais beaucoup reste à faire. Les premières modifications nous montrent déjà une diminution sensible des coûts d'opération.

Une coopération avec l'industrie et les universités.

Je profite de l'occasion pour rappeler que nous avons actuellement deux projets en coopération avec la Faculté de foresterie et de géomatique, ainsi que la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval, afin de mettre au point une machine capable de répondre aux besoins en forêt. On pense être capable de faire la fragmentation et l'épandage en forêt à des coûts aussi bas que 850,00\$/ha. Nous avons demandé au ministère des Forêts d'accorder des subventions à la forêt privée à cet effet.

Une telle fragmentation a de nombreux avantages: elle évite les travaux de préparation de terrain, la mise en

Les avantages de la fragmentation lors de l'exploitation des grumes.

andains des résidus de coupe qui diminuent les superficies à reboiser, elle réduit les risques d'incendie forestier et elle améliore le sol.

Des avantages à court et long terme.

Il y a réduction des frais à court, moyen et long terme, d'où les difficultés d'appréciation. Nous avons donc toutes les raisons d'être optimistes dans l'utilisation de la fragmentation en forêt. Il faut investir dans l'avenir et les coûts doivent être vus sous cet angle.

La dépollution et les coûts de la santé jamais pris en compte.

Édith Smeesters • Il faut penser à long terme et tenter d'adapter la machinerie comme l'a souligné M. Saint-Amand. On ne peut nier que les BRF ont un effet spectaculaire sur le sol. Lorsqu'on accuse l'utilisation et la fabrication des BRF d'être trop onéreuses, il faudrait mettre les techniques traditionnelles sur le même pied. Dans ces techniques, on est loin de calculer tous les coûts comme ceux de la dépollution, les coûts sociaux de santé, etc.

Une objection pour les cultures à grande échelle.

Je donne des cours de culture écologique à des jardiniers depuis plus de 15 ans. Parlant des BRF aux agriculteurs, ils se disent d'accord à petite échelle, mais ils trouvent cette technique impossible d'application à grande échelle à cause des coûts inhérents. Les coûts indirects ne sont jamais invoqués.

Il nous faut des techniques et des appareils adaptés.

La déperdition et l'appauvrissement des sols sont maintenant reconnus, ce qui nous mène dans une impasse. Comme les BRF améliorent le sol, il nous faut devenir ingénieux et trouver des techniques et des appareils adaptés, pour que cette technologie devienne effectivement rentable.

Un utilisation prioritaire des BRF en paillis.

Parmi les techniques à regarder de près, il serait bon d'utiliser les BRF en paillis afin d'éviter des retards de croissance et des pertes de productivité la première année, à cause de l'immobilisation de l'azote.

La plantation de haies pour la production de BRF.

Comme les coûts de transport sont importants, pourquoi les agriculteurs ne planteraient-ils pas des haies entre les champs? Celle-ci pourraient être élaguées régulièrement et ainsi fournir les BRF nécessaires. *Dominique Soltner* en France parle de cet aspect du choix d'essences à utiliser.

Des modifications nécessaires pour une application économique.

À long terme, il faut songer à modifier la machinerie, les techniques culturales ainsi que la production des BRF, pour qu'un effet bénéfique aussi évident puisse s'appliquer économiquement au Québec.

Une adaptation en tenant compte des coûts sociaux.

Angèle Saint-Yves • Je retiens que vous appuyez une adaptation progressive de l'utilisation des BRF, tout en tenant compte des coûts sociaux qui seront supportés par les générations à venir. Vous suggérez également une production locale des BRF pour l'utilisation agricole en système de grande culture.

Plus de 10 000 chômeurs dans la Vallée de la Matapédia.

Gaétan Ruest • Pour ramener le développement économique dans notre vallée de la Matapédia, nous devons faire preuve d'imagination. Des 21 000 habitants de cette région, près de la moitié est inactive, et les BRF peuvent contribuer à notre développement.

Merci au Groupe de Coordination sur les BRF.

Nous remercions le Groupe de coordination sur les bois raméaux d'avoir accepté de tenir son quatrième colloque, d'envergure internationale cette fois, dans la Matapédia. À titre de remerciement, je demande à M. Jean-Marc Paquette, qui était jusqu'à peu de temps, président de l'Ordre des agronomes du Québec, et vice-président de la Corporation de développement de la Matapédia, de présenter, à titre de souvenir de cet événement, une caricature de M. Dany Morin à M. Gilles Lemieux.

Angèle Saint-Yves • Cette marque d'estime sera certainement appréciée et tout l'auditoire manifeste également sa reconnaissance aux initiatives de M. Lemieux.

La concurrence aveugle de la grande industrie énergétique à la recherche d'une plus-value.

Marie-Louise Tardif • De par mon travail, j'ai un intérêt dans les BRF comme source d'énergie électrique, comme pour la fabrication d'essences synthétiques, etc. Les recherches que nous avons faites pour la fragmentation nous montrent des coûts très élevés. Vous êtes sans doute conscients que les papeteries et les usines de cogénération d'électricité sont de vos compétiteurs, étant à la recherche des mêmes sources d'approvisionnement.

La production de BRF par l'exploitation de haies, une technique épuisante.

Les coûts actuels pour la fragmentation sont de 2000,00\$/ha. En Ontario, une coopérative agricole débutait il y a 3 ans, la production d'arbres à croissance rapide pour une utilisation à des fins énergétiques. Dominique Soltner, en France, fait des plantations également à des fins énergétiques sous la forme de brise-vent. Ces brise-vent comportent 3 ou 4 rangées, dont une ou deux sont récoltées à tous les ans pour des fins énergétiques. On doit admettre que de telles pratiques sont épuisantes pour les sols et on ne sait combien de temps une telle pratique pourra durer.

L'industrie ne considère pas les BRF en forêt.

Je me demande s'il serait possible d'identifier les sols qui ont un besoin évident de BRF plutôt que de procéder au hasard. Les seuls BRF qui font l'objet de demande de la part de l'industrie sont ceux produits en bordure de route uniquement, les résidus en forêt ne sont pas considérés à ce stade.

Angèle Saint-Yves • Considérez-vous toujours l'utilisation du bois dans la production d'éthanol ou de méthanol?

Seule la valeur ajoutée est considérée en termes industriels.

Marie-Louise Tardif • Nous considérons surtout la valeur ajoutée, non seulement la combustion directe, mais également les huiles essentielles, le méthanol, les huiles à chauffage, etc.

Un avantage social dans la remise au travail des forestiers.

Jean Tremblay • Je travaille dans une pépinière forestière et je suis un utilisateur éventuel de BRF. Ce que je retiens des trois jours de ce colloque, c'est que les BRF sont un amendement sous la forme d'un investissement qui aura un effet à long terme. Je suis également très heureux de constater que plusieurs intervenants voient ceci comme un avantage social dans la remise au travail des travailleurs québécois.

Donner du travail, non pas du chômage par subventions interposées.

En parlant de coûts, certains suggèrent, une fois de plus, de faire appel à l'État sous forme de subventions, afin de diminuer le coût de la main-d'oeuvre nécessaire à la fragmentation. Il faudrait plutôt demander des subventions pour créer des emplois plutôt que de demander des subventions pour en éliminer davantage.

*Un revitalisant éda-
phique et social.*

Il faut penser que les BRF ont un coût, mais apportent également des bénéfices. Je pense que l'utilisation des engrais chimiques à coûts élevés ont été largement responsables de la disparition d'un grand nombre d'entreprises agricoles. Les BRF sont un revitalisant pour le sol, mais probablement aussi pour les travailleurs.

*Des coupes à blanc
abusives dans la
Vallée de la Mata-
pédia*

Jean-Marc Paquet • Dans l'optique de la question économique, je désirerais souligner le fait qu'à la suite de l'épidémie de tordeuses du bourgeon de l'épinette, des coupes à blanc très abusives ont été pratiquées dans la Vallée de la Matapédia. À mon avis, elles n'ont pas été toujours nécessaires et justifiées.

*Des variations ex-
cessives des ni-
veaux de l'eau*

À la suite de ces coupes abusives, le niveau moyen du lac Matapédia a baissé de 30 à 60 centimètres environ, un phénomène qui n'avait jamais été observé antérieurement. Lors de la fonte des neiges, l'eau monte d'une façon excessive, suivie d'une baisse immédiate très importante.

*L'eau, une richesse
que nous dilapidons
ici, comme en A-
rique.*

On oublie volontiers que l'eau est un facteur primordial pour la production, tant en forêt qu'en agriculture; ce que nos collègues africains ne dénieront pas. Cette richesse est en train d'être dilapidée par des coupes forestières abusives.

*Une assimilation
des BRF aux dé-
chets à la ferme.*

Je suis tout à fait conscient de l'importance des BRF tant en agriculture qu'en forêt. En agriculture, les fumiers sont également une ressource importante, mais malheureusement considérée comme un déchet. Toutes ces matières peuvent être apportées aux sols agricoles dans une véritable optique économique. Malheureusement, les trois quarts des producteurs agricoles considèrent ces matières comme des déchets et les traitent comme tels.

*Les déchets: un ap-
port économique à
la ferme.*

Il est également très important de calculer le coût pour se départir de nos déchets autant domestiques qu'industriels. On dépense des sommes importantes pour les éliminer, et à mon avis, tous ces déchets représentent un apport économique important qui devrait nous obliger à les recycler.

Obligation nous est faite de repartir le système économique depuis la base.

Plusieurs allusions ont été faites à propos des conditions sociales actuelles. Je désire attirer votre attention sur le fait que dans ces conditions, on doit repartir le système économique à partir de la base, non pas de la tête. Comme l'a souligné le professeur Toutain, il faut se poser la question de savoir comment le système fonctionne réellement et réparer les erreurs que nous avons commises.

Du côté agricole, cette démarche est nécessaire, et nous avons commencé nos réflexions. Il faut cette concertation avec le côté forestier pour bien réussir dans l'avenir.

L'importance de la régulation de l'eau et de l'utilisation des déchets à la ferme.

Angèle Saint-Yves • Vos observations sur l'effet tampon de la forêt dans les mécanismes de régulation de l'eau nous montrent son importance, souvent oubliée ou négligée. Il faut regarder comment on peut conjuguer les différentes sources de matières organiques à la ferme pour les mieux utiliser. On a soulevé à cet égard la nécessité d'évaluer les coûts d'enfouissement des déchets par rapport à ceux du recyclage. Il y aurait lieu de regarder ces aspects qui serviraient la société.

Comme les plantes, les hommes nécessitent tous les éléments.

Jean-Marie Wauthy • Ce colloque a certainement permis des échanges fructueux, mais nous les humains, comme les plantes, avons besoin de tous les éléments nécessaires à la croissance. Nous sommes toujours limités par l'élément le plus déficient. Il en va de même pour la plante qui exige le meilleur équilibre possible du sol qui la nourrit, aboutissant ainsi à un meilleur équilibre de santé chez ceux qui la consomment.

Continuer l'expérimentation à la ferme.

Pour approfondir ces questions d'équilibre, nous avons besoin d'équipes multidisciplinaires. Il faut continuer l'expérimentation en cours chez les producteurs, mais qu'elles soient suivies par des équipes multidisciplinaires. Il est évident que l'on fait des observations valables, surtout lorsque les observations sont réalisées sur une longue période. Du côté scientifique, il est également important de savoir le pourquoi des choses. Il nous faut savoir pourquoi tel ou tel traitement a un effet néfaste, l'autre bénéfique et ce, avec des réponses précises, particulièrement en agriculture.

La concertation pour éviter les erreurs.

Angèle Saint-Yves • M. Wauthy fait appel à la concertation avec des équipes multidisciplinaires pour cerner le plus possible les problèmes, afin éviter les erreurs qui pourraient retarder l'application des techniques que nous proposons.

Un changement des priorités sociales et économiques est nécessaire.

Rémi Gauthier • «Savoir et ne rien faire équivaut à ne rien savoir». Aucune industrie au monde n'est plus subventionnée que l'agriculture. C'est le cas de la production et l'utilisation des engrais chimiques, du drainage agricole, etc. Combien coûte un satellite, combien coûte un hélicoptère pour détruire, alors qu'on devrait s'occuper de revaloriser le sol qu'on a détruit en partie par les méthodes modernes de l'agriculture. Nous avons rendu nos animaux malades et les hommes souffrent de maladies de civilisation à cause des aliments déficients qu'ils consomment.

L'agriculture, la mère de la vie.

J'espère que mon exposé a semé quelques inquiétudes ici et attiré l'attention sur une agriculture qui devrait être la mère de la vie.

La région des Etchemins.

Louis Baby • Je voudrais apporter quelques commentaires à la question concernant la valeur des BRF. J'habite une région semblable à celle de la Matapédia, la région des Etchemins, qui est la neuvième plus pauvre MRC du Québec.

Les choix régionaux reliés aux BRF.

Nous avons chez nous un projet sur les BRF, suscité par le fait que nous avons une ressource première abondante. Deux solutions se présentent à nos yeux: laisser cette matière se dégrader sur place ou l'utiliser en organisant une industrie d'exportation dans les grandes régions agricoles du Québec. Une troisième option est possible: garder cette ressource pour la faire fructifier sur place plutôt que de l'exporter ou la détruire. Nous l'utilisons donc chez nous en voulant lui donner une valeur ajoutée. Il est certain que l'utilisation actuelle est onéreuse.

De petites initiatives régionales stimulantes.

Il y a quelques années, nous gaspillions le pétrole parce que son prix était ridicule, mais peu après, nous étions en pleine crise énergétique avec des prix bien supérieurs. Les BRF ont un aspect primordial pour les régions où la ressource est abondante. On doit stimuler les gens par des

activités de développement économique, et on doit prendre de petites initiatives.

Éliminer la «charité» de l'État au plus tôt.

À titre d'exemple, une petite industrie locale se développe pour la fragmentation à forfait dans la Vallée de la Matapédia. Pourquoi s'arrêter en si bon chemin et ne pas développer d'autres petites industries de la sorte? Il faudrait faire des efforts pour éliminer les subventions, et arrêter de vivre de l'assurance chômage et de l'assistance sociale.

Le temps est venu d'une vision à long terme.

La vision à court terme que nous avons le plus souvent mine tous nos efforts. Les coûts actuels de la fragmentation nous semblent élevés à 1000,00\$/ha, mais dans 10 ou 20 ans, dans quel état sera cette forêt qui n'aura pas été fertilisée par ses propres BRF? Le temps est venu d'avoir une vision à plus long terme.

Je ne puis terminer sans remercier MM. Guay, Lapointe et Lemieux pour avoir eu une vision à long terme, y travaillant depuis plus de 15 ans.

Les BRF ont un effet à long terme.

Angèle Saint-Yves • Je vous remercie d'avoir soulevé ce point de la vision à long terme, puisque les effets des BRF sont à long terme.

La compétition dans la perception de la notion de plus-value.

Gilles Lemieux • L'intervention de Mme Tardif me semble intéressante en ce qu'elle se situe exactement au point de jonction entre l'industrie de transformation et l'«industrie de production naturelle». En fin de compte, les BRF produisent du bois en forêt qui est le résultat de l'élaboration faite dans les rameaux, et stockée au niveau des troncs sous la forme de bois caulinair que l'on exploite traditionnellement.

Un manque de distinction dans les valeurs du bois caulinair par rapport aux BRF.

Malheureusement, l'industrie ne fait aucune différence entre les rameaux et les troncs, d'où l'exploitation complète des arbres. **On a complètement oublié que la «machine forestière» fonctionne et produit à long terme.**

Il ne faudrait pas penser que la question économique dans le domaine des BRF est sotte; elle est d'une extrême complexité. À titre d'exemple *Martin, Likens* et autres aux

Ne pas confondre l'économie de la production forestière et agricole avec celle de la transformation des produits.

Un système de recherche nouveau pour éviter l'exportation de tous les capitaux produits.

Une table de concertation modeste mais efficace.

Les institutions doivent se plier au long terme, l'industrie ne le peut.

La concertation pour une approche «durable» de la recherche.

Une prospective de l'«équivoque» pour les BRF.

USA ont montré qu'à la suite de l'abattage d'une érablière au New Hampshire, il y avait au niveau du sol, dans les 5 années suivant l'exploitation, une déperdition de 12 000 kilocalories m², ne laissant que 3 000 kilocalories/m² par la suite. Pendant cette période, on voit apparaître toutes les essences intermédiaires qui persisteront pendant plusieurs décennies, avant que l'érablière ne s'installe à nouveau.

Il me semble venu le temps de mettre un système de recherche qui ait plus que le nom, mais une structure et une organisation. Dans le cadre actuel, avec une réaction comme celle que je viens de vous décrire, il est clair que les sociétés forestières sont avant tout des pompes à capitaux, capitaux qui sont expédiés sur les grandes places financières du monde. Pourquoi avons-nous un secteur forestier aussi déprimé, alors que la ressource a été et est encore abondante?

Je propose donc que l'on mette sur pied une table de concertation qui aurait à sa disposition des fonds minimes pour générer de grandes idées et beaucoup de connaissances. Une telle structure permettrait de s'associer aux provinces canadiennes et à de nombreux pays étrangers.

Il nous faut réfléchir à ces questions parce que, sans un appui minimum, la question du long terme ne se pose même plus. Il faut que nos institutions se plient au long terme agricole et forestier.

Angèle Saint-Yves • Je retiens de votre intervention l'appel à la concertation pour une approche plus durable de la recherche en ce qui regarde les BRF.

Michel Boudoux • Dans toute la problématique des bois raméaux ou déchets de coupe, ce qui revient au même, n'y a-t-il pas une contradiction interne? Si, dans quelques années, nous prouvions hors de tout doute que les BRF sont bénéfiques pour les sols forestiers, n'est-il pas possible qu'une loi interdise formellement le prélèvement de cette matière organique pour exportation hors de l'écosystème forestier?

Résoudre une éventuelle contradiction.

Au moyen-âge, il était permis aux paysans d'utiliser les rameaux et les feuilles pour l'alimentation des animaux, mais au XVIII^e siècle, cette pratique fut formellement interdite.

Nous n'avons que des politiques aberrantes.

Il y a peut-être moyen de résoudre cette contradiction interne en utilisant ce matériau là où la valeur ajoutée est la plus grande. Dans ce cas, il ne faudrait les considérer que dans les cultures à très hauts rendements.

Les subventions à la fragmentation refusées pour l'agriculture mais acceptées en foresterie.

Andrée Deschênes • Dans la suite de l'intervention précédente, en ce qui regarde les politiques utopiques qui pourraient voir le jour, il y a aujourd'hui des politiques complètement aberrantes. Le ministère des Forêts subventionne l'aménagement forestier dont une grande partie profite aux industries papetières qui réaménagent après avoir fait des coupes à blanc. Une autre partie de ces subventions est destinée aux producteurs privés, ceux-ci ne peuvent utiliser aucune technique relative aux BRF, la subvention leur est refusée dans ce cas.

Une négation de l'utilisation des BRF en agriculture.

Nous avons donc des politiques d'aménagement subventionnées par l'État, mais ceux qui veulent utiliser des fragmenteuses en forêt pour remettre les BRF en circuit, et en utiliser une partie pour l'agriculture, se voient privés des moyens pour le faire. Comme la subvention à l'aménagement est importante à l'unité de surface, cette réticence de l'État engendre la même réticence au sein des producteurs forestiers privés.

Toutes les tentatives ont été un échec.

Les organismes de gestion en commun (OGC) sont également aux prises avec un problème analogue, où l'utilisation des phytocides en forêt est subventionnée, alors que la fragmentation, qui pourrait avoir un effet similaire, ne peut l'être. Le mode de subvention va totalement à l'encontre de l'utilisation des BRF.

Toutes les tentatives d'utiliser les BRF par les OGC ont abouti au refus de subventionner. Cette constatation est valable pour tout le Bas Saint-Laurent. Il semble bien qu'il y ait plusieurs problèmes à ce niveau.

Angèle Saint-Yves • Il faut souhaiter une amélioration à cette situation, parce qu'il semble bien qu'il y ait un problème à ce niveau.

Une volonté de mettre sur pied un réseau international sur les BRF.

Mamadou Amadou Seck • Je veux revenir sur la proposition de créer un réseau international sur les BRF. Après avoir écouté les conférenciers et en avoir discuté, il semble bien y avoir une volonté de créer un tel réseau.

Le Professeur Lemieux proposé comme premier président.

Pour être concret, je propose que le Professeur Lemieux devienne président de ce réseau. Compte tenu des personnes qui sont ici, je propose qu'un comité d'une dizaine de personnes soit formé pour la direction et l'organisation d'un tel réseau.

Québec deviendrait le siège international d'un tel réseau.

Le Professeur Lemieux tracerait le cadre d'un tel réseau. Ainsi, Québec deviendrait le siège international d'un tel réseau. Une des premières résolutions de ce colloque pourrait aller dans ce sens.

Une proposition formelle de réseau.

Angèle Saint-Yves • Il y a donc ici la proposition de créer un réseau international sur les BRF. M. Lemieux accepte-t-il une telle proposition?

Une proposition à considérer pour en assurer une assise solide.

Gilles Lemieux • Sans débattre cette proposition à ce stade-ci, il est bon qu'elle soit considérée et que les prochaines semaines apportent des réflexions et des appuis concrets à une telle proposition. L'évolution de cette question devrait être transmise lors de l'envoi des actes de ce colloque au cours de l'automne 1993.

La tâche confiée au Professeur Lemieux.

Angèle Saint-Yves • Je pense que l'assemblée sera d'accord avec moi pour que cette tâche soit confiée au Professeur Lemieux, et que les modalités de la création d'un tel réseau vous soient données lors de l'envoi des actes de ce colloque.

Les remerciements à l'assemblée.

En terminant, je désire vous remercier pour l'invitation que vous m'avez faite de passer cette matinée en votre compagnie. Je remercie cette assemblée pour la discipline que vous avez manifestée tout au long des discussions.

L'avenir des BRF à long terme prend forme.

Ceci me donne une très bonne idée de ce qui s'est discuté ici, en espérant que tout cela débouchera sur des actions concrètes. Dans cette optique, ce colloque aura été un succès dans la promotion d'une vision à long terme.

ALLOCUTION DE CLÔTURE

par
Marc-André Dionne*
Université du Québec à Rimouski
300, allée des Ursulines
Rimouski G5L 3A1
Québec
Canada

Je tiens à vous assurer que lorsque j'ai été invité par le Professeur Lemieux pour clôturer ce colloque, j'ai immédiatement accepté pour plusieurs raisons.

Ce n'est pas tous les jours que le Recteur de l'UQUAR est invité par un professeur de l'Université Laval à clôturer un colloque, c'était là une occasion à ne pas manquer, ce dont je remercie le Professeur Lemieux.

L'autre élément qui a motivé mon acceptation est de venir dans la Vallée de la Matapédia pour dire que nous nous réjouissons grandement du fait que la Vallée de la Matapédia la capitale forestière canadienne en 1993.

L'intérêt premier de ce colloque est le regroupement des chercheurs avec les praticiens régionaux.

Un autre motif qui m'a incité à venir réside dans le fait que ce colloque soit le regroupement de chercheurs de différents niveaux tant universitaire que collégial, ainsi que des intervenants de différents milieux tant forestiers qu'agricoles.

Une réflexion collective qui est un signe des temps.

Ce type de regroupement, provoquant une réflexion collective sur des éléments importants pour leur avenir, m'apparaît un signe des temps tout à fait incontournable.

La recherche pour l'agriculture et la forêt.

De tous les temps, les chercheurs universitaires ont été préoccupés par le «QUOI». Un tel regroupement m'indique que les chercheurs maintenant veulent savoir pour «QUI» cherche-t-on? Il va de soi ici que c'est pour ceux qui oeuvrent dans le domaine de l'agriculture et de la forêt.

* Recteur de l'Université du Québec à Rimouski

Comment procéder?

Le deuxième élément est le «COMMENT». Comment procède-t-on, quels sont les coûts économiques et sociaux, etc? Ce type d'interrogation me paraît très fécond.

Joindre la région à l'univers.

Un autre aspect éminemment positif est la dimension internationale qui a été donnée à la question des BRF. Des représentants de la France, de la Belgique et du Sénégal sont venus réfléchir avec vous. En réalité, **le chercheur moderne qui travaille en association avec son milieu est quelqu'un qui doit avoir les pieds dans sa région et la tête dans l'univers.**

Reconnaître les grands courants d'idées.

Il faut connaître les grands courants d'idées à travers la planète, tout en travaillant avec les personnes de la région. Ce sont ces valeurs qui motivent ma présence à cette tribune pour vous remercier.

Le temps est venu de s'intéresser à la biomasse.

Toute la problématique à laquelle vous vous êtes adressée, s'inscrivant dans la valorisation des biomasses, nous touche de près. Quant à nous, à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), nous venons à peine de nous intéresser à la biomasse marine qui nous montre des stocks d'une extrême importance et pour de multiples usages. Le temps est venu de nous intéresser d'une façon concrète à ces problèmes.

L'innovation est la base du développement.

La biomasse forestière a des usages multiples et je partage les vues de ceux qui gagent sur le long terme par un calcul intelligent. Lorsqu'on est innovateur au départ comme M. Guay l'a été, on nous traite souvent de farfelu, mais le développement de l'humanité s'est fait de cette manière.

Il faut joindre les contributions de la connaissance à l'évolution des régions.

Celui qui, il y a dix ans, aurait prévu un colloque international sur les BRF à Val d'Irène, aurait certainement passé pour un farfelu. Je pense que vous avez aimé cette aventure et cette expérience, ce qui me semble être la seule façon de faire avancer nos collectivités. Il faut susciter la jonction entre les connaissances et les intervenants en faisant la part des différentes contributions.

En terminant, je vous remercie encore une fois de porter ce dossier avec autant de passion.

ACRONYMES

- ACDI:** Agence Canadienne de Développement International
- BRF:** Bois Raméal Fragmenté
- BT:** *Bacillus thuringensis*
- CAAF:** Contrat d'Approvisionnement et d'Aménagement Forestier
- CEGEP:** Collège d'Enseignement Général et Professionnel
- CRDI:** Centre de Recherche en Développement International
- CTL:** Conservation des Terreroirs du Littoral
- FAO:** Food and Agriculture Organization.
- FER:** Forêt d'Enseignement et de Recherche.
- MRC:** Municipalité Régionale de Comté
- SDM:** Service de Développement Matapédien
- SERV:** Service d'Exploitation de la Vallée
- UPA:** Union des Producteurs Agricoles
- UQAR:** Université du Québec à Rimouski
- USA:** United States of America
-

Les participants au colloque

M. Louis Baby
77, route 204 ouest
Saint-Camille (Bellechasse) GOR 2S0
QUÉBEC

M. Bady Badibanga
École des Sciences Forestières
Université de Moncton
165. boul. Hébert
Edmundston E3V 2S8
New-Brunswick
Canada

Mme Chantal Beauchamp
Département des Sols
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC

M. Jean-Marie Bélanger
1438, boul. Ducharme
LaTuque G9X 3N8
QUÉBEC

M. Réginald Belzile
28, 7^{ème} avenue
Rimouski-Est
Rimouski G5L 2M5
QUÉBEC

M. André Bernier
Les Composts du Québec Inc.
415, chemin Plaisance
B.P. 448
Saint-Henri GOR 3E0
QUÉBEC

M. Denis Bernier
Société d'Exploitation des Ressources des Monts
834, ave. du Phare Est
Matane G4W 1B1
QUÉBEC

M. Jean-Claude Bérubé
890 route 132 ouest
Amqui G0J 1B0
QUÉBEC

M. Pascal Billard
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
357, 2^{ème} rue Est
LaSarre J9Z 2H8
QUÉBEC

M. Georges Blais
Ministère des Forêts
100, rue Laviolette
Trois-Rivières G9A 5S9
QUÉBEC

Mgr. Bertrand Blanchet
Évêché de Rimouski
34, rue de l'Évêché
Rimouski G5Z 4H9
QUÉBEC

M. Raymond Bonin
Service d'Extension en Foresterie
B.P. 878
Causapscal G0J 1J0
QUÉBEC

M. Denis Bordeleau
CADAC«Maria Chapdelaine»
1030, boul. Vézina
Dolbeau G8L 3K9
QUÉBEC

M^{me} Josette Bouchard
1127, du Pasteur
Saint-Jean-Chrysostome G6Z 3A9
QUÉBEC

M. Luc Boucher
Pépinière de Grandes-Piles
Ministère des Forêts du Québec
210, boul. Ducharme
Grandes-Piles G0X 1H0
QUÉBEC

M. Michel Boudoux
cabinet du Directeur Scientifique
Centre de Foresterie des Laurentides
1055, rue du PEPS
C.P. 3800
Sainte-Foy G1V 4C7
QUÉBEC

Mme Nathalie Bourrelle
5423, avenue de Lorimier
app. #100
Montréal H2H 2C3
QUÉBEC

M. Robert Boutin
Centre Forestier des Laurentides
B.P. 3800
1055, rue du PEPS
Sainte-Foy G1V 4C7
QUÉBEC

Mme Marie-Claude Brisson
Hydro-Québec
5ième étage
1010, rue Sainte-Catherine est
Montréal H2L 2G3
QUÉBEC

M. Guy Bussière
Fculté de Foresterie
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC

M. Claude Camiré
Département des Sciences Forestières
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC

M. Francis Caron
3240, chemin de la Gare
app. 306
Sainte-Foy G1W 3D7
QUÉBEC

M. Jean Cornelis
Comité Jean Pain
Avenue Princesse Élisabeth, 18
1030 Bruxelles
BELGIQUE

M. Raynald Côté
Ministère des Forêts
930, chemin Sainte-Foy
Québec G1R 4X6
QUÉBEC

M. Yvan Côté
Les Aménagements Forestiers Sainte-Paule
279, de la Coulée Carrier
Sainte-Paule G0J 3G0
QUÉBEC

M. André Couillard
65, du Fleuve
Beaumont GOR 1C0
QUÉBEC

M. Guy Croteau
Ministère des Forêts
(SPIM)
930, chemin Sainte-Foy
4^{ème} étage
Québec G1S 4X5
QUÉBEC

M. Alain Cuerrier
Ministère des Forêts
2700, rue Einstein
Sainte-Foy G1P 2W8
QUÉBEC

Mme France Delisle
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
2^{ème} étage
Sainte-Foy G1V 4H2
QUÉBEC

M. Jacques Desjardins
Ville d'Amqui
20, de l'Hôtel de Ville
Amqui G0J 1B0
QUÉBEC

M. Maurice Desjardins
Ministère des Forêts
742, 11^{ème} avenue ouest
Amos J9T 1X9
QUÉBEC

M. Marc-André Dionne
cabinet du Recteur
Université du Québec à Rimouski
300, allée des Ursulines
B.P. 3300
Rimouski G5L 3A1
QUÉBEC

M. Louis Drainville
Terre-Eau Enrg.
250, rang 4 ouest
Mont-Joli G5H 3K6
QUÉBEC

Mme Johanne Dubé
Ferme Eugénia Enr.
BP 1287
Le Bic GOL 3J0
QUÉBEC

M. Mario Dumais
5ième rang
Saint-Vianney GOJ 3J0
QUÉBEC

M. Joge Fontecilla
Agri-Service
616, Saint-Rédempteur
Matane G4W 1L1
QUÉBEC

M. Jean-Marie Fortin
Ministère des Forêts
2700, rue Einstein
Saint-Foy G1P 3W8
QUÉBEC

M. Valentin Furlan
Agriculture Canada
2560, boul. Hochelaga
Sainte-Foy G1V 2J3
QUÉBEC

M. Francis Gagné
Ministère des Forêts
320, boul. Saint-Germain est
Rimouski G5L 1C2
QUÉBEC

M. Francis Gagnon
Ministère des Forêts
60, 11ère avenue ouest
B.P. 727
Sainte-Anne-des-Monts G0E 2G0
QUÉBEC

M. Rémi Gauthier
1446, rue Saint-Victor
Ancienne-Lorette G2E 3J9
QUÉBEC

M. Normand Gendron
Ministère des Forêts
186, rue Fraser
Rivière-du-Loup G5R 1C8
QUÉBEC

M. R. Edgar Guay
1230, ave. Chanoine Morel
Sillery G1S 4A9
QUÉBEC

Mme Réjeanne Guénard
930, rue Centrale
Saint-Vianney G0J 3J0
QUÉBEC

Mme Louise Innes
Ministère des Forêts
(SPIM)
1283, boul. Charest ouest
Québec G1N 2C9
QUÉBEC

Mme Jussiant-Koeune
H.E.C. Saint-Louis
P.A. boul. Général Wahis 22-24
B.P. 8
B-1030 Bruxelles
BELGIQUE

M. Louis-Marie Jutras
1120, 9^{ième} rang
Sainte-Brigitte-des-Saules JOC 1E0
QUÉBEC

M. Normand Lafrenière
cabinet du Directeur
Centre de Foresterie des Laurentides
1055, rue du PEPS
C.P. 3800
Sainte-Foy G1V 4C7
QUÉBEC

M. Jean Lalancette
Ministère des Forêts
Pépinière de Trécesson
B.P. 368
Amos J9T 3A7
QUÉBEC

M. Aubin Lamarre
Société d'exploitation des Ressources de la Vallée
B.P. 278
Lac-au-Saumon G0J 1M0
QUÉBEC

M. R. Alban Lapointe
5504, du Menuet
Charny G6X 2Z1
QUÉBEC

M. Louis Larochelle
651, 6^{ième} rang
Saint-Lazare G0R 3J0
QUÉBEC

M. Yves Lauzon
Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation
867, boul. de l'Ange Gardien
L'Assomption J0K 1G0
QUÉBEC

M. Gérard Leduc
1420, rang Saint-Simon
Sainte-Madeleine J0H 1S0
QUÉBEC

M. Jean-Pierre Lefebvre
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
3^{ième} étage
Sainte-Foy G1V 4H2
QUÉBEC

M. Gilles Lemieux
Département des Sciences Forestières
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC

M. Gérald L'Italien
Bureau 259
Hôtel du Parlement
Québec G1A 1A4
QUÉBEC

M. Jean-Marc Litalien
Ministère des Forêts
B.P. 99 Caplan
Bonaventure G0C 1H0
QUÉBEC

M. Serge Malenfant
5, rue des Blés
Amqui G0J 1B0
QUÉBEC

Mme Édith Marcheterre
2122, rue de Châteauguay
Montréal H3K 1K6
QUÉBEC

M. Benoît Michaud
Ressource Forestière Biotique
7573, chemin Montauban
Saint-Damien
Brandon J0K 2E0
QUÉBEC

Mme Lucie Michaud
FORAMEC
70, rue Saint-Paul
Québec G1K 3V9
QUÉBEC

M. Marcel Michaud
Ministères de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
337, rue Moreault
Rimouski G5L 1P4
QUÉBEC

M. Roger Molloy
Ministère des Forêts
34, boul. Perron ouest
Caplan G0C 1H0
QUÉBEC

M. Roger Nadeau
CFRE du Moyen Nord Inc.
1209, boul. Sacré-Coeur
6ième étage
Saint-Félicien G8K 2P8
QUÉBEC

M. Fernand Pagé
Service de la Recherche
Ministères de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
2700, rue Einstein
Sainte-Foy G1P 3W8
QUÉBEC

M. Jean-Marc Paquet
865, route 132 ouest
Amqui G0J 1B0
QUÉBEC

M. Denis Paquin
271 rue Beaulieu
Causapscal G0J 1J0
QUÉBEC

M. Jean Pelletier
1280, rue du Phare
Pointe-au-Père G5L 8X7
QUÉBEC

M^{me} Danielle Pelletier
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
1^{er} étage
Sainte-Foy G1V 4H2
QUÉBEC

M. Guy Pelletier
2971, Larochelle
Sainte-Foy G1W 2B3
QUÉBEC

M. Guy Perreault
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
42, Mgr Rhéaume est
Rouyn-Noranda J9X 5E4
QUÉBEC

M. Patrice Perreault
1127, du Pasteur
Saint-Jean-Chrysostome G6Z 3A9
QUÉBEC

M. Denis Petitgrew
Département des Sciences Forestières
Université Laval
Québec G1K 7P4
QUÉBEC

M. Gaëtan Pineau
Débardage de la Vallée Inc
B.P. 44
Sainte-Florence G0J 2M0
QUÉBEC

M. Guy Potvin
B.P. 100
Luceville G0K 1E0
QUÉBEC

M. Francois Quirion
Forêt Canada
212, rue Belzile
3ième étage
Rimouski G5L 3C3
QUÉBEC

Mme Lise Rivard
COPEM
B.P. 2139
Amqui G0J 1B0
QUÉBEC

Mme Michelle Rajotte
1120, 9ième rang
Sainte-Brigitte-des-Saules J0C 1E0
QUÉBEC

M. Gaëtan Ruest
COPEM
B.P. 2139
Amqui G0J 1B0
QUÉBEC

M. Damien Saint-Amand
CEGEP de Rimouski
60, rue de l'Évêché ouest
Rimouski G5L 4H6
QUÉBEC

Mme Angèle Saint-Yves
cabinet de la Directrice
Station de Recherche
Agriculture Canada
2560, boul. Hochelaga
Sainte-Foy G1V 2J3
QUÉBEC

M. Mamadou Amadou Seck
Département de Génie Chimique et Appliqué
École Nationale Supérieure Universitaire de Technologie
Université Cheikh Anto Diop
B.P. 5085
Dakar-Fann
SÉNÉGAL

Mme Édith Smeesters
1825, de la Duchesse
Saint-Bruno J3V 3M1
QUÉBEC

Mme France Talbot
Ministère des Forêts
Pépinière de Trécesson
B.P. 368
Amos J9T 3A7
QUÉBEC

Mme Marie-Louise Tardif
Énergie, Mines et Ressources Canada
580, rue Booth
7ième étage
Ottawa K1A 0E4
Ontario
Canada

M. Jean-Pierre Tétreault
Service des techniques d'intervention forestière
Ministère des Forêts
930, chemin Ste-Foy
5ième étage
Québec G1S 4X5
QUÉBEC

M. François Toutain
Centre National de la Recherche Scientifique
Centre de pédologie biologique
17, rue Notre-Dame-des-Pauvres
B.P. 5
54501 Vandoeuvre-lès-Nancy
FRANCE

M. Jean Tremblay
Ministère des Forêts
Pépinière de Normandin
134, rang 3
Normandin G0W 2E0
QUÉBEC

Mme Johanne Tremblay
651, 6ième rang est
Saint-Lazare G0R 3J0
QUÉBEC

M. Marc-André Villeneuve
2122, rue de Châteauguay
Montréal H3K 1K6
QUÉBEC

M. Jean-Marie Wauthy
Agriculture Canada
1468, Saint-Cyrille
Normandin GOW 2E0
QUÉBEC

REMERCIEMENTS

En terminant, nous nous devons d'adresser nos remerciements aux organismes qui ont contribué au financement et à l'organisation de ce colloque. Nos premiers remerciements vont au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Technologie, ainsi qu'au ministre des Forêts M. Albert Côté. L'Agence canadienne de développement internationale (ACDI) a apporté sa contribution en finançant la venue du Dr Seck de l'Université de Dakar. Les Composts du Québec de Saint-Henri ont apporté leur soutien financier.

L'organisation du colloque fut assurée par les organismes suivants, ce qui a sans doute contribué à son succès par la qualité leur implication. Le premier organisme est la TÉLÉVISION COMMUNAUTAIRE DE LA VALLÉE, particulièrement M^{mes} Martine Soucy et France Gingras, qui ont été de tous les instants et de toutes les initiatives, auxquelles s'ajoutent M^{me} Manon Lévesque et M. Jean-Pierre Vignola. Nos remerciements vont aussi au CENTRE MATAPÉDIEN DE FORMATION COLLÉGIALE (Amqui) qui a été au centre des préparatifs grâce au dévouement et à la perspicacité de M. Gaétan Roy, de même que M^{mes} Lisianne Desjardins, Danielle Caron et Nicole Barette. Nous remercions également M^{me} Andrée Deschênes et M. Georges Fontecilla d'Agri-Services (Matane), pour leur implication au volet agricole. Enfin, nous sommes redevable à M. Gaétan Ruest de la COPEM d'Amqui, pour avoir été à l'origine des activités et des projets sur les BRF dans la Vallée de la Matapédia.

La publication des actes de ce colloque a nécessité de nombreuses coopérations, tant pour les traductions que de l'impression et de la distribution. C'est grâce au Service des techniques d'intervention du ministère des Ressources naturelles, de la Direction de la conservation du patrimoine écologique du ministère de l'Environnement du Québec, à la Station de Recherche d'Agriculture Canada à Sainte-Foy, du Centre Forestier des Laurentides (Forêt-Canada), ainsi qu'à M. Roch Buteau des «Composts du Québec» de Saint-Henri, que nous avons pu réaliser la publication actuelle.

Enfin, nous ne pouvons passer sous silence l'excellent travail de Mme Maria Virjee, du Secrétariat d'État du Canada, pour l'excellence de la traduction des résumés en langue allemande. Nous remercions également le Dr Marcel Goulet pour son jugement. Notre appréciation va également à Mme Cisarina Rossi pour ses traductions en langue italienne. Il en va de même pour les traductions de M. Manuel Bandres en langue espagnole, ainsi que pour notre collègue Lionel Lachance en ce qui regarde la langue anglaise. Enfin, nos remerciements s'adressent à M. Antonio Braz pour ses traductions en langue portugaise, adaptées par notre ami le Dr Abilio Mendes Gaspar du ministère portugais de l'Agriculture.
