

# UNIVERSITÉ LAVAL

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

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

**Conférence présentée devant le corps professoral  
de l'Université du Québec à Trois-Rivières  
Module de Biologie**

*«La paysannerie et la biologie du  
sol: une équation environnementale»*

par le  
**Professeur Gilles Lemieux**

mars 1988

Publication n° 12

deuxième édition mars 2004

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

# UNIVERSITÉ LAVAL

**Faculté de Foresterie et de Géomatique  
Département des Sciences du Bois et de la Forêt  
Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux**

**Conférence présentée devant le corps professoral  
de l'université du Québec à Trois-Rivières  
Module de Biologie**

*<<La paysannerie et la biologie du sol :  
une équation environnementale*

par le

**Professeur Gilles Lemieux**

**mars 1988  
Publication n°12**

**deuxième édition mars 2004**

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

mars 1988  
deuxième édition mars 2004

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°12

courriel: [gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca](mailto:gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca)

FAX 418-656-5262

tel. 418-656-2131 poste 2837

ISBN 5-550-21343-2

## RÉSUMÉ

**L'opposition entre paysannerie et environnement indique bien un changement des valeurs souvent paradoxales. L'apport de la paysannerie à l'Économie dans le domaine forestier force des comparaisons entre la Scandinavie et le Québec dont les principaux thèmes développés sont les suivants :**

**Opposition paysannerie et environnement.  
Paradoxe et changement des valeurs.  
Le kitsch et le chambardement des valeurs.  
Importance de la forêt dans notre économie  
Exemple de la Scandinavie.  
L'apport de la paysannerie scandinave au capital.  
Une réflexion comparative nécessaire par rapport à l'Europe.  
Origine de la paysannerie québécoise.  
La féodalité et le capital.  
Sans État ni capital; le réganisme ecclésial et le patriarcat  
Les anciennes et les nouvelles féodalités.  
Le caractère unique du Québec : forêt et paysannerie.  
L'attachement à l'agriculture plutôt qu'à la terre.  
L'absence de « révolution » ou la féodalité industrielle.  
L'État et les grands féodaux Industriels.  
La forêt scandinave 4 fois plus productive.**

**Par la suite l'auteur regarde ce que sont les nouvelles valeurs biologiques et s'attache à décrire les travaux des dernières années sur les bois raméaux l'humus et les processus d'humification régis par la vie animale des sols. Les principaux thèmes sont les suivants:**

**Un regard sur de nouvelles valeurs. Les aspects biologiques de la productivité par rapport aux aspects chimiques. Les réalités ou les techniques..**

**Introduction au bois raméal.  
Un vide cognitif,  
L'expérience agricole et ses résultats.  
L'expérimentation forestière.  
Les données expérimentales.  
Le dispositif de 1983.  
Le dispositif de 1984.  
Le dispositif de 1985,  
Le dispositif de 1986.  
L'expérimentation sylvicole.  
Le dispositif de 1987.  
Un essai de compréhension des cycles biologiques.**

**Les brevets d'invention accordés par les gouvernements canadien et américain.**

**«Sylvagraire», «Sylvalsol» et «Sylvhumique»**

**Observations et mesures expérimentales 1983.**

- a) une mauvaise humification**
- b) disparition des Invasculaires.**
- c) vasculaires fortement stimulées.**
- d) augmentation de 0,54 du pH.**
- e) Semis naturels d'essences forestières.**
- f) Une relation entre la qualité du milieu de provenance des BRF et la végétation induite.**

**Hypothèse du dépérissement de la forêt d'origine biologique.**

**Les relations écologiques entre BRF et litière de peuplements établis.**

**L'effet gibbérelline.**

**La fragmentation de peuplements**

**Les hypothèses de travail :**

- a) Diminution des risques d'incendie.**
- b) Protection du sol en place contre la dégradation.**
- c) Cyclage des nutriments de la ramure.**
- d) Réduire la longueur des cycles de reconstruction des peuplements.**
- e) Les phénomènes biologiques observés.**

**Les mécanismes fondamentaux,**

**Un «système digestif» ouvert, Le rôle de le pédofaune.**

**Accumulation des preuves.**

**Les hypothèses physiques, physico-chimiques et chimiques.**

**Structure et rôle de l'humus**

- 1) Couleur et mélanisation.**
- 2) Caractéristiques physiques et chimiques,**
- 3) Formation et rôle pédogénétique.**
- 4) Propriétés physico-chimiques et influence sur le pH.**
- 5) Capacité d'échange et gestion trophique.**
- 6) Un rôle physiologique para hormonal**
- 7) Une mesure incidente de l'humus.**

**Un outil biologique et scientifique fondamental.**

**Assure la régulation et le cyclage des nutriments.**

**Manque de techniques de mesure de l'humus.**

**Propriétés écologiques spécifiques de l'humus.**

**L'humification: processus sans pertes d'énergie.**

**Le processus d'humification fondamental dans le contrôle de  
l'environnement.**

**Une ouverture vers le contrôle de la fertilité en sols tropicaux.**

**L'auteur termine par quelques jugements de valeur sur la forêt québécoise et ses relations avec l'agriculture. Il propose que le cycle de la féodalité soit brisé par la remise de la forêt entre les mains de producteurs sylviculteurs sur la base de grandes propriétés forestières au Sud du 50<sup>e</sup> parallèle dans le cadre de la cellule familiale. Il nous faut créer une nouvelle paysannerie technocratique. Il termine par le rôle vacillant que joue l'Université dans le débat social actuel.**

## LA PAYSANNERIE ET LA BIOLOGIE DU SOL : UNE ÉQUATION ENVIRONNEMENTALE.

Texte présenté en conférence à l'Université du Québec à Trois-Rivières le jeudi 31  
mars 1988

Gilles Lemieux  
Professeur au département  
des Sciences Forestières  
UNIVERSITÉ LAVAL.

La réalité québécoise est insolite *et* paradoxale dans cette fin du XX<sup>e</sup> siècle. Elle est à la fois une société fermée sur elle-même et ouverte sur le monde, croyant et agnostique, urbaine, de souches et de traditions paysannes, de mentalité nord-américaine par son pragmatisme, mais de langue européenne latine etc. C'est ce côté paradoxal de notre position dans le temps et l'espace et du décrochage de la réalité qui est la nôtre. A dessein, nous avons mis en opposition **paysannerie** et **environnement**, deux termes issus de temps et de milieux différents, illustrant assez bien notre déchirement vis-à-vis la réalité.

C'est sous l'angle du paradoxe que nous traiterons ici toute la question forestière dans notre société industrielle, unique en son genre et dont personne ne fait mine de s'apercevoir, si ce n'est que pour se flatter collectivement tout en se congratulant. Des valeurs théocratiques et médiévales entretenues tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle, pour des raisons sociales évidentes, nous sommes passés au XXI<sup>e</sup> siècle avec des valeurs individuelles exacerbées, touchant dans certaines circonstances, au nihilisme et à l'absurde. La crise démographique actuelle est un des aspects les plus pernicieux de ce chambardement des valeurs,

A la suite des évolutions technologiques, malgré tous nos efforts, nous ne voyons pas encore poindre les nouvelles valeurs fondamentales. Au contraire, nous vogueons dans l'absurde le plus total avec des horizons uniquement économiques, artificiels et tous autres types de valeurs « faciales » dont la somme s'appelle d'un joli mot d'origine germanique, le **kitsch**. Il est des plus influents, puisque nous l'avons associé à l'égalitarisme le plus total. A ce chapitre, le comportement des grandes institutions, comme les universités, nous en donnent des exemples sublimes. Pour éviter de prononcer ce mot, nous lui avons donné un équivalent : **démocratie**.

Dans une petite société comme la nôtre, les tensions sont très grandes, bien que la richesse de nos traditions, de notre culture, et du pays en atténuent la morbidité. Le rejet de la possession du sol et la chute de la natalité, deux nouvelles valeurs « urbaines » sont de loin les plus antagonisantes de toutes. L'une des plus grandes absurdités de notre société tient dans le fait que le pouvoir, détenu dans les grandes concentrations urbaines, n'a d'égards que pour lui-même. Ainsi, trop peu de personnes se soucient de la production de l'immense forêt québécoise, sauf pour en récolter le bois, malgré le fait que la forêt québécoise soit, de loin, le plus grand fournisseur de capitaux : près du tiers du PNB.

Toutes les autres industries québécoises font mine de lilliputiens à cet égard. Nous pensons que ce divorce entre la perception qu'ont les Québécois de la ressource forestière et la réalité économique est un drame national qui a le consentement général. Il semble que, d'un consensus commun, tous les efforts se conjuguent pour exporter vers les cinq continents, tous les capitaux que nous générons, rendant très difficiles les investissements dans notre propre industrie d'exploitation ou de transformation comme les pâtes et papiers, les panneaux de particules, etc..

Un bref regard vers l'Europe nous permet de constater que les pays scandinaves, dans des conditions écologiques, stratégiques et économiques près des nôtres, se sont insérés techniquement et scientifiquement dans l'économie Industrielle mondiale grâce au capital généré par la forêt alliée à celui de leurs réserves de minerais de fer. C'est ainsi que les Suédois deviennent les maîtres incontestés des aciers fins dans le monde, puis se positionnent bien sur le marché de l'automobile, du camion et de la machinerie lourde. Ils contrôlent maintenant une large part du marché des tronçonneuses et de l'équipement de scierie à travers le monde tandis que les Finlandais, associés aux Suédois, sont de plus en plus concurrentiels sur le marché québécois dans le domaine de la machinerie d'exploitation forestière.

Si nous retournons au modèle scandinave, mainte et mainte fois cité en exemple au cours de dernières années, c'est que peu de personnes avaient réfléchi sur la question et prenaient les Scandinaves pour plus « intelligents » que nous, ce qui me semble faux à tous les égards. Il me semble, avant tout, que la paysannerie est à la base du miracle scandinave, le mode de tenure du sol avec la possession de la forêt par les producteurs eux-mêmes. L'influence des religions protestantes, plus tolérantes à l'égard de l'argent et des prêts à intérêt, ont également eu une influence considérable. A ces facteurs internes, il faut souligner la position de la Scandinavie par rapport à l'Europe industrielle, la demande d'aciers spéciaux pour le développement de l'industrie, la possibilité d'utiliser le bois comme source de carbone et d'énergie dans la transformation du fer, ainsi que la migration, vers les USA, d'une grande partie de la population paysanne vers les vastes contrées du Midwest américain.

Sans prolonger davantage cette question, je souhaite très vivement que plusieurs réfléchissent sur les parallèles entre notre situation, celle de notre monde nord-américain puis la société scandinave et son monde européen, en prenant pour acquis que la Russie, dans des conditions analogues n'a rien fait qui vaille. Sommes-nous stupides, ou géniaux? Néanmoins, la société québécoise est tributaire de l'industrie forestière à un point tel, qu'elle croît de son devoir de l'éloigner pour ne pas s'y identifier et, de ce fait, pouvoir s'inscrire au club des «happy few» de la société industrielle occidentale. Mais au fait, pourquoi sommes nous si marqués par la question forestière à tous les points de vue ? Pourquoi n'avons nous pas développé une industrie forte et puissante à partir de cette source de capital ? Nous pourrions poser encore des centaines de questions de cet ordre, mais je vous laisse les remarques posées à partir de la Scandinavie et de sa réaction à l'industrialisation. Pour l'instant, je vais m'attarder à ce que je crois être les questions de fond et qui ont un impact sur la société, la ressource, l'innovation, et l'angoisse provoquée par la détérioration environnementale.

La situation très particulière, dans laquelle nous sommes, exige un retour en arrière pour en démonter la mécanique socio-culturelle unique en son genre, à laquelle il faudra ajouter quelques composantes géographiques. C'est dans la dernière moitié du XVII<sup>e</sup> et la première du XVIII<sup>e</sup> siècle que la majorité des habitants de ce pays arrivèrent, à une époque où la population paysanne était la plus nombreuse en France. Il est évident maintenant que c'est la paysannerie du XVIII<sup>e</sup> siècle qui a laissé son empreinte sur toute la vie rurale qui nous a caractérisés.

Ce sont ces caractères paysans fortement ancrés dans la culture qui sont à la base de notre comportement actuel puisque collectivement, nous ne sommes des urbains que depuis 50 ans.. A ce caractère paysan, il faut ajouter une tendance très forte à l'égalitarisme qui me semble découler directement du régalisme de l'époque de la colonisation. En fait le système seigneurial, qui fut un retour au Moyen Age, a largement contribué à renforcer ce patriarcat, la perception régaliste de l'État. A l'inverse la Réforme, par son action iconoclaste, avait contribué à assouplir la hiérarchie et permettre un accès plus élargi au capital. L'exemple de la Suisse, dans son approche au capital, est tout à fait significative ; en l'absence de ressources abondantes et variées, la Suisse s'est propulsée vers l'avant par la technique fine et son inventivité proverbiale.

Retournons au Québec où la terre et les ressources sont abondantes et où, après la conquête, il ne reste que la famille et l'Église, l'État et le capital s'étant volatilisés en moins de deux. Il ne reste donc que le patriarcat familial et le patriarcat ecclésial, copie conforme du régalisme médiéval. Dans une telle ambiance, sans technique, sans capital et sans État, c'est vers la féodalité que la nation toute entière se dirigea. Des seigneurs, le pouvoir échoit aux curés dès l'arrivée des grands empires issus de la concoction technique-capital.

Ainsi l'attachement à la terre, trait propre à toutes les sociétés paysannes, la puissance de la cellule familiale, les grands féodaux ecclésiastiques, dont la puissance sera incontestée jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, l'abondance de la ressource forestière et la piètre qualité du domaine agricole, ont forcé la transformation de la paysannerie en main-d'œuvre industrielle, perpétuant ainsi une industrie forestière de récolte tout en laissant l'illusion de la possession de la terre à tout un monde qui n'en pouvait vivre. Ainsi, de la vraie féodalité médiévale, nous sommes parvenus à la monarchie de droit divin sous les rois de France, pour retourner à une féodalité artificielle d'origine ecclésiale pour finalement cantonner la forêt québécoise dans la féodalité tantôt industrielle, tantôt étatique que nous connaissons depuis plusieurs lustres.

Plus que tous les autres pays occidentaux, le Québec, à l'instar de la Colombie Britannique, dépend de la ressource forestière comme base de son économie. Cependant, il en diffère par une caractéristique unique mais de taille, un secteur agricole et une paysannerie. Peu de personnes portent attention à ce trait fondamental de notre société, et ses implications économiques. Il nous semble évident que, depuis près d'un siècle, tous nos efforts consistent à nous défaire de cette caractéristique fondamentale. Nous sommes omnubilés par le modèle américain, tout comme le sont maintenant les Européens, qui y ont sacrifié leurs paysanneries respectives à un coût économique si grand, qu'il nous semble invraisemblable.

À première vue, il est étonnant de constater que la paysannerie ne se soit pas approprié ce vaste domaine qu'est la forêt québécoise. Au contraire, le modèle médiéval de la grande forêt germanique, hostile avec ses légendes, ses loups, et la dure vie des charbonniers, refait surface dans la même mesure où la forêt ne produit pas ce qui est essentiel à la vie ; le pain de tous les jours. Le paysan, étant autarcique par définition en milieu forestier, est plus vulnérable que jamais. Au Québec, le paysan reste attaché à la terre qui le nourrit. Malgré la révolution du capital et de la technologie, il reste fermement attaché à sa terre et ses produits, dont la famille est de loin le plus précieux.

Comme toute révolution est le fruit de l'homme, au Québec elle n'aura pas lieu à cause de la précarité de la productivité et du féodalisme industriel apportés par la très grande industrie, tout à fait étrangère à la culture paysanne, supportée par le féodalisme ecclésial dans sa quête de soumission. L'apparition du grand capital nous a amené à délaisser la possession du sol forestier, de sa productivité, et de l'innovation nécessaire à la compétition comme but collectif à atteindre. C'est ainsi qu'en 1988, nous avons une immense industrie forestière considérée comme secteur mou de l'économie, induisant la majorité de nos capitaux, mais entièrement définie par le marché intérieur américain dans le domaine du « Newsprint » ou du sciage.

Délaissions maintenant les grandes fresques socio-économiques pour nous attarder à la situation actuelle en prenant comme dénominateur la propriété du sol et le rôle fondamental de la paysannerie, par opposition au rôle joué par **l'État Propriétaire**. L'importance de l'industrie de transformation des produits forestiers et des capitaux nécessaires ont assimilé très tôt le bois à un produit minier quelconque. Cet état de fait a été amplifié par le fait que la matière ligneuse est cueillie au même titre que le minéral de fer ou de titane, avec comme prime, la certitude que le produit se régénérera sans frais. Je suis convaincu que, pour la majorité des grands industriels, c'est le mouvement perpétuel de la prospérité qui n'a qu'un seul défaut, celui d'être plus lent que les cycles économiques. J'en veux comme preuve la naïveté avec laquelle l'État, appuyé par la horde des économistes, investit dans des plantations d'épinettes noires à travers tout le territoire.

Ce que nous savons très bien maintenant, c'est que la forêt scandinave, possédée par des producteurs paysans, produit quatre fois plus de bois à l'unité de surface que la forêt québécoise et avec un prix de trois à quatre fois supérieur du mètre cube débardé pour un prix à la tonne de papier d'environ 10,00\$ US de moins à l'usine. Je pense qu'il nous faut collectivement **chercher l'erreur**. Il est très difficile de comprendre et d'analyser froidement les mécanismes qui font que notre société, en cette fin du XX<sup>e</sup> siècle avec un tel potentiel fondamental, soit aussi dépourvue économiquement et techniquement que nous le sommes. Pourquoi prenons-nous la proie pour l'ombre? Pourquoi n'investissons-nous pas dans la compréhension des systèmes forestiers productifs avec une logique d'exploitation basée sur des données biologiques, et non pas sur des considérations économiques à la petite semaine, dérivées de données de base chimiques, d'origine agricole?

Ainsi observons-nous depuis plusieurs années, les domaines forestier et agricole du point de vue de la connaissance des rendements par rapport à la qualité biologique des sols. Nous sommes fort étonnés de ce que la littérature scientifique nous apprend très peu de

choses si ce n'est souvent qu'une série de lieux communs basés sur la chimie minérale ou organique de même que tout ce que nous connaissons de la physique et de la physico-chimie, mais à peu près rien sur la biologie de la transformation de « mauvais » produits en « bons » produits. dans *ce domaine*, nous en sommes encore au Moyen Age, où tous les moyens techniques sont mis en oeuvre pour augmenter les profits (« bon ») et éliminer au moindre coût ce qui réduit les profits (« mauvais »). Alors que la science fait des bonds prodigieux, nous en sommes encore à regarder "les bibittes du sol" et à chercher des moyens chimiques pour les éliminer. Voilà une dialectique que nous avons *de la* difficulté à saisir. Comment acceptons-nous des raisonnements aussi simplistes que ceux qui veulent que le sol soit uniquement un support aux éléments chimiques servant de nourriture aux plantes? Comment en arrivons-nous encore à croire que le sol soit très productif si on lui donne toutes les saletés de la création depuis les fumiers en passant par toutes les eaux d'égouts possibles? Est-il possible que nous croyons encore que toute la panoplie des produits chimiques de notre industrie soit ce qu'il y a de plus rentable en agriculture ?

C'est en 1982 que nous nous sommes intéressés au cyclage biologique des bois de petite dimension à la suite des essais faits en agriculture par **Guay, Lachance et Lapointe (1981)**. Nous savions, par l'expérience et par la littérature que l'application au sol de résidus de bois tels les sciures, planures, écorces etc., avaient des effets délétères sur la croissance, la disponibilité de l'azote, provoquant la baisse du pH, l'envahissement par différents champignons etc. C'est cette antinomie entre l'utilisation du bois de tronc connu comme délétère et le bois de rameau que nous avons coiffé, par la suite, du nom de «bois raméal» agent des effets bénéfiques qui attira notre attention.

A notre grand étonnement, nous nous sommes frappés à une absence de connaissances tant dans la littérature scientifique que chez les hommes de science eux-mêmes, tant ici qu'à l'étranger. Cela confirmait bien notre impression en faisant un premier relevé de la littérature. Nous n'avons pu retracer de définition du bois de tige convenable et encore bien moins du bois des rameaux. En 1986, nous en faisons une description comparative en qualifiant le bois de tronc de « bois caulinaire » et dont le C/N est caractéristique par rapport au « bois raméal » dont le contenu en protéines et le C/N nettement plus bas le caractérise également très bien.

L'application de 150 m<sup>3</sup>/ha de bois raméal réduit à l'état de copeaux de quelques centimètres de longueur, fournis par Hydro-Québec, sur lesquels on épand 40 000 litres/ha de lisier de porc, le tout incorporé aux 10 premiers centimètres du sol par hersage, donna, sur des sols agricoles dégradés, des résultats aussi spectaculaires qu'inattendus dont voici la liste:

- a) Disparition des odeurs caractéristiques des lisiers en moins de deux heures.
- b) « Digestion » à près de 90 % de tout le bois raméal après 70 jours.
- c) Mélanisation complète du sol traité par rapport au témoin après un an.
- d) Début de structuration du sol sous la forme de grumeaux après un an.
- e) Augmentation du double du taux de matière organique par rapport au témoin.
- f) Augmentation du pH d'une unité après un an par rapport au témoin.

- g) Augmentation de 50% du rendement chez la pomme de terre et disparition

- presque totale du doryphore.
- h) Augmentation de 50% de rendement dans les cultures d'avoine.
  - i) Augmentation de 200% la première année et de 300% la seconde chez les fraisiers.
  - j) Suppression totale des attaques de pucerons chez les fraisiers.
  - k) Réduction notable des pertes par le gel hivernal des fraisiers.
  - l) Augmentation de 25% des rendements en maïs-grain.
  - m) Persistance des effets notables encore 7 années après le traitement en particulier pour ce qui est de l'avoine.

Voilà un ensemble de résultats qui nous laisse pantois. Des augmentations de rendements et d'état sanitaire sans application supplémentaire de fertilisant, voire même dans des cas subséquents, des diminutions et des suppressions d'engrais avec le maintien des rendements initiaux. Dois-je souligner ici l'incrédulité soulevée par ces résultats chez nos collègues agronomes et les quolibets dont nous sommes toujours l'objet. Il faut noter cependant que, mises à part les gouailleries et les épithètes, personne n'a soulevé l'ombre d'une réponse sur les mécanismes en cause, tant du côté forestier que du côté agricole. Il faut bien avouer que la question est de taille,

En 1983, soit 5 années après le début des travaux de **Guay, Lachance et Lapointe**, nous n'avions trouvé qu'une seule analogie à ce type de réaction de la végétation soit l'importance des récoltes obtenues les premières années après le défrichement de la forêt. Nous avons donc qualifié l'effet obtenu d'« **effet de terre neuve** ». Toutefois, il nous semblait, à l'époque, difficile de saisir l'effet provoqué par le bois raméal de telle ou telle espèce, ne connaissant que les effets synergiques de plusieurs espèces appliquées au sol en même temps. D'autre part, nous ne connaissions pas l'effet que peut avoir la période de prélèvement de ces BRF sur la végétation lors de la transformation. Étions-nous en présence d'un nouveau type de fertilisant ? Était-ce un amendement et, dans ce cas, comment pouvait-il remonter le pH de façon aussi significative sans la présence massive d'alcalins ou d'alcalino-terreux ? Comment peut-on expliquer ce début de structuration du sol ? Quelle est donc la signification de la mélanisation et de sa persistance dans le temps, dans des proportions qui nous semblent analogues à celles du maintien des rendements ?

C'est au printemps 1983 que nous entreprîmes une série d'expériences qui sont loin d'être terminées, mais dont la première phase se terminera en 1988 avec une évaluation des résultats à l'étape de la cinquième année. Nous avons choisi d'appliquer au sol des BRF de 25 essences forestières, prélevées dans des milieux bien définis depuis l'extrême sud du Québec jusqu'à la région québécoise elle-même et d'en faire des parcelles de quelques mètres carrés, où il serait possible d'observer les changements induits presque quotidiennement. Étant donné l'importance probable des conditions physiologiques des rameaux en fonction du temps de récolte nous avons choisi pour cette première expérience, de prélever les rameaux en pleine frondaison et floraison, juste avant la période de croissance active qui suit. Grâce à la compréhension et à l'aide de notre collègue, le Dr Marcel Goulet, il fut possible d'établir un dispositif expérimental sur un site du domaine familial, déboisé en 1940, mais qui, en 1983, était encore presque stérile n'était-ce la présence de quelques polytrics.

Comme nous voulions évaluer ces essences forestières dans des conditions semblables aux conditions agricoles, mais en milieu forestier, nous avons choisi d'incorporer 10cm de BRF de chaque essence avec les premiers centimètres du sol. Afin d'évaluer les effets de ce "mélange" BRF-sol, avec un minimum de perturbation, c'est en mesurant la venue spontanée de différentes espèces de plantes supérieures et du nombre d'individus de chacune, que nous avons résolu de procéder. Toutefois, comme les aspects trophiques de l'application des BRF au sol sont très importants dans les conditions agricoles, nous en avons conclu que la mesure du pH, après deux ou trois ans, pourrait donner des indications sur l'évolution des paramètres physico-chimiques du sol.

À l'été 1984, nous avons augmenté le nombre de nos parcelles de notre premier dispositif expérimental en y ajoutant 30 essences, pour la plupart doublent celles de 1983, mais systématiquement avec deux parcelles pour chacune l'une scarifiée, donc mélangeant les BRF avec le sol, et la seconde non scarifiée, où les BRF sont disposés comme la litière en milieu forestier. Ici les prélèvements de rameaux se font en pleine saison de croissance, c'est-à-dire entre la fin du mois de juin et la première quinzaine du mois d'août, pour les mêmes raisons qu'exprimées plus haut.

Au printemps 1985, nous entreprenons une autre série d'expériences à long terme, mais cette fois, directement dans le milieu forestier, particulièrement dans l'érablière, le peuplement climacique de la région. Si nous nous intéressons à l'érablière, c'est que, pour la première fois, nous la constatons marquée par le syndrome des précipitations acides. Dans un premier temps, nous installons, sur la litière de l'érablière, 23 parcelles de quelques mètres carrés avec 10cm de BRF chacune. Dans un second temps, nous fragmentons 30 tonnes d'aulne (*Alnus rugosa*), que nous épandons sur un hectare d'érablière où l'épaisseur de la litière a beaucoup augmenté et où la chute des feuilles est beaucoup plus précoce que la normale. Les BRF ont été récoltés dans les mêmes conditions qu'au printemps 1983.

En 1986, nous établissons un troisième dispositif expérimental, cette fois constitué de placettes dont les BRF ont été récoltés en pleine période de dormance, soit entre novembre 1986 et février 1987. Dans ce cas, la fragmentation ne se fera qu'au printemps alors que pour les dispositifs précédents, la fragmentation avait lieu en même temps que la récolte et suivie immédiatement de l'épandage. Nous croyons toujours que ces dispositions sont très importantes dans le déroulement ultérieur de la transformation des BRF. Cette fois-ci, le dispositif est établi dans une vieille prairie abandonnée en 1952 mais qui, après 35 ans, n'a pas su retourner à la forêt.

C'est également en 1986 que nous entreprenons nos premiers grands travaux d'intervention sylvicoles par la fragmentation sur place de jeunes peuplements par ailleurs destinés au brûlage. Ces travaux ont été faits dans le cadre de la maîtrise de M. Jean Dunnigen avec le concours du Prof. Maranda et avec une subvention du Service Canadien des Forêts au montant de 25,000.00\$. Ces travaux de plusieurs hectares ont été faits à Sainte-Christine, comté Portneuf, ainsi qu'à Saint-Sylvestre et Fortierville, comme Lotbinière,

L'année 1987 a été consacrée à des objectifs secondaires, mis à part le travail consacré aux relevés de plus de 250 parcelles qui exige des comptages et des

échantillonnages longs et pénibles s'échelonnant sur plusieurs semaines, Les premières années ont vu l'installation de dispositifs pour connaître la « valeur » de chaque essence dans des conditions de récolte et de site différentes. En 1987, une bonne partie de nos efforts ont porté sur les corrections supplémentaires qui semblaient être nécessaires dans l'érablière en particulier dans la parcelle ayant reçu 30 tonnes de BRF d'aulne. C'est ainsi que nous avons opté pour une source d'azote protéique d'origine animale qu'est la farine de poisson à raison de 100 g au mètre carré avec un taux de 60% de protéine. Nous avons également opté pour l'utilisation des BRF que nous donne Hydro-Québec, composés d'un grand nombre d'essences que nous avons appliqués sur le parterre de l'érablière et auxquels nous avons ajouté 100 g de farine de poisson au mètre carré. Nous avons également établi, en fin de saison, 50 parcelles expérimentales en milieu composés de BRF mélangé d'Hydro-Québec auxquels nous avons ajouté des quantités variables d'argile inerte de la mer de Champlain, prélevées plus de 10m sous la surface du sol, parcelles auxquelles nous avons également ajoutée des quantités croissantes de farine de poisson pour essayer d'évaluer l'effet de ces protéines sur la régénération. Nous pensons que la combinaison bois-raméal-argile-protéines peut aboutir à un complexe argilo-humique de haute qualité, et ceci, en quelques années seulement.

Voici donc, en quelques lignes, l'ensemble des dispositifs que nous avons mis en place dans le but d'essayer de comprendre le phénomène qui nous confronte en milieu agricole et qui pourrait nous apporter des éléments de réflexion sur ce qui se passe dans les sols forestiers dont l'évaluation biologique est tout à fait insignifiante à bien des égards. L'étude des cycles chimiques du milieu forestier n'a pas apporté beaucoup à la compréhension des phénomènes de dépérissement que nous observons dans le cadre des études sur les précipitations acides. Pour notre part, nous pensons que c'est au niveau de la biologie du sol que se trouve la clé du processus de dépérissement de la forêt. Nous verrons plus loin que les BRF sont loin d'avoir été sans effet de par leur transformation.

Voyant l'importance de la réaction des BRF sur le sol agricole, mais en toute méconnaissance des mécanismes fondamentaux. M. Edgar Guay, alors sous-ministre adjoint au ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), s'est empressé de demander au gouvernement américain et au gouvernement canadien l'obtention d'un brevet d'invention garantissant que la découverte reste dans le domaine public et soit accessible à tous. Ce West que tout récemment que nous avons donné le nom de "SYLVAGRAIRE" à la méthode mise au point en agriculture, de "SYLVASOL" sa variante en milieu forestier et de 'SYLVHUMIQUE' la méthode modifiée pour les cultures horticoles et maraîchères.

Si nous avons parlé des travaux que nous avons faits en milieu forestier, nous n'avons pas encore parlé des observations et des mesures que nous avons effectuées jusqu'ici. Notons au passage les travaux que nous avons publiés en 1985, 86, 87 et 88 sur le sujet et qui, comme le présent travail, ont, à deux reprises, touché le côté social de la question forestière, puisque c'est ce côté qui nous a fait opter pour la recherche sur les bois raméaux. Dans les lignes suivantes, nous soulignerons les points importants. Ce n'est qu'en faisant le synthèse que nous toucherons les mécanismes de base dont nous venons de compléter « l'assemblage » dans notre dernière publication. Comme vous le verrez, les observations sont aussi nombreuses que variées et étonnantes à plus d'un point de vue, les hypothèses que nous en tirons sont des plus prometteuses.

### Les parcelles établies en 1983

- a) Bien que les BRF aient été incorporés aux premiers centimètres du sol, celui-ci, fort compacté et en pente possédant un mauvais drainage, à vu sa mélanisation apparaître tardivement et sur une faible profondeur. Le modèle s'étant répété sur la grande majorité des parcelles, nous en venons à la conclusion provisoire que les conditions biologiques y prévalent étaient incapables de permettre la transformation des BRF convenablement. Il faut également examiner l'autre cause possible et probable en partie, tenant au fait que nous n'avons qu'une seule essence par parcelle, imposant par le fait même un contrôle par une absence de diversité essentielle à l'apparition de cycles de divers espèces microbiennes. Enfin, le rayonnement ultra-violet et les variations de la teneur en humidité de la partie supérieure, ont en bonne partie stérilisé toutes possibilités biologiques de transformer les BRF qui, après cinq années, sont encore identifiables.
- b) Dans tous les cas il y a eu disparition de la flore invasculaire, constituée de polytrics et de lichens du genre Cladino.
- c) Dans tous les cas, la végétation vasculaire à été fortement stimulée, en particulier si on prend pour acquis l'état stagnant de celle-ci depuis plus de 40 ans,
- d) Le pH à fait des bonds remarquables soit de 0,54 en moyenne alors que les remarques que nous avons eues à ce propos, tant de la part des agronomes que des producteurs eux-mêmes, nous prédisaient une chute importante. Après 5 années, la remontée du pH varie de 0,00 à 1,20 selon les essences considérées. Voici dans le tableau suivant la hiérarchisation des essences par rapport au pH. Le premier chiffre indique le pH prélevé en mai 1987 alors que le second représente la différence entre le pH initial en 1983 et celui de 1987.

A partir des chiffres du tableau 1, il y aurait des relations intéressantes à établir dont certaines sautent aux yeux, et d'autres semblent étonnantes pour le moins. Toutefois, dans l'état actuel de nos connaissances, nous nous bornons à les établir.

AUGMENTATION DU pH DE 1983 à 1987 DE 32 PARCELLES		
Essences	1987	augmentation
Betula populifolia	6,3	1,2
Populus grandidentata	6,1	1,2
Tilia americana	6,0	1,0
Carpinus caroliniana	6,0	1,0
Juglens cinerea	5,7	0,9
Populus tremuloides	5,9	0,9
Salix bebbiana	5,9	0,9
Thuja occidentalis	6,0	0,9
Salix bebbiana	5,7	0,7
Thuja occidentalis	5,8	0,7
Amelanchier bertramiana	5,8	0,7
Pinus strobus	5,2	0,5
Prunus serotina	5,0	0,6
Prunus pensylvanica	5,5	0,6
Fraxinus americana	5,5	0,6
Ulmus americana	5,6	0,6
Quercus rubra	5,6	0,5
Alnus rugosa	5,5	0,5
Cornus rugosa	5,6	0,5
Acer spicatum	5,5	0,5
Pinus resinosa	5,5	0,4
Larix laricina	5,	0,4
Populus balsamifera	5,7	0,4
Populus balsemifera	5,7	0,4
Acer rubrum	5,3	0,2
Betula allaghaniensis	5,2	0,2
Salix lucida	5,3	0,2
Sambucus pubens	5,2	0,2
Betulae allaghaniens	5,1	0,1
Salix lucida	5,2	0,1
Sambucus pubens	5,0	0,0

**TABLEAU 1**

e) Après deux ans, nous voyons apparaître les premiers semis naturels d'arbres forestiers qui sont :

Amélanchier de Bartram	Épinette noir
Bouleau gris	Peuplier faux-tremble
Bouleau à papier	Sapin baumier
Cerisier de Pennsylvanie	Saule de Bebb
Cerisier de Virginie	

Voici sommairement comment se répartissent les semis. Pour illustrer de façon réaliste nous avons choisi **cinq essences forestières** dont l'importance écologique est indiscutable, en montrant leur évolution en fonction du temps.

Essences	Nombre de semis par parcelle			
	1984	1985	1986	1987
Abies balsamea			6	7
Betula populifolia	8	10	62	67
Picea mariana			2	37
Populus tremuloides	1		6	13
Prunus pensylvanica		17	21	17

**TABLEAU 2**

Par contre, si l'on regarde le nombre de parcelles supportant des semis d'arbres ou d'arbustes ayant des significations écologiques forestières, nous obtenons ce qui suit :

<b>PARCELLES POSSEDANT DES SEMIS DE DIFFÉRENTES ESSENCES</b>	
Essences .....	nombre de parcelles
Betula populifolia.....	15
Picea mariana.....	13
Prunus pensylvanica.....	10
Abies balsamea .....	7
Populus tremolides.....	7
Salix bebbiana.....	4
Amelanchier bartramiana.....	1
Betula papyrifera.....	1
Prunus virginiana .....	1

**TABLEAU 3**

Bien que sommaires, ces observations n'en sont pas moins réelles. Malgré l'abondance du sapin dans les abords immédiats du dispositif expérimental et une mise à fruit régulière, ses semis ne sont présents que dans sept parcelles avec moins de 0,5 semis au m<sup>2</sup>. Par opposition, l'épinette noire, peu fréquente dans les abords immédiats, est présente dans 13 parcelles avec près de 1,5 semis au m<sup>2</sup>. Pour ce qui est du bouleau gris, la situation est un

peu différente, étant donné sa grande agressivité dans des milieux peu fertiles et la présence de géiteurs déjà bien établis. Ainsi, avons-nous 15 parcelles possédant des semis de cette espèce pour une moyenne de 2,0 semis/m<sup>2</sup>. Nous sommes donc enclins à conclure que l'épinette noire est très largement favorisée par rapport à ses concurrents la troisième année après l'épandage des BRF, non le sapin baumier comme nous le pensions d'abord.

f) Pour ne pas trop allonger ces propos, nous nous attacherons, en dernier lieu à observer les effets comparatifs de quelques essences sur la régénération, le nombre et la qualité des espèces induites, ainsi que la fréquence relative des individus de chacune d'elles. Ainsi, avons-nous remarqué que les BRF prélevés sur des essences forestières de l'érablière à caryer, telles le charme de Caroline, le chêne rouge, le tilleul à grande feuilles, et le cornouiller rugueux, induisent à la fois un grand nombre de semis d'un grand nombre d'espèces, toutes choses étant égales par ailleurs. Voici donc sous la forme de tableau une illustration du phénomène :

<b>Essences</b>	<b>nombre d'espèces par parcelle en 1987</b>	<b>nombre de plantes par parcelle en 1987</b>
<b>Tilia americana</b>	<b>8</b>	<b>159</b>
<b>Carpinus caroliniana</b>	<b>12</b>	<b>219</b>
<b>Quercus rubra</b>	<b>12</b>	<b>249</b>
<b>Cornus rugosa</b>	<b>11</b>	<b>180</b>

**TABLEAU 4**

Si nous comparons ces observations aux résultats obtenus à partir des BRF des essences dominantes de l'érablière typique de cette région des Appalaches, nous obtenons les chiffres comparatifs qui apparaissent au tableau 5.

Bien que nos parcelles soient de dimensions réduites, mais dans une situation écologique connue et dont l'histoire des 50 dernières années l'est également, nous nous hasardons à soutenir que la provenance écologique des BRF est très importante, puisque nous notons, bon an mal an, une différence de fécondité que nous estimons à 25 %, et que nous exprimons ici à partir des chiffres cités dans les tableaux plus haut.

<b>Essences</b>	<b>nombre d'espèces par parcelle en 1987</b>	<b>nombre de plante par parcelle en 1987</b>
<b>Prunus serotina</b>	<b>5</b>	<b>221</b>
<b>Acer rubrum</b>	<b>5</b>	<b>52</b>
<b>Bertula alleghaniensis</b>	<b>6</b>	<b>161</b>

**TABLEAU no.5**

Ainsi, les BRF provenant d'essences d'écosystèmes éloignés écologiquement, donneraient une plus grande fécondité que les BRF provenant d'essences et de milieux écologiques plus voisins du site. Toutefois, comme nous le verrons plus loin, nous notons l'inverse en milieu forestier, les BRF d'essences étrangères, étant complètement neutralisées alors que les essences compatibles ont une influence notable sur le pH tout au moins.

### **Les parcelles établies en 1984**

La saison 1984 A été consacrée à l'établissement de 56 nouvelles parcelles ayant de 2 à 4 m<sup>2</sup>, mais cette fois, avec des rameaux récoltés en pleine saison de croissance soit de la mi-juin à la mi-août. Cette fois-ci, les 26 essences utilisées ont fait l'objet de deux parcelles pour chacune, l'une scarifiée où les BRF ont été mélangés avec les 10 premiers centimètres du sol et la seconde, où les BRF ont été déposés en surface avec une épaisseur de 5 cm provoquant la formation d'une zone Interfaciale spécifique. Nous attendons 1989 pour publier quelques résultats, mais déjà nous pourrions dire qu'il y a des variations significatives qui s'annoncent. Ainsi à l'été 1985, ces parcelles ont fourni un très grand nombre de carpophores de différentes espèces de champignons, alors que les parcelles de 1983 en ont donné peu et d'un nombre d'espèces restreint. Les mesures de pH au printemps 1987 donnent 0,35 de différence en moyenne avec 1984. Si nous regardons de plus près ces chiffres, on s'aperçoit que les parcelles scarifiées ont vu leur pH augmenter de 0,40 tandis que les parcelles non scarifiées de 0,30 seulement. Enfin, nous notons une grande hétérogénéité de comportement des espèces qui colonisent avec plusieurs régressions du nombre d'individus et même d'espèces.

Si cette dernière observation s'avérait de valeur, elle pourrait être une explication à la dégradation des sites et de la régénération des forêts exploitées depuis un demi-siècle.

### **Les parcelles établies en 1985.**

L'année 1985 a été consacrée uniquement à l'érablière à cause de son altération devenue perceptible et qui correspond, en tous points, au syndrome du dépérissement par les précipitations acides. Si les variations de l'état de santé de peuplements instables, comme les peuplements édaphiques ou de transition, nous semblent tout à fait dans l'ordre des choses, il n'en va pas de même avec l'érablière qui est un écosystème inéquienne et climacique où sont présentes toutes les classes d'âge, souvent sur plus d'un siècle.

<b>TABLEAU COMPARATIF DU pH DE 23 PARCELLES SUR LE PARTERRE DE L'ERABLIÈRE</b>			
<b>Essences</b>	<b>1987</b>		<b>Témoins</b>
Abies balsanea	4,5		4,1
Acer negundo	4,5		4,1
Acer rubrum		4,4	4,1
Rhus typhina		4,4	4,1
Populus deltoides		4,3	4,1
Populus tremuloides		4,3	4,1
Ulmus americana		4,3	4,1
Carpinus caroliana		4,2	4,1
Quercus rubra	4,2		4,1
Tilia americana		4,2	4,1
Fraxinus pensylvanica		4,2	4,1
Prunus serotina		4,2	4,1
Populus balsamifera		4,2	4,1
Populus tremuloides		4,2	4,1
Populus grandidentata		4,2	4,1
Salix lucida		4,2	4,1
Prunus virginia		4,1	4,1
Acer spicatum		4,1	4,1
Sambucus canadensis		4,1	4,1
Prunus pensylvanica		4,1	4,1
Carya cordiformia		4,1	4,1
Acer saccharinum		4,0	4,1
Fraxinus americana		4,0	4,1

**TABLEAU 6**

Nous posons l'hypothèse que le dépérissement, auquel nous faisons face, est d'origine biologique et que les mesures et manifestations chimiques qui sont mesurées à ce jour ne servent qu'à mesurer des conséquences, et non pas les causes. Nous en voulons pour preuve que les cycles de transfert des nutriments de la litière aux arbres sont interrompus. Ainsi avons-nous voulu essayer de mesurer, par le transformation de BRF de différentes essences, les transformations induites au niveau du sol et de la litière, tout en essayant de voir ce qui arriverait à la végétation en place dans le sous-bois. Les premières mesures ont été faites au printemps et à l'été 1987 au niveau du pH et à l'été pour ce qui est de la végétation. Voici dans le tableau no.6, le comportement du pH de 23 essences différentes appliquées en couche de 5 cm, toutes récoltées en cours de frondaison avant que les feuilles soient à leur pleine grandeur.

Comme il faut le constater, il y a déjà une hiérarchisation qui s'établit entre différentes essences pour ce qui est du pH. La première constatation est le regroupement,

en tête, d'essences compatibles écologiquement avec l'érablière que sont le pin et l'érable rouge. Ici s'ajoutent également au peloton de tête deux essences que sont l'érable négondo et le vinaigrier, se caractérisant par des parenchymes médullaires très importants. Pour ce qui est des autres essences, il est beaucoup trop tôt pour en commenter le comportement, les différences n'étant pas significatives à ce stade de l'humification.

Enfin, nous avons également procédé, à plus grande échelle, à l'épandage de 30 tonnes de BRF d'*Alnus rugosa* sur un hectare d'érablière ainsi que 1,5 tonne sur 5 ares de sapinière à peuplier faux-tremble. Nous n'avons noté aucune variation significative du pH à ce jour, mais une foison de carpophores de différentes espèces de champignons dans la sapinière à l'exclusion presque totale du même phénomène dans l'érablière. Voici un sommaire des principales espèces :

<i>Amanita flavoconia</i>	<i>Lactarius atroviridis</i>
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Lactarius glycosmus</i>
<i>Amanita rubescens</i>	<i>Lactarius lignyotus</i>
<i>Amanita vaginata</i>	<i>Leccinum testaceoscabrum</i>
<i>Cortinarius traganmus</i>	<i>Paxillus involutus</i>
<i>Cortinarius trivialis</i>	<i>Russula xerampelina</i>
<i>Eutolania grayanum</i>	<i>Tricholoma sejunctum</i>
<i>Hypomyces hyaline</i>	<i>Tricholoma virgatum</i>

### **Les parcelles établies en 1986**

Dès l'automne 1985, nous avons commencé la récolte de matériel en pleine dormance qui s'échelonna de novembre 85 à février 86. Ainsi voulions-nous compléter le cycle amorcé en 84, visant à mesurer la réaction à l'humification selon la saison de prélèvement. Ainsi, dès le fin de mai 86, 32 nouvelles parcelles étaient mises sur pied, mais cette fois dans une vieille prairie abandonnée de culture en 1952, mais où il n'y avait pas encore de régénération forestière significative. Après une année, le pH a augmenté de 0,24 par opposition à 0,20 pour les parcelles de 1984 dont le bois raméal a été prélevé en pleine saison de croissance. Parmi les essences qui ont vu leur pH augmenter le plus, notons *Thuja occidentalis* (0,6), *Picea mariana* (0,6) *Populus deltoides*(1,2), ainsi que *Acer negundo* (0,7.) Celles qui n'ont montré aucune variation à ce chapitre sont : *Prunus virginiana*, *Alnus rugosa*, *Larix laricina* et *Tsuga canadensis*.

L'examen du sol par rapport au témoin, montre dans chaque parcelle, une tendance à la structuration bien que le couleur n'ait pas encore varié dans des gammes plus sombres. Enfin, nous avons noté un effet semblable à celui décrit par les chercheurs tchèques, **Phuong et Tichy (1976)** qui est analogue à celui de la gibbérelline, c'est-à-dire une augmentation de taille des plantes sans que ces dernières soient accompagnées d'une augmentation de masse.

Toutefois, le gros de nos travaux a porté sur la fragmentation de peuplements entiers de plusieurs ares de superficie, dont les tiges avec un diamètre inférieur à 15 cm, ont été complètement fragmentées et retournées en couche mince au sol. Ainsi 4,7 ha ont

été traités à Sainte-Christine, comté Portneuf, 50 ares à Saint-Sylvestre de même que 65 ares à Fortierville, comté Lotbinière.

Les hypothèses de travail, au niveau de la fragmentation de jeunes peuplements ou de résidus de coupe, sont nombreuses et déjà plusieurs se vérifient. En voici les principales :

- a) Élimination des résidus de coupe sur le parterre forestier diminuant les risques d'incendie forestier tout en donnant accès au nouveau milieu rendant ainsi possibles des interventions sylvicoles etc.
- b) Protection du sol en place, évitant ainsi la désintégration de l'activité biologique et des résultats de son travail effectués souvent sur des périodes dépassent un siècle etc.
- c) Cyclage des nutriments et autres produits de la photosynthèse contenus dans la ramure des arbres abattus plutôt que de les laisser se désintégrer sous l'effet des agents de la pourriture du bois. Les travaux des américains **Martin, Pierce, Likens & Bormenn (1966)**, nous apportent des arguments sérieux à cet effet.
- d) Réduire la longueur des cycles de reconstruction forestière à travers différents stades de reconstruction durant plusieurs décennies et ont souvent les nouveaux écosystèmes à l'intérieur de cycles n'atteignant jamais le climax recherché.,

Nous avons déjà observé, dans le cas de la parcelle de Saint-Sylvestre, la germination, dès la première année, de *Pinus seratina* et de *Acer saccharum* alors même qu'au moins dix tonnes de BRF avaient été enterrées par les lombrics, sur les trente tonnes fragmentées lors des opérations à Saint-Sylvestre. La qualité du feuillage des nouvelles plantes ainsi que de la prolongation de la période de végétation à l'automne sans dommage par le gel, témoignent bien de l'exceptionnelle qualité biologique du nouveau milieu. A Fortierville, nous avons observé, dès la deuxième année, la présence d'une grande quantité de lombrics installés directement dans le nouvelle litière de BRF pour la période de reproduction du printemps, Par contre à Sainte-Christine, l'état lamentable de la forêt, lors de la fragmentation indiquent une grande pauvreté biologique, ne nous a pas encore permis d'observer quelques phénomènes que ce soit.

### **Les parcelles établies en 1987**

Nous avons consacré nos travaux en 87, à l'établissement de parcelles contenant plusieurs essences mélangées fournies par Hydro-Québec, au rôle de l'argile dans l'établissement éventuel du complexe argilo-humique ainsi que de l'effet produit par l'ajout de protéines d'origine animale sur les BRF, de même qu'en milieu forestier avec ou sans BRF. Il est évident que nous n'avons pas de résultats à montrer, bien qu'après 60 jours, la végétation de l'érablière ait montré une réaction positive. Au fil des ans, nous devons consacrer de plus, en plus de temps aux relevés et mesures de toutes sortes puisque une période de cinq ans à été fixée, avant de publier nos observations, commentaires ou découvertes d'importance.

Comme on peut le voir, les premiers travaux d'épandage de **Guay Lachance** et **Lapointe** qui débutèrent en 1978 en agriculture, et qui eurent des résultats à la fois inattendus et spectaculaires, tant sur les récoltes que sur le sol, ont mené à la fois à l'étude

des différentes essences forestières, puis sur le comportement des humus dans le contexte de l'étude du syndrome des précipitations acides. De là, nous sommes allés vers une évaluation des travaux sylvicoles suivant l'exploitation forestière puis vers l'application de protéines supplémentaires comme source azotée ainsi que d'argile inerte dans l'étude de l'amorce de la reconstitution du complexe argilo-humique.

Ceci résume assez bien l'état des travaux entrepris sur le terrain de 1983 à 1987, mais jusqu'ici, nous n'avons pas encore traité de l'aspect étude des mécanismes fondamentaux qui interviennent. Jusqu'à tout récemment, tous ces travaux, malgré les résultats spectaculaires, n'ont fait que soulever le scepticisme de nos collègues sans que personne n'apporte le moindre début de raisonnement sur les résultats observés, pouvant mener à la compréhension du phénomène.

Dans notre première publication (**Lemieux 1985**), à la suite des observations sur les effets de matériaux biologiques précis que sont les BRF, nous avons émis l'hypothèse que l'humification était le résultat d'un processus de « digestion » analogue à celui des animaux, mais ouvert et plus diffus. Nous en voulions pour preuve à l'époque, que la dégradation complète de la matière organique devait être à la fois faite en aérobiose et anaérobiose, ce qui avait été prouvé par la découverte de **Raibaud & Ducluzeau (1984)**, de tout un monde de bactéries anaérobies dans le système digestif de mammifères, inconnu jusqu'alors. Ceci semble mettre en lumière qu'il n'y a pas de barrières véritables entre aérobiose et anaérobiose pourvu que nous soyons à l'intérieur de systèmes digestifs clos.

Ce type de raisonnement nous a conduit à examiner de plus près les composantes biologiques du sol à travers la littérature, puisque notre formation dans ce domaine est tout à fait rudimentaire, de même que celle que nous enseignons dans nos grandes maisons universitaires à ce jour. Ainsi, ce n'est qu'en 1986 que nous avons, pour la première fois, mis la main sur un ouvrage pertinent et faisant le point sur les connaissances de la faune du sol. Publié en 1978 à Paris, « La faune des sols, son écologie et son action » de **G. Bachelier**, avait été classé sous la rubrique « maladies du travail ». C'est grâce à un bibliothécaire averti du ministère québécois de l'énergie et de Ressources, que nous avons eu accès à cet ouvrage. Pour la première fois, nous voyons décrit en tout ou en partie, plusieurs phénomènes que nous avons observés, tels la remontée du pH, l'importance de l'aérobiose par rapport à l'anaérobiose dans la pédogenèse, la différence fondamentale entre la genèse des tourbes et celle des sols, et fait plus important encore, le rôle que jouent les organismes inférieurs aux insectes mais supérieurs aux bactéries comme les protozoaires, amibes, nématodes, lombrics, enchytréides, acariens, collembolles, myriapodes etc., dans la caractérisation des sols, le tout associé à différents champignons et bactéries.

Ainsi, commençons-nous à accumuler des éléments de preuve tendant à prouver l'importance du système « digestif » en partie fermé chez les animaux, tout en étant ouvert laissant la possibilité d'action de différentes enzymes et de bactéries du système digestif qui se retrouvent en pleine liberté dans le microcosme du sol. Cette première approche, à travers la connaissance de l'action de la microfaune et surtout de la méso faune, nous laisse percevoir l'importance relative de l'application de BRF de différentes essences et probablement de l'écosystème d'origine de même que la méthode de prélèvement.

Par ailleurs, ces observations rapportées par des dizaines d'auteurs tels que cités par Bachelier (1978) apportent peu sur les mécanismes physiques, physico-chimiques, biochimiques et chimiques sur la transformation et la régie des nutriments. Ainsi, d'une matière organique quelconque, on aboutit toujours à un même équilibre, avec des variantes selon les conditions du milieu, mais relativement faibles. Quels sont donc les mécanismes intimes de cette régulation qui permettent la régie des nutriments, du pH, de la structure physique du sol, de l'économie de l'eau et de l'atmosphère du sol assurant l'aérobiose. Comment est-il possible à l'intérieur de ces paramètres, d'assurer la vie d'une mésofaune à biologie beaucoup plus complexe que les organismes unicellulaires ? Comment assurer le cycle de l'azote, si ténu fut-il, dans des conditions adverses ou médiocres ? Comment le phosphore est-il toujours disponible en quantité suffisante, alors que tous les paramètres physico-chimiques devraient le rendre inaccessible? Pourquoi avons-nous mesuré des augmentations considérables de rendement dans l'expérimentation agricole sans avoir ajouté les quantités correspondantes d'azote, phosphore et potassium?

Ce n'est qu'en 1987 que nous avons commencé à rassembler les pièces d'un processus complexe, compatible avec nos observations et les propos de **Bachelier** (1978). Dans un exposé, Visser (1986) démontre la complexité et les propriétés des fractions humiques et fulviques dans les sols agricoles, et en particulier, la structure chimique et physique de l'humus. Citant de nombreux auteurs en particulier tchécoslovaques, Polonais Allemands et soviétiques, il met en lumière le rôle des acides sur le métabolisme et la disponibilité des substances azotées, le phosphore, le fer, l'aluminium, etc. Il met en relief le rôle particulièrement important des substances humiques sur les différents systèmes enzymatiques d'un grand nombre de plantes alimentaires comme le blé, la tomate, le maïs etc., toutefois sans faire allusion aux plantes forestières. Ainsi, il démontre les éléments suivants par le biais de l'expérimentation agricoles mais qui recourent en tous points nos observations à partir des BRF :

- 1) Les substances humiques et fulviques sont de couleurs sombres, noires ou brunes, d'où le terme de mélanisation employée lors de la formation dans le sol. Cette caractéristique s'applique parfaitement aux observations de **Guay, Lachance et Lapointe** (1981) dès l'année qui a suivi l'application de 150 m<sup>3</sup>/ha de BRF chez les producteurs Fournier, Marcoux et Carrier.
- 2) Les fractions humiques donnant, par condensation, de l'humus dont les macromolécules ont une masse variant de 1 000 à 300 000 daltons avec des propriétés physiques, chimiques et physico-chimiques tout à fait particulières. Ces macromolécules sont composées de dérivés aromatiques comme des groupes fonctionnels tels que carboxyl, phenyl, methoxyl, carbonyl, hydroxyl, etc. Tout en ayant des propriétés colloïdales, ces macromolécules peuvent interagir avec les cations, donnant à la fois une capacité d'échange et un pouvoir tampon. Cette double structure de l'humus (chimique et physico-chimique), permet une interaction avec d'autres substances organiques comme les protéines ou les polysaccharides, tout en ayant des propriétés tensioactives.

3) Si on met en parallèle les caractéristiques de l'humus, telles que mises de l'avant par **Visser**, (1986) avec les propos de **Bachelier** (1978), nous en arrivons à la conclusion que tout le processus d'humification est l'œuvre de la microfaune et de la mésofaune donnant des mulls, moders et mors ou des tourbes oligo, méso au eutrophes au sens de **Duchaufour** (1960). Pour l'instant, nous restons sur notre appétit concernant les mécanismes intimes présidant à la biogénèse de l'humus. Toutefois, il nous semble acquis que la lignine soit le matériau de base dans ce processus, ce qui expliquerait les résultats obtenus avec les BRF et surtout la rapidité du processus. La dégradation des matières organiques moins riches en composés aromatiques, comme les engrais verts provenant de la culture de céréales ou la dégradation des fumiers, donneraient des humus par condensation *et* polymérisation avec des pertes de substances azotées beaucoup plus importantes que pour la transformation des lignines. Nous pensons que cette façon d'interpréter l'humification nous permet de croire que la grande majorité des substances complexes, quelles soient de synthèse, ou prises dans le milieu même, sont directement mises en circuit biologique avec un minimum de dégradation, l'énergie du système étant fournie par les polysaccharides principalement, directement ou transformés par les champignons du milieu. Ceci expliquerait sans doute, la grande stabilité trophique des écosystèmes forestiers, mais en même temps, leur grande vulnérabilité au-dessus d'un certain seuil critique comme c'est le cas actuellement dans l'érablière. Nous pensons que l'humus est en équilibre dynamique et qu'il est constamment renouvelé par la reproduction et l'activité de la mésofaune, faute de quoi le sol se dégrade sur une période qui n'excède pas une dizaine d'années.

4) Les propriétés colloïdales de l'humus ont modifié le pH à la hausse puisque les molécules d'humus ont la capacité de pouvoir s'approprier les ions H<sup>+</sup> libres, et ainsi, permettre la remontée du pH de façon spectaculaire comme nous le voyons chez le charme de Caroline ou le bouleau gris. Toutefois, cette remontée du pH est inégale selon les essences et peut aussi être attribuée à la présence de carbonate de calcium comme c'est le cas chez le thuya. La présence de salicylate de méthyle comme chez le bouleau jaune pourrait altérer la formation de l'humus actif ou des mécanismes enzymatiques responsables de l'humification.

5) La deuxième fonction des macromolécules d'humus est chimique par la capacité que possèdent les radicaux libres pour s'attacher d'autres molécules simples ou complexes, effectuant ainsi le rôle de « gestionnaire » de l'ensemble du processus trophique, auquel s'associent la cellulose et l'argile par leur capacité d'échange. Toutefois, seul l'humus est directement redevable à l'activité biologique, servant à la fois de régulateur du milieu et de substance de réserve de la micro et la méso faune du sol

6) Il est un rôle que nous devons aux actions humiques et c'est celui « para hormonal », voisin de l'action de la gibbérelline et des auxines. Comme le souligne **Visser** (1986), les macromolécules de faible poids moléculaire pénétrant dans les tissus végétaux et dans le protoplasme provoquent des effets voisins de ceux des hormones sur l'élongation des cellules, l'absorption du phosphore comme chez le maïs Tichy (1984) ou encore de l'azote minéral Kononova & Alexandrova (1971) etc. Plusieurs travaux montrent l'effet des substances humiques ou des humates sur l'organogénèse, la valeur calorifique des substances de réserves ou encore l'effet des acides humiques sur la synthèse de l'invertase au niveau des racines des plantes supérieures **Vaughan & Malcolm (1979)**.

7) C'est ainsi que **Guay, Lachance et Lapointe (1982)** ont obtenu des rendements supérieurs de 300% chez les fraises de 200% chez la pomme de terre et l'avoine et de 100% chez le maïs, avec des quantités égales ou inférieures de fertilisants chimiques.

8) L'effet tensioactif de l'humus, des fractions humiques et le début de structuration des sols agricoles observés, nous à convaincu que l'application de BRF provoquait bel et bien une augmentation du taux d'humus. Toutefois, les connaissances réduites de l'époque n'ont pas permis de mesurer ce phénomène, mais plutôt le taux global de matière organique en fonction des quantités de BRF utilisés à l'unité de surface et des cultures pratiquées.

L'ensemble des sept points que nous venons d'examiner illustrent bien la possibilité d'obtenir de l'humus à demande, nous donnant un outil d'intervention biologique insoupçonné. Nous n'avons trouvé trace de ce mécanisme dans la littérature scientifique de ce siècle. Nous possédons donc finalement un moyen d'intervention édaphique environnemental qui a une résonance économique, scientifique et écologique dans tous les sens du terme. Nous ouvrons ainsi un champ d'étude d'une richesse incommensurable dans le domaine de la biologie fondamentale, de celle des sols, de pédogenèse, de la physiologie végétale, de la biologie aquatique, de l'agriculture tant tropicale que tempérée, de la foresterie et de l'écologie végétale au sens large, etc.

Pour la première fois, sommes-nous en mesure d'entrevoir la possibilité d'intervenir dans le milieu d'une façon compatible avec les règles fondamentales de la nature, sans nous en remettre au hasard. A plusieurs reprises, on nous sert l'argument « fleur bleu », « peu réalistes », « philosophique » ou encore « miracle » à cette approche des questions économiques et environnementales. Personnellement nous n'y voyons qu'une question économique fondamentale et du plus gros « bons sens » qu'il puisse être, puisque le processus d'humification assure la régulation des écosystèmes terrestres par le cyclage complet des éléments et des métiers. Par opposition, la formation des tourbes est incomplète

Puisqu'on observe la présence de résidus comme le méthane, l'anhydride sulfureux etc., des celluloses, des acides humiques, mais pas d'humus. Nous comprenons mieux l'importance du taux d'humus dans les sols agricoles

Les expériences que nous menons à Saint-Damien nous indiquent que l'humus produit par telle ou telle essence, a des propriétés écologiques qui lui sont propres. Il semble également que cette spécificité s'amenuise avec le temps. C'est ainsi que tous les facteurs s'équilibrent, les uns par rapport aux autres. L'humification des parcelles de l'érablière semble bien nous indiquer la présence de barrières écologiques qui renforceraient le rôle de la mésofaune dans la transformation en humus d'un type « particulier » et « compatible » avec le stade d'évolution de l'écosystème en question.

Nous sommes donc en présence d'un des phénomènes les plus fondamentaux de la vie sur terre, celui du recyclage constant, mais dont il est difficile d'en cerner les tenants et les aboutissants. Une chose cependant nous semble acquise, le manque de connaissances des

fractions humiques et leur genèse. Tout comme la production de bois à l'intérieur des arbres, l'humus se produit avec des pertes minimum d'énergie et joue un rôle physique et physico-chimique des plus importants. Il nous semble, que ce rôle soit moins important dans l'apport de nutriments au système trophique.

La production et le maintien à volonté, pour une période pouvant excéder cinq ans, d'un élément de contrôle biologique du milieu édaphique, nous semble être un apport majeur. Quoique nécessitent encore d'immenses travaux, l'humus à partir des BRF doit, dans les plus brefs délais, faire l'objet de recherche fondamentale. C'est l'une des principales clés du contrôle des pollutions dans nos régions et surtout, un outil fondamental en milieu tropical. Plusieurs mouvements sociaux des vingt dernières années, qui se trouvent à l'extérieur de nos grandes institutions, nous indiquent déjà vers quels horizons la science se développera.

Il est tout à fait étonnant dans les deux ou trois siècles de développement scientifique que nous venons de traverser, de voir le peu de place donné à la connaissance des mécanismes fondamentaux du cyclage de la vie. Assez curieusement, bien que nous connaissions, depuis fort longtemps, la qualité exceptionnelle des récoltes obtenues sur des « terres neuves » après l'abattage de la forêt, cette qualité des sols forestiers pour l'agriculture est demeurée au niveau du folklore et n'a jamais fait l'objet d'attentions sérieuses. Il en va de même pour toutes les populations africaines, qui depuis des temps immémoriaux, sont tributaires de défrichements forestiers qu'ils mettent en culture, mais après avoir brûlé toute la richesse biologique de la ramure. Ils restent donc dépendants des nutriments et surtout des fractions humiques du sol pour une période n'excédant pas beaucoup 5 ou 6 ans.

De ces constatations, il me semble assez clair que nous pratiquons une agriculture et une foresterie par « imitation » sans aucune imagination de notre part, pour les fins du *prima vivere* traditionnel. Cette attitude collective ne nous a pas autorisé à nous porter acquéreur de la grande forêt d'État ou Québec. La crise de conscience collective actuelle, doublée d'une crise de civilisation, nous suggère des changements fondamentaux dans notre société. Déjà dans les institutions universitaires, nous sentons ces bouleversements de fond depuis plus de 10 années.

Avec le recul des décennies, je pense que tous les citoyens admettront que le Québec est avant tout un pays forestier, puisqu'une infime partie de son territoire est dévolue à l'agriculture. Ceci est reflété par l'importance que présente l'apport de l'industrie forestière dans le PNB, près du tiers. L'importance que donne maintenant l'État à la forêt privée vient de la comparaison des rendements et de l'accessibilité entre la forêt publique et la forêt privée. En Scandinavie, la seconde est quatre fois plus productive que la première. C'est ainsi que l'industrie bénéficie d'un approvisionnement constant de régions plus rapprochées des usines, étant donné les taux de rendement. C'est la responsabilité acceptée par les producteurs qui fait que les prix payés au mètre cube sont beaucoup plus élevés qu'ici.

Il est urgent de faire passer le domaine agricole marginal au domaine forestier afin de faire de pauvres producteurs agricoles de riches producteurs forestiers. Nous pensons que tout le domaine forestier au sud du 50<sup>e</sup> parallèle, soit donné à des producteurs privés mais

dans le cadre de la cellule familiale. Ce nouveau mode de tenure se ferait à partir de la division des terres dans le cadre de bassins versants, non pas sous la forme de lots que nous connaissons actuellement. Ainsi serait-il possible d'attribuer à un propriétaire terrien un bloc de plusieurs centaines, voire de milliers d'hectares lui assurant, et à sa famille, un revenu proportionné à ses responsabilités et à ses investissements tant émotionnels, moraux que monétaires. De même soufflé, le propriétaire posséderait la gestion et la mise en valeur de la faune. Ainsi, il serait en pleine possession de tous les droits de pourvoirie, tout en étant astreint aux lois dans ce domaine. Enfin, pour que les investissements soient récupérables après plus d'une génération, l'État devrait rester sur son appétit fiscal et permettre le passage du bien d'un propriétaire à l'autre avec un minimum d'interférence.

Ce bouleversement de la grande forêt domaniale de l'État aura besoin d'un financement considérable. Nous pensons qu'il pourra se faire facilement sans la mobilisation de grands capitaux. Il est tout à fait possible à l'État de consentir aux nouveaux propriétaires un remboursement de la dette échelonné sur une période de 50 ans et sans intérêts. Pour qu'une telle ouverture soit possible, il faut des modifications profondes au niveau de l'ouverture des marchés. Il nous faut une bourse des bois à pâte pour adapter les prix à la demande mondiale. Depuis les années 20, les producteurs de bois sont tenus de ne vendre à l'étranger que des bois auxquels s'est ajoutée une plus-value. Cette contrainte, excellente au début, devient par la suite un véritable carcan économique. Ainsi un nombre très restreint de sociétés industrielles sont-elles en mesure de fixer le prix du mètre cube de bois à pâte et, par le fait même, celui des bois de sciage. Ce système a complètement sclérosé toute l'industrie et a même obligé les gouvernements québécois et canadien, à subventionner notre plus grande industrie, étant devenue un secteur mou de notre économie. En d'autres termes, ce système est devenu non compétitif, après lui avoir donné, au sens littéral du terme, une bonne partie de notre patrimoine forestier. Nous devons le rééquiper pour qu'il puisse continuer à produire en tant que principal générateur de capitaux de notre économie.

Il est assez curieux que nous acceptions collectivement et solidairement un tel équilibre industriel de base, et que nous nous en remettions, le plus souvent, à la haute technologie plutôt génératrice d'esbroufe que de capitaux et de stabilité. Pour notre part, nous croyons que la centralisation urbaine de la gestion forestière, les valeurs sociales attachées à la transformation plutôt qu'à la production, la propriété du sol par l'État, l'absence de véritables propriétaires sylviculteurs, et du fait même de l'absence à peu près totale d'innovation industrielle ou scientifique dans le domaine, sont à la base même de la situation dans laquelle nous sommes actuellement.

Nous pensons que l'intégration correcte de la forêt dans la vie nationale, non seulement du Québec, mais de tous pays, doit passer avant tout, par la culture au sens le plus noble du terme. Il s'agit d'une culture à la fois technologique et viscérale, attachée à la vie ainsi qu'à des valeurs plus larges que celles de nos aïeux. Il nous faut une paysannerie technocratique, forte et responsable, indépendants et coopérative, attachée à la terre, mais responsable de l'industrie qui en est tributaire.

Le nouveau mode de tenure des terres, proposé ici devra être à la base d'une

nouvelle société plus cohérence et compétitive. Elle sera susceptible d'innover plutôt que d'attendre le bon vouloir des grandes sociétés et forcer ainsi le jeu de la concurrence. L'afflux de nouveaux capitaux entre les mains des producteurs, leur regroupement à l'intérieur de nouveaux cadres, aussi bien adaptés à la production qu'à la transformation, devrait, sans l'ombre d'un doute, aboutir à des innovations techniques et scientifiques de première importance. C'est ici que nous voyons l'importance que peuvent prendre les nouvelles technologies, en particulier celles dérivées de la cybernétique appliquée à l'électronique, mais liées à des ressources qui nous soient spécifiques dans une large mesure.

En terminant cet exposé, je voudrais dire quelques mots sur le rôle que joue actuellement l'Université dans ce monde en contorsion et convulsion, pour on ne sait plus très bien pourquoi. Depuis plusieurs siècles, l'Université a été au centre de toutes les controverses, en particulier depuis le siècle dernier. Jusqu'ici, il me semble assez clair que l'Université est considérée comme le terrain neutre par excellence où se discutent les problèmes et les solutions de nos sociétés. Le besoin que ressent l'Etat de « rationaliser » ses finances et ses pouvoirs, pèse lourd sur nos épaules. Nous sommes de plus en plus coincés entre l'industrie et l'État qui, de par l'importance du capital dans les nouveaux développements technologiques et économiques, enlèvent à chacun d'entre-nous, jour après jour, parcelle par parcelle, notre liberté et notre indépendance *de plus en plus rare dans* le monde de compromis, voire de compromissions qui est le nôtre. Nous remplaçons vite le savoir par la technique et la sagesse par le compromis. Les travaux que nous avons accomplis depuis quelques années ne sont ni le fruit du capital ou du compromis, mais plutôt de la réflexion et de l'imagination. Que ceux qui ne jurent que par la puissance de l'État, de la grosseur des subventions à la recherche, ou aux médailles sonores, y regardent bien.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bachelier, G (1978)** « La faune des Bois, son écologie et son action » Document technique no. 38, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outremer (ORSTOM), 70-74 route d'Aulnay , 93 140 France, 391 pages.
- Chaminade, R. (1958)** « Influence de la matière organique humidifiée sur l'efficacité de l'azote » Ann. Agr. (Paris) 9 : 167-192.
- Duchaufour, Ph. (1960)** « Précis de Pédologie » Masson & Cie, Paris.
- Guay, E., Lachance, L. & Lapointe, R.A. (1981)** « Observations sur l'emploi des résidus forestiers et des lisiers en agriculture ». Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), Québec, 25 pages.
- Guay, E., Lachance, L. & Lapointe, R.A. (1981)** « Observations sur l'emploi de résidus forestiers et de lisiers chez trois; Carrier, Fournier et Marcoux ». Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), rapport technique no.1.
- Guay, E., Lachance, L. & Lapointe, R.A. (1982)** « Observations sur l'emploi de résidus forestiers et de lisiers chez trois agriculteurs, Carrier, Fournier et Marcoux ». Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), rapport technique no. 2, 41 pages.
- Guay, E., Lachance, L. & Lapointe, R.A. & Lemieux, B. (1987)** « Dix ans de travaux sur le cyclage biologique du bois raméal ». Université Laval et Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), Québec, 9 pages.
- Khristeva, LA. (1953)** «The participation of humic acids and other organic substances in the nutrition of higher plants». Pochvivedenie 10: 459-464.
- Khristeva, LA. & Manualova, A. (1950)** The nature of the direct effect of humic acids on the growth end development of plants". Dokl. vsesopguz Akad. s.-kh Neuk Lenin 11:10-16.
- Kononavn, M.M. & Alexandrova, I.V. (1971)** The effect of humus substances on the utilization on mineral nitrogen by plants". Dans "Studies about humus" Trans. int. Symp. «Humus et Planta» pp. 497-503, Prague.

- Koslowski, T. & Winget, C.H.** (1964) «The role of reserves in leaves, branches,
- Koslowski, T. & Winget, C.H.** (1964) «The role of reserves in leaves, branches, stems and roots on shoot growth of Red Pine». Amer. Jour Bot. 52,no. 5 pp. 522,529.
- Lemieux, G.** (1984) «Les affres de l'abondance». Mémoire présenté à la commission d'enquête sur la forêt privée, Université Laval, Québec 15 pages.
- Lemieux, G.** (1984) "La biomasse: une affaire de masse au de finesse". texte présenté au colloque de l'ACFAS, «La valorisation de la biomasse» Université Laval, Québec. 6 pages.
- Lemieux, G.** (1985) «La cellule familiale et la propriété forestière» texte présenté au colloque «Les gens et la forêt», faculté de Foresterie, Université Laval, Québec. 13 novembre, 8 pages.
- Lemieux, G.** (1985) «Essais d'induction de la végétation forestière vasculaire par le bois raméal fragmenté» texte présenté au colloque d'évaluation sur les bois rameaux fragmentés, septembre 85, Université Laval et publiée par le ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec,109 pages.
- Lemieux, G.** (1985) «Compte-rendu du colloque d'évaluation sur les bois rameaux fragmentés». Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts),. Québec, 59 pages.
- Lemieux, G.** (1986) «La cellule familiale et la propriété forestière : le patrimoine du présent et de l'avenir",. texte présenté au colloque international «L'homme et la Forêt» Université de Dijon 28 octobre, 14 pages. Publié dans «l'Économie du Centre-Est» 1987,no.1 pp, 91-100 Université de Bourgogne, Faculté de Science Économique et de Gestion, ISSN:0153-4459
- Lemieux, G.** (1986) «Le bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol» Texte présenté au colloque sur l'amendement des sols: perspectives d'avenir. Saint-Hyacinthe, 12 novembre 1986, 20 pages. Également publié dans «Comptes rendu du colloque Amendements des sols. perspectives d'avenir», page 175-192.
- Lemieux, G.** (1988) «Actes du colloque restreint sur les Bois Rameaux Fragmentés» 5 octobre 1987 Université Laval, département des Sciences Forestières 55 pages, public par le Ministère de l'énergie et des Ressources (Forêts) et Hydro-Québec.

- Lemieux G., (1988)** L'importance du bois raméal dans la «synthèse» de «l'humus» Université Laval, Département des Sciences forestières et du Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts) 29 pages.
- Lemieux G., Lapointe, R.A. (1967)** «Analyse critique des premières expériences de paillage de plantations à l'aide de copeaux de résidus de coupe». Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts), Québec, 12 pages.
- Lemieux, G , Lapointe, R.A. (1987)** «La responsabilisation du producteur forestier par le droit de propriété». Ministère de l'Énergie et des Ressources (Forêts) Québec et Université Laval, 22 pages.
- Martin, C. W, Pierce, R.P., Likens, G.E. & Bormann, F.H. (1986)**  
«Clearcutting Affects Stream Chemistry in the White Mountains of New Hampshire". USDA Northeastern Forest Experiment Station, Research Paper NE-579.
- Phuong, H.K. & Tichy, V . ( 1976)** «Activity of humus acids from peat as studied by means of some growth regulator bioassays». Bio. Plant. (Prague) 18:195-199.
- Raibaud, P & Ducluzeau (1984)** «Flore intestinale sur mesure pour animaux d'élevage.». Science et Vie no. 800 pp 112 -114 et 172. Paris.
- Tichy, V. (1984)** Phosphorus uptake suppression in maize seedlings as related to humate supply". Bit). Plant. (Prague) 26: 221-229.
- Vaughan, D. & Malcolm, R.E. (1979)** «Effect of humic acid on invertase synthesis in roots of higher plants». Soil. Biol. Biochem. 1: 247-252. Visser, S.A. (1985)
- Visser, S.A. (1985)** «Effect of humic acids on numbers and activities of microbe within physiological groups». Organic Geochemistry, 8: 61-85.
- Wisser, S.A. (1986)** «Physiological action of humic substances on microbial cells» Soil. Biol. Biochem. 17: 457-462.
- Visser, S.A. (1986)** «Rôle de l'humus dans un sol». in Comptes rendus du colloque AMENDEMENTS DES SOLS : PERSPECTIVE D'AVENIR. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Saint-Hyacinthe, Québec pp. 11:33.
- Visser, S.A. (1986)** «Effects of humic substances on plant growth». REDA (Rome) p. 89-135.

La paysannerie et la biologie du sol  
Lemieux, G. (1988)

mars1988  
deuxième édition mars 2004

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°12  
courriel: gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca  
FAX 418-656-5262  
tel. 418-656-2131 poste 2837  
ISBN 5-550-21343-2