

UNIVERSITÉ LAVAL

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

Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux

Conseil des Productions Végétales du Québec
(CPVQ)

Troisième colloque sur le travail minimum du sol

Saint-Hyacinthe
16-17 février 1999

*«L'influence des mécanismes forestiers sur la
biologie et la fertilité des sols agricoles*

par le
Professeur Gilles Lemieux

février 1999

Publication n° 103

<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

«L'influence des mécanismes forestiers sur la biologie et la fertilité des sols agricoles»

par
Gilles Lemieux¹

On se souvient encore des premières récoltes sur des terres neuves où l'on a fait reculer la forêt en abattant les arbres. Ces récoltes étaient exceptionnelles par la qualité et la taille des plantes, mais surtout les rendements élevés d'avoine ou du blé. Puis au fil des ans, les récoltes se sont amenuisées, et beaucoup d'agriculteurs ont été contraints à la misère pour avoir exploité la forêt et obtenu des revenus financiers souvent dérisoires.

Quelles leçons peut-on tirer d'une telle «aventure» qui a été le lot d'un grand nombre de québécois. La première leçon a sans doute trait à la forêt qui génère et maintient la fertilité du sol à la condition que le rôle des arbres et leur contribution soient reconnus. Il convient de réfléchir à cette perte de fertilité des sols au fil des ans, après la disparition de l'écosystème forestier, remplacé par ce que nous appelons un système agricole, dont le but avoué est de produire des plantes pour assurer la vie des humains et celle des animaux.

Si la forêt génère et maintient la fertilité, serait-ce que cette dernière repose sur une abondance de nutriments, ce à quoi aspire l'agriculture. En fait, les sols forestiers reposent sur une dynamique qui implique une série de mécanismes qui mettent en circuit les nutriments et les rendent disponibles selon la demande.

L'incorporation au sol de bois raméal fragmenté (BRF) a produit des résultats tels qu'il a fallu en chercher la raison profonde car la matière utilisée n'avait pas de valeur connue. Il nous est apparu que l'ensemble des mécanismes

¹Professeur au Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec G1K 7P4, Canada

dit «pédogénétiques», étaient d'origine forestière, particulièrement à la suite du développement de la forêt feuillue dont on estime l'origine à environ 60 000 000 d'années. Nous avons remarqué que les rameaux des feuillus, souvent moins riches en nutriments, influençaient davantage la structure et la fertilité des sols, que ceux des conifères.

Ceux qui ont encore quelques parcelles de forêt, ont certainement constaté que le sol forestier était très différent de celui du champ cultivé quelques mètres plus loin:

- **-Dans une érablière:** que ce soit sur sable, sur schiste ou sur argile, le sol de la forêt d'érables (forêt climacique feuillue) est profond, d'un brun très foncé avec une litière de feuilles plutôt mince à l'automne avant la chute des feuilles. L'érablière compte plusieurs espèces (à moins qu'on en ait supprimé quelques-unes pour favoriser l'acériculture). Du point de vue biologique, le sol est couvert d'une végétation très différente de celle des champs cultivés qui contiennent des mauvaises herbes. La structure de ce sol est souple et contient beaucoup de substances végétales transformées par les microorganismes dont les plus importants sont les champignons à chapeau, les *Basidiomycètes*, responsables de la production des substances humiques composées en partie d'acide humique et d'acide fulvique. Enfin, une dernière caractéristique facilement observable: la présence de nombreux vers de terre dont on estime la masse à deux tonnes/hectare.

- **-Dans une forêt de résineux:** la chose est passablement différente car le sol est composé d'horizons colorés, d'abord en rose ou en blanc sur une zone rouille composée de concrétions de fer. La litière qui repose sur ce sol est épaisse, difficilement décomposable et elle agit comme isolant sur les couches inférieures en y maintenant une température plus basse. La biologie y est très active avec principalement la présence de champignons *Basidiomycètes* qui arrivent difficilement à transformer la lignine, une partie importante du bois et des feuilles

en substance humiques associées à la partie minérale pour former les agrégats stables à l'eau et si importants dans les sols agricoles de qualité. Si on trouve des vers de terre ils sont d'espèces différentes que ceux de la forêt feuillue. Ce type de sol est impropre à une agriculture rentable.

- **-La forêt humide:** sous nos conditions il est fréquent de voir de grandes étendues de forêt de mauvaise qualité causée par un excès d'eau dans le sol qui empêche toute transformation biologique et favorise l'accumulation de débris végétaux au fil des ans, voire des siècles. Ce sont les tourbes que tous reconnaîtront comme étant impropres à l'agriculture à moins de travaux de drainage qui vont contribuer à métaboliser cette tourbe tout en remettant des éléments nutritifs dans le sol résiduel. Les seuls sols utilisables en agriculture sont les mucks de la région montréalaise mais qui sont exposés à l'érosion éolienne à cause de l'absence de structure et d'agrégats.

QUELQUES RÉFLEXIONS.

Les sols forestiers sont différents selon les arbres qui composent l'écosystème épigé, car il y a une relation étroite entre ces arbres et le substrat qui les «nourrit». Cette relation s'est établie au fil des temps géologiques et elle est principalement dépendante de la présence de la lignine. Le bois a cette caractéristique d'être composé de deux types de lignine, l'un plus spécifique aux conifères (lignine gâïacyl) et l'autre aux feuillus (lignine syringyl) dans une proportion pouvant aller jusqu'à 30%.

Cette caractéristique a donné les sols agricoles les plus productifs et les plus fertiles. Sans cette fraction et sans l'action des Basidiomycètes, l'humification stable est impossible à réaliser, pas plus que la formation des agrégats à la base de la vie, de la structure et de l'énergie disponible. Ceci est particulièrement important sous les tropiques, mais également sous notre climat où

l'appropriation nitrique et phosphorée est difficile, comme dans le contrôle des niveaux et des excès. Pourtant, c'est au niveau de la structure du sol que la lignine est la plus importante car elle contribue à la création d'agrégats stables à l'eau qui conservent les nutriments. Ces derniers sont remis en disponibilité par les microorganismes, comme la microfaune à la demande des plantes.

Ceci remet en question toute la perception des nutriments tout comme le rôle des «engrais verts» et surtout la pertinence des composts si chers aux agriculteurs biologiques. Il nous faut regarder froidement, sans état d'âme ni de portefeuille, ce qu'est le sol et d'où et de quoi tire-t-il son origine? Quelles sont les règles qui le régissent et quels sont les mécanismes qui y président?

Curieusement, malgré une avancée fulgurante des connaissances scientifiques, presque rien de pertinent n'a été relevé concernant les liens entre le monde des plantes et celui de la géologie: le sol. Encore aujourd'hui, tous les financements sont orientés vers la productivité et la correction des dommages tant du point de vue biologique, chimique que géologique. Pourtant les réponses sont d'un autre ordre, ont des racines historiques et vont bien au delà des considérations «agro-agricoles» .

Ainsi, tous les sols agricoles classés en fonction de leur forte productivité ont une histoire forestière où se retrouvent toutes les conditions propices à une productivité de longue durée basée sur la disponibilité des nutriments et de l'eau. Nous utilisons encore le même milieu créé par l'homme préhistorique, un milieu qui se dégrade continuellement en misant sur de faux concepts, pris pour acquis, sans que personne ne sente le besoin d'en vérifier les bases.

Permettez-moi de qualifier de «très étrange» le fait qu'une «alternative» ait été proposée en retournant au déluge avec des techniques dites

BIOLOGIQUES, comme si l'horticulture et l'agriculture suscitaient des productions **géologiques** ou **métalliques**. C'est un retour au passé inadmissible en cette fin de millénaire, basé sur un romantisme éculé dans une atmosphère de ferveur para-religieuse, tenant plus du fondamentalisme que l'ouverture à la connaissance, la discussion et à l'expérimentation.

Dans notre monde «tissé serré», la réaction des classes professionnelles a été d'«isoler» le vilain petit canard «biologique» en le ridiculisant tout simplement, sans rien apporter de neuf, sauf de meilleures stratégies de lutte contre l'érosion, les maladies, les parasites par de techniques physiques ou chimiques qui tiennent le plus souvent de l'ersatz que de la raison soit-elle économique ou scientifique. Il faut retourner le plus vite possible à de nouvelles connaissances. Le sol est l'endroit où elles se trouvent et surtout faut-il en voir la pertinence et la nécessité et lui consentir des investissements Ces investissements doivent se traduire au niveau de la matière grise plutôt qu'au niveau de nouvelles machines et d'une chimie plus efficace pour «lutter contre les ennemis».

Nous sommes actuellement à faire un tour d'horizon exhaustif de ce qui s'est publié dans le monde sur la pédogénèse et les mécanismes en cause. C'est totalement désolant! Sur des milliers de publications, à peine quelques dizaines ont touché à la pédogénèse d'une façon timide et sans beaucoup de convictions. Il semble donc que, pour la grande majorité des chercheurs et des institutions, le sol n'existe que comme un dispensateur d'éléments chimiques par des mécanismes élémentaires relevant de la chimie et des lois de la physique sans adaptation au fil des millénaires.

En fait, le sol est l'interface entre le minéral et le végétal sous la forme d'un écosystème hypogé fort complexe et bien adapté aux conditions qui se sont établies sous le couvert forestier au cours des 60 000 000 d'années qui viennent de s'écouler. Quelles conclusions pratiques en tirer? Si j'en crois mon expérience

et mes lectures, aucunes! L'évolution des sciences et de l'économie, plutôt que de faciliter la compréhension et l'acquisition de connaissances par la méthode scientifique, a plutôt emprunté la piste industrielle dans le contexte de l'économie libérale.

Dans les faits, le dilemme est de taille et toutes les idéologies sont dangereuses. Il n'y a que l'ouverture d'esprit, le besoin de connaître, l'accès aux connaissances et surtout un débat ouvert et permanent, qui peut apporter la vie. Je ne crois pas que nous nous reconnaissons bien dans ce portrait, et pour cause. Toute la littérature consultée ne reconnaît pas l'universalité des mécanismes pédogénétiques, ni explicitement ni implicitement. Pourtant s'il est une évidence universelle c'est bien la pédogénèse dont dépend la vie sur terre. Toutes les interventions contre la désertification, la dégradation des sols, la pollution de la nappe phréatique, etc., rejoignent bien la pédogénèse, ce processus aussi vieux que le monde mais, **avant tout, régulé par la biologie de l'écosystème hypogé en interrelation avec l'épigé.**

Ces considérations nous sont apparues fondamentales à la suite de nos travaux sur le bois raméal et son incorporation aux sols agricoles dégradés. Ayant observé des reconditionnements du sol et de sa productivité, sans pareil dans la littérature, après l'application en surface de bois raméal fragmenté, nous en avons déduit, après quelques années, que nous étions en présence d'un phénomène à la fois particulier et universel après l'avoir testé sous les tropiques tant en Amérique qu'en Afrique.

À la suite de ces observations, il nous restait à trouver pourquoi et comment ceci se passait alors que de mémoire d'homme sous tous les cieux, la forêt était et est l'ennemi juré de l'agriculture. Y aurait-il «erreur sur la "personne"»? C'est ce qu'indiquent nos travaux des 20 dernière années . Dans les faits, ***ce qui a toujours été considéré comme un déchet industriel, est la partie***

la plus importante et la plus riche des arbres et de la forêt, permettant d'introduire tous les mécanismes propres aux sols forestiers de la forêt feuillue climacique, mais pour des fins agricoles, sans les arbres dominants

Nous savons maintenant que la partie la plus importante du bois de rameaux (BRF) est la lignine et particulièrement la lignine jeune ou monomérique d'arbres feuillus climaciques dominants, dont les chênes se montrent les champions tant dans les expériences européennes que québécoises. Nous en sommes venus à définir le sol comme étant composé de quatre éléments: **le premier est minéral d'origine géologique, le second chimique labile, le troisième biochimique avec ses enzymes, ses molécules et ses agrégats, et le quatrième biologique avec ses chaînes trophiques animales (bactéries, protozoaires, etc.) et végétales (algues champignons, mycorhizes...) dans une matrice polyphénolique»**

C'est donc cette matrice polyphénolique dans laquelle s'inscrivent tous les éléments et tous les mécanismes, qui est importante, car issue de la dépolymérisation de la lignine par des enzymes très spéciales produites par les Basidiomycètes. Ces champignons sont très fortement dépendants de la lignine du bois et disparaissent dans les sols agricoles appauvris par une productivité maximale dans un court laps de temps. C'est le résultat de la découverte de l'influence de la chimie, particulièrement celle de l'azote, au siècle dernier. Nous y sommes encore!

Dans cette perspective, nous avons mis en commun au niveau des universités québécoises deux types de laboratoires, le premier à l'Université McGill, le ***Laboratoire de Biogénèse des Sols*** sous la responsabilité de la Dr Chantal Hamel et le second à Laval, le ***Laboratoire des lignines et polyphénols*** sous la responsabilité de la Dr Tatjana Stevanovic-Janezic. Dans cette perspective nouvelle, compte tenu de la stagnation de la connaissance, donc de la difficulté de

comprendre l'acceptation de nouvelles technologie; nous nous sommes associés à la faculté des Sciences Sociales avec le concours du Dr Serge Genest, directeur du Département d'Anthropologie, pour suivre l'impact de ces nouvelles connaissances et de leurs applications sociales et économiques appelées transferts de technologie.

Nous essayons de concilier, par cette approche, techniques et sciences fondamentales dans une perspective sociale et économique, à laquelle nous espérons vous convier, dans les années qui viennent, de manière concrète. Nous pensons remplir ainsi le rôle que toute société attend de ses universités, les seules ayant l'expertise et la liberté de l'exercer et de la développer dans une société moderne comme la nôtre. Nous visons la *forestérisation* de l'agriculture alors que la tendance du siècle qui s'achève a été l'*agriculturisation* de la forêt..

oo

Glossaire

aggradation: néologisme indiquant l'évolution d'un processus par enrichissement, l'inverse de la dégradation.

agrégats (stables à l'eau): ensemble de particules reliées les unes aux autres par un ciment d'origine biologique, agissant comme élément structural du sol, refuge microbiologique et nourriture pour la microfaune.

agriculturisation (de la forêt): ensemble de techniques développées par l'agriculture à courte révolution et utilisée pour la sylviculture à longue révolution.

agroforesterie: techniques de production agricoles sous couvert forestier mais également sur des sols agricoles modifiés par les BRF.

anthropologie: science qui étudie l'Homme, ses institutions et ses techniques dans diverses sociétés, en fonction des us et coutumes sociales et économiques.

BRF: Bois Raméal Fragmenté. Bois de rameaux riche en nutriments dont le diamètre est inférieur à 7 cm et caractérisé par une lignine jeune, peu polymérisée, associée directement à des systèmes biochimiques d'une grande complexité, une transition vers le bois caulinair (tronc).

climacique: adjectif permettant de caractériser tous les phénomènes dérivant du climax qui est la structure écologique la plus stable et capable d'assurer son renouvellement en fonction des contraintes locales de climat et de géomorphologie.

dégradation (des sols): ensemble de phénomènes de ruptures d'équilibres menant à des pertes de fertilité et de productivité et exigeant des interventions artificielles de plus en plus coûteuses.

dépolymérisation: phénomène propre à la chimie organique par lequel des molécules complexes se scindent en leurs éléments de base.

désertification: ensemble des actions de l'homme et de la nature aboutissant à la formation d'ensembles biologiques figés par certains facteurs limites, dont l'eau est le plus important.

écosystème: système biologique permettant à des êtres de différents niveaux de vivre en harmonie selon des cycles plus ou moins rapprochés.

épigé: qui signifie au-dessus et s'applique aux écosystèmes de plantes autotrophes comme la forêt.

forestérisation: ensemble de caractères propres à la forêt, comme la stabilité, la fertilité, etc donnant naissance à des techniques autres que celles développées dans une optique agricole.

hypogé: qui signifie en-dessous ; particulier aux écosystèmes à l'intérieur du sol.

pédogénèse: ensemble de processus d'origine naturelle permettant la constitution d'un sol et d'en maintenir les caractéristiques à l'intérieur d'une certaine dynamique. Ceci permet la régie des nutriments nécessaires à la croissance des plantes et au maintien des équilibres biologiques hypogés et épigés.

polyphénols: ensemble de composés dérivés du phénol et formés de noyaux benzéniques.

technologie (transfert de la): ensemble de moyens scientifiques et techniques visant à transmettre et adapter la technologie des BRF.

trophiqes (chaînes): terme par lequel on désigne l'ensemble des plantes et des animaux qui participent à la transformation des tissus végétaux et au transfert des nutriments et de l'énergie du sol vers les plantes.

février 1999

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° 103

courriel: gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca

FAX 418-656-5262

tel. 418-656-2131 poste 2837

ISBN 2-921728-47-8