

AGRICULTURE BIOLOGIQUE : LES VERITES SCIENTIFIQUES Et leurs applications aux champs

« Nourrir le sol pour nourrir les hommes »

A l'attention des professionnels de l'agriculture
(agriculteurs, vignerons, jardiniers, horticulteurs, maraîchers, arboriculteurs, lavandiculteur, pépiniéristes, céréaliers, etc...),
des amateurs et des esprits curieux

« Les règles naturelles fondamentales, vieilles de 400 millions d'années, régissant la microbiologie des sols, permettent de structurer les particules composant la croûte de 'terre arable' et donne aux végétaux les moyens de maîtriser le monde vivant tellurique pour assurer leur croissance et leurs moyens de défense contre les prédateurs »

Christian de Carné-Carnavalet

Architecte-paysagiste

Ingénieur conseil en agriculture biologique

« Meilleur Ouvrier de France » Art des Jardins

à Dominique SOLTNER, qui m'a donné le goût de la terre
à Claude et Lydia BOURGUIGNON, qui m'ont ouvert les yeux et l'esprit
à tous les scientifiques qui œuvrent dans l'anonymat

AVERTISSEMENT

Ce livre n'est pas professoral. Il s'adresse aux praticiens de l'agriculture et aux amateurs qui y trouveront les grands principes de la vie du sol et la manière de travailler avec les organismes vivants telluriques.

Une culture est le résultat de mécanismes de dégradation et de recyclage des éléments minéraux constitutifs des tissus végétaux. Ces mécanismes commencent à être compris et leurs descriptions prennent des milliers de pages, cependant le praticien n'a pas besoin de connaître les détails des réactions biochimiques qui permettent la croissance de ses plantes, il lui suffit de les guider dans la bonne direction. C'est amplement suffisant.

Tout commence par la vie à l'intérieur des sols.

Ce sont les organismes vivants dans les sols qui sont la clé du mystère de la vie végétale. Si la vie des organismes, depuis la plus petite bactérie, en passant par les champignons, les protozoaires, les nématodes, les acariens, les myriapodes, etc... jusqu'au vers de terre ou aux taupes, est respectée et encouragée par des apports constants de matières organiques pour les nourrir, les sols seront stables et fertiles. Si on détruit cette vie animale et végétale à l'intérieur des sols, avec des excès d'engrais et de produits phytosanitaires issus de la chimie de synthèse et/ou de mauvaises techniques culturales, les productions baissent, les sols se dégradent, s'érodent, meurent puis finissent par disparaître sous l'action des vents et des pluies.

Un millions d'ha de terre agricole, nous disent les organismes qui scrutent la planète, disparaissent ainsi chaque année des surfaces cultivables parce que les pratiques agricoles n'étaient pas adaptées. Comment accepter que cette ineptie perdure au regard de nos connaissances actuelles en gestion de la vie des sols ?

Des dizaines de pays, qui représentent des millions d'ha de terres cultivables, ont pris conscience de ce problème et pratiquent depuis un demi-siècle une agriculture plus respectueuse des êtres vivants à l'intérieur des sols. Par des pratiques culturales à base d'apports réguliers de matières organiques à même le sol, les agriculteurs de ces pays nourrissent la faune et la flore qui sont à la base de tous les processus physiques, chimiques et biologiques permettant la structuration et la fertilité, puis la germination, la croissance et les récoltes des cultures.

C'est à la suite de leurs exemples et de la démonstration faite par certains agronomes pionniers dans les pays occidentaux que se sont lentement mis en place une nouvelle agronomie et une nouvelle orientation de la recherche.

Aujourd'hui, des milliers de publications scientifiques appuyées par des millions d'ha de cultures à travers le monde prouvent le rôle capital des microorganismes dans la stabilité des sols, leur fertilité et leur capacité à produire des récoltes saines et abondantes.

Le temps est venu où tous les organismes scientifiques du monde et les grandes institutions de vulgarisation agricole prônent le retour en force d'une agriculture où les matières organiques occupent la première place. Au-delà de toutes les 'chapelles' qui sont nées depuis ce demi-siècle, ce traité résume les tenants et les aboutissants de cette agriculture et des résultats qu'il est convenu d'en attendre. Basé sur les publications scientifiques officielles,

celles de la recherche jusqu'à décembre 2010 et l'expérience sur le terrain dans toutes les professions agricoles, il offre une vision nouvelle des champs (ou du simple carré de potager) et de la manière de les cultiver.

Puisse le lecteur en tirer le plus grand profit pour lui-même, ses congénères et sa descendance.

Nota bene : Le lecteur pourra commencer l'approche de ce traité par la Seconde Partie, beaucoup plus pratique et d'un langage plus commun, mais il lui manquera les connaissances théoriques essentielles sur les activités des organismes détaillées dans la Première Partie. Ce sont ces activités, que tous les professionnels doivent avoir à l'esprit, enfin comprises et encouragées dans les parcelles, qui sont à l'origine de la révolution écologique et de la « Nouvelle Agriculture », la vraie agriculture biologique qui s'annoncent et dont le slogan est : « Nourrir le sol pour nourrir les hommes ».

C'est un plaisir pour nous de dédicacer ce livre qui résume l'immense travail des biologistes des sols

Lorsque nous avons écrit, « Le sol, la terre et les champs » en 1989, nous passions pour des scientifiques irréalistes car les tenants de la « révolution verte » considéraient que la biologie du sol n'avait pas sa place en agriculture . C'était l'époque où l'agriculture n'était plus cette activité millénaire qui nourrissait les hommes grâce au travail de millions d'agriculteurs, mais une activité dominée par les idéologies du tout chimique ou du tout « bio ». Nous expliquions à cette époque que seule l'étude scientifique des relations complexes et fondamentales qui relient le sol, les microbes, les plantes, les animaux et l'homme permettrait de nourrir l'humanité, mais ceci n'était guère d'actualité, heureusement depuis les mentalités ont évolué. Il ne s'agit pas de créer une nouvelle méthode miracle, mais il faut étudier, à la lumière de la science, les pratiques ancestrales et empiriques des paysans du monde pour les développer et les améliorer. Ce livre reprend, complète et diffuse nos propos.

Après des années de luttes idéologiques, les hommes comprennent enfin que ce n'est pas d'une chapelle dont l'agriculture a besoin mais d'une approche scientifique de cet écosystème complexe qu'est le champ. Ce livre pourra sembler ardu pour des néophytes mais le chemin de la connaissance est difficile, ce n'est pas un long fleuve tranquille. Ce livre a l'immense mérite de montrer que le sol est le milieu le plus complexe du globe et qu'il demande une étude scientifique approfondie pour pouvoir être cultivé de façon pérenne. Il démontre que l'agriculture biologique de demain sera scientifique ou ne sera pas. Cela suppose bien sûr une grande connaissance du fonctionnement des sols. Le métier d'agriculteur ne se limite pas à labourer, épandre des engrais, semer des graines OGM et traiter ses plantes aux herbicides, insecticides ... Le métier d'agriculteur est le plus complexe du monde car il consiste à gérer l'écosystème agro sylvo pastoral et ceci ne peut se faire sans des bases solides en pédologie, biologie des sols, botanique et zoologie. Nos lycées agricoles devaient être des lycées de sciences et non des collèges de techniques agro industrielles.

Ce livre expose en détail ce que nous expliquions depuis plus de 20 ans aux agriculteurs : Ce n'est pas avec N,P,K que l'on peut faire une agriculture durable mais avec du carbone c'est-à-dire de la matière organique qui est la source fondamentale d'énergie du monde vivant du sol. Ce n'est pas avec une charrue que l'on assouplit le sol mais avec des racines de plantes intercalaires. Ce livre explique bien le rôle des microbes du sol sur la pédogénèse et sur la nutrition des plantes. Notre enseignement ne s'est donc pas fait en vain et il est très encourageant pour nous de voir des « élèves » comme Christian Carnavalet poursuivre notre travail d'explication et d'enseignement du rôle de la biologie des sols dans la fertilité de ceux-ci.

Ce livre prouve que maintenant le développement d'une véritable agriculture biologique scientifique et pratique est en marche et qu'en comparaison de cette nouvelle agriculture la révolution verte semble bien archaïque.

Le lecteur pourra trouver dans ce livre les diverses applications de la biologie du sol à toutes les formes d'agriculture : Céréaliculture, maraichage, viticulture, arboriculture, et même à la culture des jardins et des gazons. On comprend par cet ouvrage que la biologie des sols n'est pas une science réservée à quelques scientifiques spécialisés mais qu'elle est à la base de l'agriculture de demain.

*Claude et Lydia Bourguignon
Marey sur Tille Mars 2011*

SOMMAIRE

Résumé
Préambule

Première partie : Les Outils de l'agriculture biologique

LA VIE ANIMALE ET VEGETALE DANS LE SOL

- Introduction.....

1- le sol

1-1 Formation Des sols

1-2 Nourrir les sols

2- la vie biologique des sols

. les bactéries.....

. les champignons

. les mycorhizes

. le consortium bactéries-champignons

- Conclusion intermédiaire.....

. les algues

. les protozoaires.....

. les nématodes.....

. les arthropodes

. les vers de terre

. les acariens et les collemboles.....

. les insectes ptérigotes

. les myriapodes.....

. les groupes secondaires.....

Deuxième partie : la pratique sur le terrain

L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE : le pilotage des écosystèmes ou la « diététique des sols »

- Avis au lecteur

- Introduction.....

1- Les plantes

1-1 Les éléments constitutifs de la matière végétale

1-11 les éléments en provenance de l'atmosphère.....

a) le carbone

b) l'hydrogène

c) l'azote

2- Le sol

2-1 Son rôle.....

2-2 Sa structure

3- Les matières organiques végétales

3-1 Le rôle des matières organiques

3-2 De l'origine aux nutriments

3-3 Rôle et importance de la matière organique soluble.....	
4- La vie du sol	
4-1 Vers de nouveaux systèmes de culture	
4-2 L'entretien de la biomasse du sol.....	
4-3 Rétablir et entretenir les réseaux édaphiques	
4-4 Gérer les organismes du sol	
4-41 le réseau édaphique	
4-42 le réseau trophique des sols.....	
4-43 la rhizosphère	
a) une zone de vie	
b) une zone d'alimentation	
4-5 Le cycle des nutriments à l'intérieur des sols	
4-6 Mise au point sur le pH	
4-7 Les phénomènes de la décomposition des M.O.....	
4-8 Le cas particulier de l'azote	
4-81 les différentes formes d'azote dans le sol	
a) les formes minérales	
b) les formes organiques	
c) l'azote atmosphérique fixé par les bactéries	
c-1) les bactéries libres	
c-2 les bactéries symbiotiques	
5- La fertilisation en agriculture biologique.....	
5-1 Principe généraux.....	
5-2 Comment s'y prendre.....	
5-21 Le programme de fond : alimenter les organismes du sol.....	
5-22 les chiffres à prendre en compte.....	
5-3 Calcul du ration extrants/intrants : un poste mineur	
5-4 La M.O. dans tous ses états	
5-4.1 La M.O.et les systèmes racinaires des cultures	
5-4.2 La M.O. et l'action sur la biologie des sols	
5-4.3 La M.O et l'action sur la chimie du sol.....	
5-5 La gestion des M.O. « la diététique du sol »	
5-5.1 Principes généraux	
6- Ingénierie écologique des écosystèmes cultivés.....	
6-1 Les grandes cultures.....	
6-1.1 Réorganiser son exploitation	
6-1.2 Le travail du sol en agriculture biologique	
6-1.3 La gestion pratique de la M.O. aux champs	
6-1.4 Les cultures associées.....	
6-1.5 Les rotations : un rôle agronomique et commercial	
6-1.6 Conclusion	
6-2 Les plantes pérennes sur rangs : vignes, vergers, lavandes... ..	
6-2.1 L'aberration d'un système	
6-2.2 Les remèdes.....	
6-2.3 Les plantes de la biofertilisation	
6-2.4 Le goût du terroir : l'importance des mycorhizes.....	
6-2.5 Conclusion	

6-2.6	Le cas particulier des producteurs de lavandes/lavandins	
6-3	le maraîchage biologique.....	
6-3.1	Importance de la valeur nutritive des aliments	
6-3.2	Physiologie végétale et densité nutritionnelle.....	
6-3.3	Importance du système de culture et métabolite secondaires	
6-3.4	Importance de l'après-récolte	
6-3.5	L'environnement des cultures	
6-3.6	Les avantages liées aux techniques maraichères biologiques	
6-3.7	Redessiner l'assolement de son exploitation	
6-3.8	La production de biomasse végétale pour les organismes du sol.....	
6-3.9	Le travail en serre.....	
6-3.10	Conclusion.....	
6-4	le jardin biologique	
6-4.1	Qu'est-ce qu'un jardin ?	
6-4.2	Le rôle négatif des intrants chimiques	
6-4.3	Le rôle négatif du jardinier	
6-4.4	Remèdes.....	
6-4.5	Le jardin biologique : les solutions pratiques	
6-4.6	Les amendements organiques de surface	
6-4.61	Les amendements « verts »	
6-4.62	Les amendements « bruns »	
6-4.63	Le paillage des sols.....	
6-4.64	Le B.R.F. : le bois raméal fragmenté.....	
6-4.7	Les amendements microbiens ou « Thés de composts »	
6-4.8	Les inocula mycorhiziens.....	
6-4.9	Les gazons	
6-4.10	Les arbres	
6-4.11	Les « mauvaises herbes »	
6-4.12	Conclusion.....	
	Conclusion générale.....	
	- Références bibliographiques.....	
	- Mémento pratique :.....	

RESUME

La communauté scientifique reconnaît que grâce à leurs activités physiques et métaboliques à la surface de la terre, plus d'un trillion d'organismes vivants en constante interaction mutuelle participent chaque année au transfert de plusieurs centaines de millions de tonnes d'éléments, à travers l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère. Elle accepte également que ces processus biogéochimiques déterminent la fertilité des sols, la qualité de l'air et de l'eau, ainsi que l'abondance et la diversité des ressources biologiques. Cette même communauté scientifique conclue ainsi que le fonctionnement des écosystèmes contrôle la vie sur Terre, pour l'Humanité et l'ensemble des êtres vivants.

Nous allons montrer, au travers de l'analyse de sa propre littérature, qu'elle affirme également que ces processus biogéochimiques aboutissent à un équilibre sanitaire remarquable au niveau des écosystèmes tant animaux que végétaux, macroscopiques que microscopiques.

Les chercheurs du monde entier ont étudié à ce jour suffisamment de processus utilisés par ce trillion d'organismes vivants et ils ont expliqué avec une efficacité, certes relative au regard de la complexité des processus, l'interactivité mutualiste bénéfique que ces organismes pratiquent entre eux et avec leur biotope pour (i) qu'on puisse en tirer des conclusions pratiques pour la conduite d'une vraie agriculture biologique, (ii) guider et favoriser ces processus dans les sols par la pratique des apports de matières organiques et (iii) reproduire des échantillons, certes éphémères, de ces organismes vivants pour les utiliser en inocula des sols ou en matériel phytosanitaire.

Nous ferons entrer le lecteur au cœur des écosystèmes, tout en restant compréhensible (ce manuel se veut à la portée de tous) pour qu'il comprenne pourquoi la vraie agriculture est simple. Lorsque le cultivateur guide et utilise une partie de ce trillion d'organismes vivants, responsables de tous les processus biogéochimiques sur terre, il devient le chef du plus bel orchestre qui puisse exister, celui où chaque pupitre joue sa partition avec une redoutable efficacité.

Tout un chacun, aujourd'hui, jusqu'aux plus hautes autorités scientifiques et politiques, connaît et admet l'importance du non renouvellement des humus, de l'emploi des pesticides et de la déforestation dans la dégradation du climat, les érosions, les inondations et la famine d'un milliard d'individus.

La recette pour revenir à un monde plus équilibré est simple et elle passe par ce trillion d'organismes vivants en constante interaction mutuelle et avec leur biotope où les plantes, mortes et vivantes, jouent un rôle non négligeable. Comme la production de plantes est l'activité humaine qui influe le plus directement sur ces organismes, c'est par une agriculture respectueuse de ces microorganismes que viendra une partie du salut.

De plus, cinquante ans d'exercice de cette agriculture plus respectueuse de l'environnement conduite sur des millions d'ha, sous toutes les latitudes et tous les continents, par des agriculteurs épaulés par des scientifiques responsables, nous donnent le recul nécessaire pour affirmer que cette voie est bonne, si ce n'est la seule et unique voie à suivre...

Ce manuel permettra au lecteur de comprendre et de tirer son plan de travail, sa propre feuille de route pour arriver à devenir ce chef d'orchestre à la baguette incisive.

Faut-il labéliser cette agriculture et l'enfermer dans un carcan règlementaire ? Cette tentation humaine de tout figer dans des normes écrites n'existe pas dans la Nature. Mais en réalité, qu'importe le nom.

La vérité est toujours simple quand on la connaît. L'agriculture qui organise la biologie dans ses parcelles pratique cette simplicité et elle conduit ceux qui s'y adonnent à l'intérieur d'un monde extraordinaire.

Après avoir étudié les comportements individuels puis l'attitude des micro-organismes des sols entre eux, leurs activités bactériophages, mycophages, phytoparasites, microherbivores, nous verrons comment fonctionne une plante puis nous donnerons, secteur par secteur, les techniques pour développer et faire vivre dans le sol toute la communauté des êtres vivants.

L'agriculture biologique est fondamentalement basée sur l'utilisation par l'agriculteur de cette communauté pour la conduite de ses cultures. Idem pour le jardinier ou l'horticulteur, le maraîcher ou le viticulteur, l'arboriculteur, le lavandiculteur, etc... Toute personne qui veut cultiver un sol pour produire doit d'abord connaître la personnalité de chaque microorganisme et ce qu'il est susceptible de lui apporter comme aide pour ses productions.

La multitude des espèces d'êtres vivants dans les sols et sur la phyllosphère (les parties aériennes) parviennent à un parfait équilibre écologique quand l'homme n'intervient pas. Chaque représentant apporte son lot d'éléments nutritifs, de vitamines, d'enzymes, d'antibiotiques ou d'actions prédatrices sur les autres communautés pour que l'interaction de tous ces éléments empêche une colonie phytophage ou un insecte d'envahir le milieu.

*Tous les *Bacillus thuringiensis*, *B. subtilis* (fungi), *Beauveria bassiana* (fungi), *Steinernema carpocapsae* (nématode), *Steinernema kraussei*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens* (bactéries), *Azospirillum* et *Striga* (bactéries), etc... que la science et l'industrie nous proposent en biopesticides ou biofertilisants, existent à l'état naturel dans les sols et ils sont certainement bien plus efficaces à ces stades libres et probablement symbiotiques et/ou associatifs avec d'autres bactéries et champignons, que seuls, en présentation commerciale à mettre dans un pulvérisateur.*

Aux cultivateurs de faire en sorte que ces organismes abondent dans leurs sols. Les recettes sont données en seconde partie de ce manuel.

Ce manuel pratique guidera le quotidien de l'agriculteur, du jardinier professionnel ou amateur, du maraîcher, de l'horticulteur ou simplement donnera au citoyen du monde, le confort intellectuel de savoir ce qu'est vraiment l'agriculture conduite avec l'activité « biologique » des sols et comment elle doit être pratiquée.

LE JARDIN BIOLOGIQUE

Création Entretien

VI-4.1) Qu'est-ce qu'un jardin ?

Des milliers d'ouvrages parlent des jardins, de leur histoire, de leurs rôles, de leurs mythes, de leurs plantes, de leurs formes, couleurs, matériaux, des sensations qu'ils procurent, des réflexions qu'ils inspirent, des influences qu'ils ont sur l'esprit des hommes, etc...

Lié aux origines de l'humanité, le jardin est dans tous les témoignages écrits. Adam, selon l'Ancien Testament, a été le premier botaniste fondateur du premier jardin botanique en donnant un nom à chacune des plantes sur lesquelles son regard se portait. Depuis, des milliers de passionnés de plantes ont élaboré des manières de les assembler dans ce qu'il a été convenu d'appeler un « jardin ».

Un jardin est, par principe, fragile comme les plantes, évanescent, sauf à avoir été architecturé par des maçonneries (murs, bassins, escaliers, fontaines, promenades, grottes, etc...) ou des arbres, des bosquets, des mouvements de terrains importants et caractéristiques (buttes, ponts, ruisseaux, canaux, etc...) avec suffisamment de savoir-faire et de rigueur pour que les outrages du temps et de l'abandon n'en altèrent pas complètement les traits.

Mais à l'échelle d'une vie de jardinier, la pérennité d'un jardin se construit par les racines de ses plantes. Si l'architecture, faite de pierres bâties, traverse les siècles, les seules plantes à accompagner l'œuvre des maçons sont les arbres, architectures de cellules végétales qui peuvent se renouveler pendant des siècles.

Pierres et arbres ont des destins similaires de longévité et de transformation.

Mais à notre échelle mortelle, le jardin moderne et les jardins historiques rénovés n'ont de perspectives vivantes que par leurs racines, celles qui puisent dans le sol les substances minérales et l'eau que l'air environnant ne peut pas fournir. A l'instar de leurs cousines céréalières, fruitières, vigneronnes et légumières, les plantes décoratives s'alimentent de la même façon et dépendent toutes des mêmes processus biogéochimiques pour 5% de leur alimentation.

Cette alimentation en minéraux par les racines dépend de l'activité microbienne tellurique, elle-même sous la dépendance d'une alimentation en matières organiques variées et constante.

Au jardin d'agrément, il est donc indispensable de raisonner de la même manière la fertilisation des plantes que pour les productions vivrières, en l'occurrence la fertilisation par les cycles naturels des éléments : décomposition des matières organiques, restitution par les bactéries et les champignons microscopiques des ions et cations qui seront recyclés dans de nouveaux assemblages moléculaires.

Un agriculteur, un maraîcher, un arboriculteur, un viticulteur, un horticulteur ou un jardinier sont des professionnels. Se sont des pilotes de Formule1, car la terre des champs avec ses milliards de microorganismes est un moteur V10 puissance 1000. Ces professionnels se doivent d'avoir les connaissances et les capacités supérieures au commun des mortels en matière de conduite agronomique. L'instinct et la bonne volonté ne suffisent pas, il faut des connaissances précises.

L'amateur, avec son potager et son jardin d'agrément, tirera lui aussi de grandes satisfactions à l'apprentissage de ces connaissances et à leurs applications au jardin.

Ainsi, que l'on soit néophyte ou professionnel, tout un chacun a trouvé dans les pages de ce traité d'agriculture biologique les dernières connaissances scientifiques sur les mécanismes qui unissent les êtres vivants dans la mise en place des phénomènes de croissance des plantes. Toutes les connaissances acquises dans les chapitres précédents vont s'appliquer au jardin : tous les êtres vivants dans les sols sont solidaires au sein de la chaîne alimentaire pour que l'air qui contient le carbone, l'oxygène et l'azote deviennent matière végétale et pour que les roches qui contiennent le calcium, le fer, l'aluminium, le manganèse, le soufre, le zinc, le cuivre, le phosphore, etc... entrent également dans la constitution des tissus végétaux.

Les plantes ont pris l'ascendant sur ce monde souterrain afin de commander et diriger ces organismes et leurs activités chimiques pour s'assurer une nourriture abondante et régulière, et la solidarité de ce monde souterrain s'exprime pour que tous puissent vivre une harmonie (très relative) le temps de leur courte vie.

Ce monde souterrain est en perpétuel mouvement et le jardinier en est de guide.

Des animaux et des végétaux la plupart du temps microscopiques se côtoient, se dévorent, s'empoisonnent, s'associent, se livrent des guerres ethniques ou fratricides pour s'emparer de la nourriture disponible, rejettent dans le sol des quantités de substances chimiques de plus en plus fines, etc...sous le commandement implacable des plantes qui orchestrent ces guerres édaphiques pour leur seul bien-être. Toutes les plantes élèvent au plus près de leurs racines, par des distributions parfois massives de nourriture des bactéries, des ascomycètes et des champignons afin de s'assurer un ravitaillement facile en minéraux, en eau, en antibiotiques, etc... et atteindre leur but : une croissance la plus harmonieuse et saine possible.

Créer cet équilibre de vie demande à la Nature de très nombreuses années et les terrains sur lesquels l'homme jette son dévolu pour y bâtir ses maisons puis ses jardins est en premier lieu défoncé par les pelles mécaniques qui le détruisent en quelques minutes, retroussant la

terre pour la mettre en tas ou mieux, l'exporter en la vendant. Les terres stériles issues des décaissements pour les fondations et les tranchées d'assainissement seront régaliées en surface pour compenser ces ventes.

Dans la plupart des cas, les jardins sont enfantés dans le crime organisé à l'encontre des organismes vivants telluriques, bâtis sur des terres stériles qui nécessiteront des années avant de devenir fertiles, à condition que les systèmes de plantations et d'entretien prévoient un minimum d'apports de matières organiques pour amorcer l'éveil des organismes survivants et l'ensemencement microbien sans lequel la vie ne se réinstallera que difficilement.

Les jardins sont une maquette de la Nature où tous les écosystèmes sont reproduits, concentrés en un même lieu : montagnes, plaines, ruisseaux, prairies, forêts, bosquets, arbre isolés, champs labourés, etc...

Avec ses massifs, ses arbres, son gazon, ses plates bandes d'annuelles, de vivaces, ses rochers, ses terrasses, ses allées, ses ponts, ses murets, etc... un jardin permet de réunir tous les systèmes d'exploitation du sol tel que la Nature nous les donnent à voir, mais à échelle réduite. Les arbres vont puiser dans la profondeur du sol les minéraux qu'ils livreront aux arbrisseaux par la chute de leurs feuilles, créeront une alternance d'ombre et de soleil qui provoquera des conditions de vie acceptables pour les arbustes qui eux-mêmes pratiqueront la protection du sol et formeront une litière de feuilles plus petites, permettant la vie des animaux de la mésofaune.

Les diverses strates végétales sont présentes et occasionnent la mise en place des réseaux édaphiques indispensables à la vie communautaire entre les plantes et les organismes qui les aident à exister.

Mais cette vie passe par la terre, par le bouillonnant tumulte de l'activité microscopique des bactéries, champignons, protozoaires, mycorhizes, nématodes ou plus visibles des collembolles, acariens, cloportes, larves de diptères, de coléoptères, les cloportes, les acariens, les myriapodes, les vers de terre, etc...

La litière de feuilles restées sur le sol, qui implique le non labour, fait travailler la faune et la flore dans des conditions aérobies et permet d'améliorer les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol sans travail humain. Elle permet la captation des dépôts d'Ingham, constitue le garde-manger des vers de terre anéciques qui descendent les M.O. en profondeur. Elle conserve l'humidité, assure un tampon isolant et régulateur de la température de surface du sol et empêche la levée sous tous azimuts des graines sauvages. De plus, toute cette matière organique attirent staphylins, scarabées, syrphes, carabes, cantharides et autres Diptères, Syrphidae, Coléoptères, Coccinellidae qui sont pour certains des prédateurs remarquables des limaces. Mais surtout, elle crée la réserve minérale et carbonée indispensable qui agira au rythme de la minéralisation et de l'humification des biomasses apportées sur les qualités physiques du sol et l'alimentation des plantes.

La liste est longue des auxiliaires telluriques, aussi important que les abeilles, les papillons, les araignées, les coccinelles, les syrphes et autres insectes aériens utiles par leurs types d'alimentations qui en font d'excellents partenaires phytosanitaires.

La construction d'un jardin, a fortiori son entretien, sont des opérations agronomiques au même titre que la préparation des sols pour les semis de carottes ou de blé, mais avec des techniques spécifiques à cette branche agricole.

A l'origine : la terre

Il convient de différencier les jardins artificiels, issu d'une modification profonde de l'espace, avec transport de terre, de ceux qui sont construits à partir d'une terre originelle, non perturbée par des mouvements importants. Mais qu'ils soient construits sur une dalle en béton ou autour d'une villa, les sols des espaces verts que l'on peut observer un peu partout, présentent les caractéristiques de la quasi totalité des sols de jardins aujourd'hui : morts par asphyxie et compactage, stérilisés par l'usage des fertilisants de synthèse et les produits phytosanitaires.

Les terres retroussées, stockées, manipulées, étalées sur les espaces verts publics et privés sont en règle générale biologiquement mortes. Stockées plusieurs mois, voire années, en tas anaérobies, les microorganismes qui s'y trouvaient sont morts et non renouvelés par absence d'oxygène et de nourriture organique.

Seule subsiste en surface de ces tas une petite activité microbienne mais le chambardement des transports et de mise en place dans les espaces verts la brasse et la disperse dans le volume et lui laisse peu de chance de survie.

Les terres plantées sont donc stériles. Sans amendement organiques, arrosées en excès avec une eau chlorée et enrichies d'engrais (sels minéraux...) elles ne permettent pas l'installation de la microflore et microfaune, vers de terre, arthropodes, acariens, collemboles, etc... qui participeraient à l'élaboration de sa structure, donc de son aération, de sa perméabilité et de sa fertilité naturelle.

Les terres :

- se dégradent : minéralisation de l'humus, diminution de l'activité microbienne
- se compactent : perte de la stabilité structurale et apparition des pierres en surface
- deviennent asphyxiantes et propices aux maladies
- provoquent la mort des plantes, arbres et arbustes.
- favorisent l'apparition des mousses en lieu et place des gazons.

Sans vie microbienne, les terres deviennent de plus en plus compactes. Il s'y développe une flore de marais et une activité microbienne anaérobie extrêmement défavorable à la santé physique des plantes qui s'y trouvent. La résultante en est l'apparition des maladies dues

aux *Pythium* ssp, *Phytophthora* ssp, *Fusarium* ssp ou *Cladosporium* ssp, responsables des pourritures des racines et du collet qui entraînent la mort des végétaux.

La plupart des massifs observés dans les espaces verts sont ainsi clairsemés, envahis par une végétation de mauvaises herbes qui demande peu de substances pour croître.

La plupart des gazons, trop arrosés, sont envahis par des mousses et les mauvaises herbes caractéristiques de la flore des marais : *Agrostis stolonifera* L., *Alisma lanceolatum* With., *Epilobium hirsutum* L., *Equisetum palustre* L, *Glyceria notata* Chevall., *Hieracium piloselloides* (épervière), *Juncus articulatus*, *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Polygonum persicaria* L., *Ranunculus aquatilis* L., *Trifolium pratense* L., *Triglochin palustre* L., *Veronica anagallis-aquatica* L. sans compter les *Cypérus* ssp, les *Taraxacum officinalis* (pissenlit) et les graminées annuelles.

Cette flore montre bien l'état de déstructuration des sols en place et l'impossibilité pour les microorganismes et les racines d'y trouver l'oxygène nécessaire à leur survie.

Les jardinières sur les balcons, les terrasses des immeubles ou les jardins suspendus sur dalles de béton ne sont pas mieux lotis. Se sont des espaces artificiels par excellence, dépendant à 100% des soins qui leurs seront prodigués. L'importance du regard du jardinier et son savoir-faire sont donc capitaux.

Le jardin amateur ou le jardin professionnel, même s'ils sont logés à deux enseignes différentes pour les moyens financiers consacrés à leur création et entretien, sont logés à la même enseigne en ce qui concerne la carence des soins adaptés et la lente dégradation chimique qui abouti à la mort prématurée des plantes. Plus grave encore, sous prétexte d'esthétique, et depuis l'apparition des souffleurs thermiques, la totalité des feuilles tombées au sol est ramassée et enlevée.

En dix ans, se sont 5 à 10t/ha de minéraux qui sont exportées mais surtout 9 à 13 t d'humus qui se sont minéralisés et qui n'ont pas été remplacés. Or l'humus tiré de ces feuilles sert à construire la structure du sol, à permettre aux pluies de pénétrer, favorise l'activité microbienne en surface, etc...

VI-4.2) LE ROLE NEGATIF DES INTRANTS CHIMIQUES

Plus que tous les autres espaces agricoles, les jardins concentrent les mauvaises approches conceptuelles et les techniques destructrices de la vie microbienne des sols. De plus, dans les jardins, tous les phénomènes de dégradation des systèmes écologiques sont accélérés.

La conception moderne des jardins fabriqués par les professionnels des espaces verts est basée sur un ensemble d'aberrations agronomiques majeures. Conçus comme des tableaux vivants, dans lesquels le client ou le public peut entrer, seuls sont pris en compte les qualités

esthétiques des espaces, leurs rythmes, les formes et les couleurs des plantes, et la manière dont l'entretien « a minima » va pouvoir se faire. On installe donc des systèmes d'arrosages automatiques forts coûteux, excellent sur le principe, mais qui se révèlent mortel par la suite. Les apports d'eau trop fréquents, trop copieux, accélèrent la minéralisation de l'humus, tassent le sol, lessivent les éléments minéraux encore libérés par l'activité microbienne décroissante, désinfectent les sols par l'apport régulier de produits chlorés et font mourir la microfaune et la microflore, entraînant le développement des pathogènes vivants en conditions asphyxiantes.

Pour compenser la dégradation et l'appauvrissement des sols, lié aux techniques utilisées, le jardinier amateur ou professionnel entre dans le cercle infernal de l'usage récurrent des apports d'engrais et l'utilisation, souvent de manière préventive, des produits phytosanitaires (insecticides, fongicides) qui tuent également les microorganismes protecteurs non pathogènes de la phyllosphère et les microorganismes telluriques en retombant sur le sol.

En l'absence, de plus en plus généralisée des apports de matières organiques de type fumier, pour des raisons évidente de coûts d'achat et de rareté, les jardiniers utilisent les engrais chimiques plus rapides d'action, même si les industriels les ont enrobés de coques régulant leur libération afin de pallier les risques d'intoxication et de pollution des eaux souterraines. Aujourd'hui, sous la pression du retour aux valeurs naturelles et du BIO, ils utilisent de plus en plus les engrais organiques. Mais ces leurres, ces ersatz d'engrais chimiques vendus sous une forme écolo-compatible avec les mœurs du moment et pompeusement nommés « engrais organiques », apportent toujours les mêmes molécules de synthèses chimiques. Les engrais organiques du commerce sont la plupart du temps un enrobage de produits chimiques par des matières organiques souvent d'origines animales, rebuts des équarrissages. Même s'ils sont libérés en quantités moindres parce que leurs poids en % est moindre dans les sacs d'engrais, les molécules d'origines synthétiques n'en sont toujours pas moins présentes...

Les vrais « engrais » organiques sont les végétaux purs, tiges, feuilles, rameaux, racines, rafles, hachés, broyés et parfois compressés en pellets, petits cylindres de quelques millimètres de diamètres et d'un centimètre de long.

La notion d'engrais est néfaste et renvoi à l'alimentation chimique. Les végétaux de jardins, comme leurs cousins des grandes cultures, de la vigne, du maraîchage, n'ont pas besoin d'engrais pour croître, mais uniquement des minéraux mis à disposition de leurs racines par les activités biologiques des sols. Ces minéraux proviennent des roches et des matières organiques décomposées par l'activité microbienne.

En agriculture tout autant qu'en jardinage biologique, parler d'engrais est un non-sens car les plantes ne se nourrissent pas, elles puisent dans la réserve du sol les résultats des activités biogéochimiques engendrées par les racines, les organismes vivants et les réactions naturelles entre éléments ioniques et cationiques.

Les principales sources d'intrants chimiques

Les engrais et l'eau d'arrosage constituent les principales sources d'intrants chimiques qui détruisent lentement les sols. Si les êtres humains, grands mammifères résistants plébiscitent la consommation d'eau minérale en bouteille en réponse aux produits chimiques résiduels dans l'eau du robinet, imaginons l'impact de cette même eau sur des animaux microscopiques des sols qui les reçoivent, sur la chimie de la solution du sol et les phénomènes de décomposition/recomposition des matières organiques, sur la formation/déformation du complexe argilo-humique, etc...

Les chlorures et le sodium apportés par l'eau d'arrosage de ville interagissent pour limiter l'absorption des éléments comme le calcium, la potasse, le magnésium, l'azote...

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . L'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg, K, N, P et Ca dans la plante. Ce déséquilibre nutritionnel est une des causes des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitants.

Le chlore inactive les bactéries, les virus et les protozoaires en quelques minutes. C'est pourquoi il est largement utilisé pour la potabilisation de l'eau. Mais il ne sélectionne pas les bonnes ou les mauvaises bactéries. Il tue sans restriction. La présence de Cl^- dans les sols inhibe également l'absorption de NO_3^- et diminue la concentration en phosphore dans les feuilles, bloque l'assimilation du fer... Le chlore apporté régulièrement par l'eau d'arrosage dégrade inexorablement la structure du sol et empêche une alimentation normale des plantes.

Les feuilles jaunissent, le sol se compacte, les plantes finissent par mourir faute de pouvoir s'alimenter et de photosynthétiser.

VI-4.3) LE ROLE NEGATIF DU JARDINIER

Selon l'enquête sur les pratiques en espaces verts publics (Schneider P., Le Bozec A., 1995) et préconisé par l'ADEME, nous retiendrons le ratio d'1kg/m² de déchets produits dans les jardins soit, pour comparaison avec l'agriculture, un total de « résidus de cultures » de 10t/ha, ce qui place le jardin à 1.5t/ha à 2t/ha de production de matières sèches, juste de quoi compenser les pertes annuelles d'humus minéralisé et les prélèvements des plantes.

Production annuelle de biomasse au jardin :

Déchets végétaux : 1Kg/m² soit 1 tonne pour 1000 m² soit 10 tonnes/ha

Cela veut également dire que ces 10t de feuilles et branchages/ha, comme elles sont généralement (et stupidement) exportées vers les décharges ou brûlées, font perdre annuellement 100kg de minéraux/ha et 1900kg de carbone, oxygène, hydrogène : nourriture énergétique pour les organismes du sol dont ils se passeront à l'avenir. Mais à

force de s'en passer, ils meurent, à considérer qu'ils aient été présents, compte tenu de l'état de la terre initiale au moment de la création du jardin. Et à force d'exporter la matière première alimentant (i) la vie animale et fongique du sol, (ii) les mécanismes biogéochimiques et (iii) le renouvellement de l'humus, le sol meurt lui aussi, se tasse, se recroqueville, fait ressortir ses pierres qui envahissent les massifs et le gazon, la mousse apparaît, le gazon laisse place à des adventices et le jardinier ou le propriétaire du jardin, naïf et ignorant que les pissenlits sont réellement signe de mort, crie victoire « - Que c'est beau ! » car avec les pâquerettes qui apparaissent également, ils fleurissent la verdure restante.

Quel agriculteur accepterait que son semis disparaisse sous l'envahissement des adventices et meure, oblitérant la récolte? Pourquoi le jardinier tolérerait que son semis de graminées, destiné à construire un tapis homogène, esthétique, à vocation ludique, soit envahi par ces mêmes adventices ?

Si le jardinier veut des fleurettes, qu'il les sème mais qu'il ne s'enchant pas de leur venue spontanée au milieu de ses gazons car comme fleurissent les cimetières début novembre, c'est la fête de la mort que l'on célèbre. La floraison progressive d'un gazon est signe d'agonie de la terre qui le supporte. Pour un jardinier biologiquement sensible et averti, c'est le signal d'un danger de mort imminente !

Eliminer les branches et les feuilles des plantes par la mise en décharge ou le brûlage des résidus des tailles est une aberration agronomique majeure. En effet, éliminer la matière organique produite à partir des minéraux puisés dans le sol en place expose celui-ci à un épuisement que l'excès d'eau d'arrosage accélère à vitesse grand V.

Compenser ces pertes par des apports chimiques ne résout qu'une faible partie du problème. Il manque le renouvellement de la matière qui

- (i) fabrique la structure des sols par l'activité microbienne et les réactions chimiques induites
- (ii) alimente la vie microbienne au rôle indispensable sur la bonne santé de la végétation par production de métabolites secondaires.

Les explications scientifiques, tant agronomiques que microbiologiques sont maintenant très claires sur cette dégradation des sols. Pour y remédier, les techniques sont également très simples et utilisées sur des millions d'ha de terres agricoles, golfs et jardins à travers le monde.

VI-4.4) REMEDES

La problématique est simple : il y a d'un côté la terre (le support) et de l'autre son complément l'activité microbienne (bactéries, champignons, acariens, collemboles, nématodes, arthropodes, vers de terre...). L'un sans l'autre ne peut pas permettre la croissance des plantes!

Bien qu'une graine ou une bouture puisse se développer quelques temps de manière autonome, les plantes issues de ces deux modes de propagation activeront leur réseau édaphique par l'intermédiaire de leurs rhizosphères. Leur survie dépendra alors de la présence des microorganismes de type bactéries, champignons et mycorhizes mais en l'absence de ces auxiliaires telluriques, quelque soit la plante, l'agonie va commencer et se poursuivre inexorablement jusqu'à la mort.

L'activité microbienne est souvent détruite par des pratiques néfastes mais heureusement, les terres, contrairement aux morts de nos cimetières, possèdent toujours un potentiel de résurrection.

Tout support inerte peut être réensemencé de vie microbienne. La terre fournit le cadre de vie et les éléments minéraux. Le jardinier, par l'apport de matières organiques et/ou l'apport direct d'amendements microbiens peut réenclencher l'activité microbienne.

Nombreuses sont les actions déjà entreprises par les professionnels des jardins, qui tentent d'approcher le jardin par le côté écologique :

- réductions des engrais chimiques de synthèse
- réduction des produits phytosanitaires chimiques de synthèse
- emplois d'engrais organiques
- emplois « d'auxiliaires » animaux, fongiques ou bactériens en guise de traitements phytosanitaires.

Ces techniques (excellentes) sont les premier pas à effectuer mais elles restent cependant dans la logique d'un raisonnement 'chimique' de l'entretien des espaces verts. On supprime le « chimique » et on répond au coup par coup par l'usage de produits qui semblent plus « naturels ». Mais le vrai jardin biologique ne se conçoit pas par réaction de défense contre une agression ou une mauvaise technique.

La solution passe par une autre approche : le retour aux fondamentaux de la vie des plantes, de leur installation dans un sol vivant et de leurs associations, multiples et particulièrement efficaces, avec le réseau trophique des sols.

Ce travail naturel et spontané du réseau trophique, lorsqu'il est parfaitement maîtrisé, assure une croissance importante et régulière, une meilleure induction florale, des plantes saines grâce aux apports d'éliciteurs biochimiques ou d'antibiotiques par les bactéries et les champignons.

Un jardin est en fait un ensemble de cultures disposées de manière agréable au lieu d'être rangées sectoriellement, en lignes et par catégories. Les principes de la culture s'appliquent donc avec toutes leurs exigences agronomiques. Le rôle du paysagiste est de casser l'ordonnancement des types « plantations en ligne » pour éclater les végétaux selon d'autres ordres et d'autres concepts, bien que dans un certain nombre de cas, la taille des massifs résume la plantation à des lignes d'arbustes de type élevage en pépinières. A bien y regarder, chaque massif, qu'il fasse 1m² ou 200m², n'a que sa forme de polygone irrégulier

et l'agencement des feuillages et des couleurs des fleurs pour se différencier du carré de légumes ou du champ de blé, mais le système de plantation qui respecte un écartement régulier entre les plants et entre les lignes restent de type agricole.

Un jardin n'est rien d'autres qu'un assemblage de plantes au milieu d'espaces minéraux. On y retrouve toutes les caractéristiques du paysage : forêts, bosquets, vallons, prairies, champs, routes, places, constructions, étangs, ruisseaux, etc... à une échelle plus réduite, capable d'être dominée par un petit nombre d'individus : les propriétaires du jardin ou une équipe de jardiniers.

Aussi beau soit l'agencement de tous les paramètres du jardin, aussi esthétique et poétique soit le résultat final, les règles agronomiques qui régissent la vie de cet ordonnancement de végétaux restent identiques à celles de tous les végétaux, cultivés ou sauvages : leurs relations avec l'environnement atmosphérique et tellurique. La terre restera le lieu d'ancrage, d'absorption qualitative des minéraux, d'eau et d'entraide interspécifique, en un mot de sociabilité, et l'atmosphère restera le lieu de nourriture privilégié où les plantes puiseront l'essentiel de leurs matériaux de construction.

Un jardin n'évoluera et ne perdurera que si le sol est fertile, propice à la vie microbienne. Or, nous l'avons vu, la plupart des terres servant à la construction des jardins sont stériles. La responsabilité des jardiniers et des paysagistes est donc de penser à redévelopper la fertilité des terres en apportant une attention de premier ordre à la gestion des matières organiques.

Or bien souvent, pour des raisons de lutte contre les mauvaises herbes, les sols sont recouverts de géotextile puis de graviers ou d'écorces, de pouzzolane, de tout-venant, de galets, de pierres... empêchant toutes interventions ultérieures sur l'élevage des microorganismes telluriques par application de matières organiques sur le sol.

Les conséquences de ces incuries se retrouvent au bout de quelques années dans la mort progressive des arbustes par asphyxie racinaire, maladies fongiques au niveau des racines ou du collet, etc... Certes, les mauvaises herbes ne poussent plus, mais les arbustes sont fragilisés, les plus petits meurent les premiers, les autres dégènèrent lentement, perfusés d'engrais chimiques deux fois par an.

Apport de matières organiques: une gestion « au plus près du biologique »

Les matières organiques sont indispensables au développement et à la survie de l'activité microbienne. Mais il faut comprendre que l'activité microbienne des sols dépasse la simple décomposition des matières organiques en allant bien au delà de l'impact sur les sols et leurs fertilités par l'amélioration physique et chimique qu'elles permettent.

Cette activité entretient un réseau extrêmement complexe, mais efficace, de sous produits qui ne sont pas utiles à la croissance des végétaux, mais à leur qualité de vie : les métabolites secondaires.

Tous les métabolites secondaires qui sont exploités pour leurs qualités intrinsèques par l'industrie de la parfumerie, de la cosmétique et aujourd'hui des biopesticides, permettent

naturellement, c'est-à-dire sans intervention humaine, une veille sanitaire propice à la prévention ou l'élimination des prédateurs et des organismes nuisibles.

Dans le sol, l'activité microbienne est intense en particulier dans la zone sous l'influence des racines, la rhizosphère, qui contient plus d'un million de microorganismes par gramme de sol. Les micro-organismes trouvent en effet dans ce milieu des substrats énergétiques libérés par les racines et nécessaires à leurs métabolismes : sucres, acides aminés, acides organiques, hormones... Certains de ces micro-organismes parmi les bactéries, les mycorhizes et de nombreux champignons, sont capables de coloniser efficacement les systèmes racinaires et d'influencer de manière bénéfique la plante en stimulant sa croissance et/ou en la protégeant contre des infections par des agents phytopathogènes

En attirant une flore et une faune microbienne abondante et diversifiées autour de leurs racines grâce à leurs exsudats, les plantes se donnent la possibilité d'une réaction d'immunisation accrue par les éliciteurs émis par ces microorganismes. C'est l'un des piliers de base de l'agriculture biologique.

VI-4.5) LE JARDIN BIOLOGIQUE : LES SOLUTIONS PRATIQUES

Règle n°1 : Tout ce que le jardin produit doit retourner au jardin

Toute terre végétale contient des tonnes de minéraux à l'ha et aucune analyse de terre n'a jamais révélé une déficience minérale. Un blocage, une carence ne signifie pas absence du minéral responsable de la décoloration du feuillage ou de la mort d'une partie de la plante, mais il révèle simplement un déséquilibre temporaire du à la présence excessive d'un autre élément qui « bloque » l'assimilation du bore, du zinc, du magnésium, du fer, etc..., bref d'une mauvaise activité biologique dans le sol.

Au regard des 100kg/ha soit 10kg pour 1000m² de perte minérale annuelle, un jardin peut tenir des siècles sans fertilisation compensatrice des exportations mais il ne vivra pas ces siècles promis parce que l'absence d'activité microbienne entretenue par la matière organique évacuée par le jardinier va détruire progressivement la structure du sol, diminuer sa teneur en oxygène, provoquer l'asphyxie des racines, provoquer la disparition de la flore et de la faune nécessitant de l'oxygène pour vivre, construire un milieu favorable à une faune et une flore néfaste pouvant tirer leur oxygène de la solution du sol et non de l'air.

Lentement, une flore aéro-anaérobie dite 'facultative', adaptée au manque progressif de l'oxygène de l'air va prendre la place des bactéries et des champignons bénéfiques de la chaîne trophique du sol et accélèrera les réactions chimiques de fermentation aboutissant à la formation d'acides impropres à la consommation par les plantes. Les bactéries et les champignons anaérobies, la plupart du temps pathogènes se développeront ensuite au détriment des plantes dont ils provoqueront la pourriture des racines ou du collet. Les champignons anaérobies produisent et sécrètent un système d'enzymes hydrolytiques capables de dégrader les parois cellulaires végétales. Les bactéries aérobies classiques sont

en générale inhibées et tuées par l'oxygène atmosphérique parce qu'en présence d'oxygène, il y a formation de molécules particulières, les peroxydes. Ces peroxydes sont entre autres le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée ... Ce sont des oxydants puissants qui détruisent les molécules organiques (ADN, protéines) et qu'il faut éliminer par des enzymes comme la superoxyde dismutase, la catalase, les peroxydases que sécrètent nombre de bactéries dites 'aérobies' pour compenser leurs besoins indispensables d'oxygène pour vivre.

Les êtres vivants qui ne possèdent pas ces enzymes meurent en présence d'oxygène et sont donc 'anaérobies strictes'.

Ces organismes pathogènes ne peuvent pas incorporer dans leur cytoplasme l'oxygène moléculaire car ils sont dépourvus d'oxydases et des enzymes qui contribuent à inactiver les dérivés toxiques de l'oxygène moléculaire. Ils sont enfin incapables d'utiliser l'oxygène comme accepteur final d'électrons et tirent donc leur énergie de réactions de fermentation dans lesquels les accepteurs d'électrons sont des composés organiques.

Sans structure, sans oxygène, contenant de plus en plus de pathogènes fermentant les matières organiques et acidifiant la solution du sol, la terre des jardins laissée sans soins par des jardiniers inconscients, va engendrer ces paysages de désolation où seuls survivent les arbres plongeant leurs racines dans les profondeurs du sous-sol, donc peu sensibles à la composition du sol de surface. C'est le paysage des grands parcs dont la littérature contemporaine à leur création a vanté la beauté mais que l'on visite, un siècle plus tard, avec stupeur et effroi car les descriptions des allées bordées de massifs d'arbustes, d'arbrisseaux et de plantes vivaces ne correspondent plus à leurs états au moment de leurs plantations. Faute d'apports réguliers de matières organiques et à cause du ramassage renouvelé année après année des feuilles jonchant le sol, la mécanique dévastatrice de la structure du sol s'est mise en marche.

Les jardiniers modernes, avec leur matériel de soufflerie à moteur thermique, s'en donnent à cœur joie pour souffler les feuilles et débarrasser les massifs de la moindre écharde ou brindille. Ignorants les règles agronomiques élémentaires, poussés par la mentalité dominante qui veut au dehors, la même ordonnance qu'à l'intérieur, les jardiniers « nettoient » plus qu'ils ne jardinent ! Ils sont devenus des balayeurs. La tendance de fond de l'évolution des mentalités quand au métier de jardinier est très nette : les appels d'offres des organismes étatiques à tous les échelons administratifs (mairies, départements, régions) concernant les entretiens de jardin ne sont plus, aujourd'hui, réservés aux entreprises de jardins ! Les principaux « jardiniers » de France et de nombreux autres pays sont à l'heure actuelle les entreprises de « nettoyage industriel » qui n'ont pas eu beaucoup de peine à envahir les gazons bordant les parkings qu'elles ont en charge, eux-mêmes bordant les locaux industriels qui sont leurs lieux de prédilection. Les jardiniers ont été remplacés par des nettoyeur-balayeurs dont le seul objectif est de laisser les espaces indemnes de déchets, organiques ou inorganiques. La propreté avant tout, calquée sur les surfaces minérales ou les sols des bureaux ou aucun grain de poussière ou de sable ne doit perturber la vue !

Depuis deux décennies, les jardins du monde se dégradent à vitesse accélérée par défaut d'activité microbienne dans les sols et par les apports d'engrais synthétiques compensatoires

qui déciment les rares organismes vivants encore actifs. Les fumiers ne sont plus utilisés à cause des odeurs, les engrais organiques sont des succédanés peu efficaces.

Le tableau du jardinage mondial s'assombrit dangereusement...

Or l'extrême simplicité des remèdes véritablement biologiques et l'étude financière du coût de l'entretien lié à l'adoption des gestes écologiques écrasent le plateau de la balance du côté du jardinage biologique.

Exit le ramassage des déchets de tontes et les déchets de tailles évacués à la décharge, terminé les paillages artificiels et coûteux pour lutter contre les mauvaises herbes. Economie de travail, de carburant, de temps de transports et d'attente aux quais des déchetteries, de désherbants, d'engrais et réduction drastiques des produits de traitements.

Le jardinage 'BIO' est d'une simplicité déroutante, fait de gestes réguliers qui deviennent routine, mais routine constructive du jardin plutôt que destructrice.

Règle n°2 : réintroduire et entretenir l'activité microbienne du sol par des

- (i) Amendements « verts »
- (ii) Amendements « bruns »
- (iii) Paillis
- (iv) BRF (bois raméal fragmenté)
- (v) Amendement microbien (Thé de compost, macérâts, infusions...)
- (vi) Inocula mycorhiziens

Partant du postulat que la terre des jardins n'est pas riche en activité microbienne, il convient de s'assurer de sa réintroduction et de son maintien.

Il est important de réaliser des apports d'amendements organiques spécifiques (verts et bruns) en lieu et place des engrais chimiques traditionnels. Le plus efficace et économique est de remettre sur site, par broyage, tous les déchets de tailles des massifs. Cette technique est décrite dans un chapitre spécifique ci-après sur le BRF mais nous le verrons, il existe bien d'autres produits adaptés au jardinage pour réaliser ces apports de nourritures pour les organismes vivants des sols.

Rappelons d'abord brièvement l'importance de ces organismes vivants dans les sols.

Au cours de la dégradation de la matière organique les champignons apparaissent comme les premiers colonisateurs des litières. Les premiers colonisateurs fongiques appartiennent au groupe de la pourriture molle (ascomycètes et deutéromycètes) dont certains sont parfois déjà présents dans les tissus vivants des végétaux. Ces microorganismes diminuent la résistance du matériel végétal en provoquant des déméthylations de la lignine et l'ouverture des cycles aromatiques, ce qui permet l'attaque de tous les autres organismes décomposeurs (bactéries et insecte broyeur, vers de terre). Ces moisissures disparaissent rapidement, et permettent l'apparition de nouvelles espèces, en nombre variable, parmi lesquelles on trouve

les champignons de la pourriture brune (basidiomycètes). Ces derniers dégradent efficacement la cellulose et les hémicelluloses, et plus difficilement la lignine. Enfin, les champignons de la pourriture blanche interviennent dans les processus de dégradation grâce à un pool très important d'activités enzymatiques pouvant permettre, dans certains cas, une minéralisation complète de tous les polymères organiques constitutifs des litières.

Les bactéries jouent un rôle clé dans la décomposition des M.O. et l'alimentation des plantes par la libération des ions qu'elles effectuent. Travaillant de concert avec les champignons, elles attaquent les matières plus azotées, plus tendres et les produits de décomposition issus de l'activité fongique. Mais leur rôle va au-delà de la minéralisation des résidus de la litière. De part leur petite taille, leur agglutinement aux particules des sols et leur présence au plus près des racines, elles fixent les aliments dans la rhizosphère et empêchent tout lessivage. Leur mort naturelle ou leur digestion par leurs prédateurs libèrera régulièrement les éléments retenus dans leur structure cellulaire, notamment l'azote. Les ions libérés au plus près des racines seront facilement absorbés et entrainer à l'intérieur des tissus végétaux.

Un nombre indéterminé de bactéries peut favoriser la croissance des plantes hôtes par divers mécanismes tels que la fixation d'azote (N_2) et la solubilisation d'oligoéléments tels que le phosphate (P), la synthèse des phytohormones ou de vitamines et en diminuant la toxicité des métaux lourds. Un nombre encore inconnu de rhizobactéries est capable d'agir directement sur les agents pathogènes (par compétition vis-à-vis des éléments nutritifs ou de l'espace, par antibiose ou par parasitisme), ou indirectement via l'induction d'une résistance systémique (ISR) chez la plante hôte, ce qui engendre une protection contre un grand nombre d'agents pathogènes fongiques et bactériens.

Une colonie de bactéries aérobies produira naturellement des antibiotiques pour tenir sous contrôle les colonies de bactéries potentiellement pathogènes. L'expérience concrète sur des milliers d'hectares montre qu'un sol bien entretenu en matière organique diminue considérablement les risques infectieux grâce à toute la série d'influences biochimiques de l'activité microbienne sur sa structure, sa chimie et sa biologie.

L'autre raison essentielle des amendements organiques est qu'ils constituent la nourriture des animaux fouisseurs tels que les vers de terre, arthropodes et les nématodes qui par leurs activités quotidiennes, modifient la structure et la perméabilité du sol. Ces organismes participent à la décomposition de cette matière organique et au renouvellement des éléments nutritifs. Les galeries et les chemins creusés aèrent le sol et augmentent le drainage de l'eau. Ce travail de bioturbation (action mécanique qui remue le sol) permet également de disperser les éléments minéraux et organiques dans les différentes couches du sol, occasionne l'essaimage par les vers de terre de substances favorisant la production de racines, etc...

Cette activité microbienne que permettent les amendements organiques peut être réintroduite de trois manières :

- (i) par des amendements organiques de surface : amendement bactériens, amendements fongiques, paillis, BRF
- (ii) par des inocula par bouillon de compost prédéfinis ou 'amendements microbiens'
- (iii) par inocula bactérien ou mycorrhiziens du commerce.

VI-4.6) les amendements organiques de surface

VI-4.61) les amendements « verts » (bactériens) : rapport C/N faible

Sachant que l'activité de décomposition par les microbes nécessite une consommation d'azote substantielle, il faut apporter de la matière organique fraîche dite « verte » riche en azote, pour que les bactéries se développent rapidement. Elles seules sont capables d'attaquer immédiatement ces matières vertes. Au jardin, puisqu'on ne peut pas les cultiver sur place, on apporte des amendements verts sous forme des déchets de tontes des gazons, de granulats ou de produits naturels finement hachés que l'on trouve dans le commerce :

- luzerne déshydratées en granulés
- tourteau de lin en granulés
- orge aplatie
- avoine aplatie
- pulpe de betteraves déshydratée
- tourteau de soja
- tourteau de colza (12% cellulose)
- son de blé
- tourteau de ricin
- alfalfa

Très malléables et finement préparés, ces matériaux se positionnent à la surface du sol, avant ou en mélange des amendements « bruns ». Au-delà de leurs apports en minéraux, les légumineuses et autres graminées déshydratées possèdent un taux élevé de protéines et procurent des fibres qui activent l'activité bactérienne.

VI-4.62) les amendements « bruns » et les paillis (rapport C/N élevé)

Il s'agit des pailles et du bois, riche en cellulose et en lignine. Seuls les ascomycètes et les champignons parviennent à casser les chaînes du glucose ou du polymère de la lignine.

Ces amendements sont la base de l'alimentation des organismes fondateurs de la structure des sols : champignons, vers de terre, protozoaires...

On les utilise comme des mulchs ou paillis, en surface. Mais attention, les amendements « bruns » ne sont pas à confondre avec les mulchs décoratifs d'écorces de pin ou de copeaux de bois à usages décoratifs. Ces deux matériaux sont trop ligneux pour faire de

bons amendements car bien trop longs à décomposer. Ils sont inutiles dans la logique du jardinage biologique.

En espaces verts, on apporte des amendements « bruns » sous forme de granulats ou de produits naturels finement hachés

- paille de miscanthus
- paille de lavande (propriété insecticide)
- paille de lin (néfaste aux limaces)
- paille d'orge
- paille de froment
- paille de blé broyée ou défibrée
- paille de chanvre (propriété herbicide)
- rafles de maïs
- rafle de raisin
- tourteau de tournesol (35% de cellulose/lignine)
- tourteau de ricin
- tourteau de soja
- drêches de brasserie déshydratées
- drêches de blé déshydratées
- Son de blé en pellets
- Pulpe de betterave en pellets
- Pellets de bois : souvent du résineux, ne pas dépasser 20% du poids global des apports en intrants organiques
- BRF des entreprises espaces verts locales
- Fibre de peuplier
- Copeaux de bois standardisés (litière pour chevaux)
- Composts divers
- Déchets verts compostés par les entreprises de collectes municipales
- Fumiers divers
- Etc...

VI.4.63) La mise en places amendements : le paillage des sols

Apporter les M.O. indispensables à la biologie des sols est facile. On les répand sur le sol, entre les plantes, à raison d'une couche de matières de 5 à 10 cm : c'est ce qu'on appelle un « paillis ».

Les paillis correspondent à des matières organiques avec un très fort taux de carbone que l'on répand sur le sol pour reproduire la litière des forêts où va se développer l'ensemble des animaux, la microfaune mais aussi la microflore bactérienne et fongique, les vrais 'miracles' de la Nature. Cette litière est la base des cycles naturels depuis l'apparition des plantes sur Terre.

De surcroît, ces paillis empêcheront la germination des mauvaises herbes en masquant la lumière solaire qui n'atteint pas le sol.

Paille de blé, seigle, avoine, lin, chanvre, miscanthus, fibres de cocos, son, etc... plus les pailles sont petites, plus l'action de réintroduction de la vie microbienne sera rapide. Les feuilles qui tombent en hiver feront elles aussi, un excellent paillis, mais elles doivent être broyées avant de retourner au sol pour que les microorganismes les attaquent plus vite. Les résidus de tailles (branches) doivent également passés au broyeur avant d'être régalés sur le sol aussi bien dans les massifs qu'au potager.

Les amendements « verts » et « bruns » sont les matériaux de base des paillis, avec les BRF. Ils sont à positionnés régulièrement en surface des sols, à mesure de leurs décompositions, entre les plantes et sur les semis au potager.

Les matériaux du commerce sont à employer en complément du BRF fabriqué à partir des déchets de taille du jardin si ceux-ci ne sont pas assez conséquents.

Ce BRF (les déchets de tailles broyés) se pratique toute l'année, à mesure des tailles saisonnières des arbustes et avec l'habitude et un petit broyeur de jardin, le retour des résidus se fait immédiatement.

Avec les paillis, les jardins ressuscitent rapidement. (voir **Photos n°72 et n° 73**)

Deux exemples plus particuliers : la Chènevotte et le BRF

La chènevotte ou copeaux de chanvre est idéale pour le paillage des sols.

Elle présente des propriétés intéressantes pour le jardinier :

- Une capacité d'absorption importante : la chènevotte absorbe jusqu'à 4 fois son poids en eau et régule l'apport en eau des plantes.
- Un pouvoir isolant : elle permet au sol d'éviter les écarts de température et protège des gelées.
- Couleur blonde : la chènevotte reste claire, même dans le temps où elle passe du jaune au gris clair.
- Stabilité au vent : un arrosage ou une petite pluie permet à la chènevotte de croûter en surface. Ainsi, même par vent fort, le paillage reste en place.
- Sans graine : la chènevotte est exempte de graine, les paillages sont faciles à entretenir.

Ce paillis possède également des propriétés antigerminatives allélopathiques naturelles. Sa finesse lui permet d'être attaqué rapidement par les microorganismes. Mélangé à l'Alfalfa ou à la luzerne en granulé, c'est le remède idéal à positionner dans les massifs. Arrosé d'un macérât de compost, le retour rapide de la vie microbienne et lombricienne est assuré.

L'autre type d'amendement organique sous forme de couverture indispensable aux sols des jardins est le BRF que l'on fabrique soi-même à partir des déchets de tailles des jardins ou que l'on peut se procurer auprès de entreprises forestières ou d'élagages.

L'importance de l'invention du BRF pour l'avenir de nos sociétés nécessite un chapitre particulier pour en expliquer les fondements et l'intérêt.

VI-4.64) le BRF : bois raméal fragmenté

BRF: « abréviation usitée désignant le « bois raméal fragmenté » c'est-à-dire les rameaux déchiquetés des arbres et arbustes feuillus de moins de 7 centimètres de diamètre, avec des restrictions pour les conifères et les monocotylédones. » (d'après Tatjana Stevanovic-Janesic et Gilles Lemieux - Groupe de Coordination sur le Bois Raméal - Département des Sciences du Bois et de la Forêt - UNIVERSITÉ LAVAL – Québec

Historique : d'après TANGUY M. (2006) INH Angers

« Au début des années 70, au Québec, M. Edgar Guay, alors sous-ministre adjoint au ministère des forêts, associé avec Messieurs Lachance et Lapointe, expérimentèrent à petite échelle l'amendement des sols agricoles avec des drêches de conifères après extraction des huiles essentielles. Leur production laisse à l'usine une masse considérable de résidus fragmentés riches en nutriments mais sans débouchés.

A la suite d'une rencontre avec un agriculteur ayant des problèmes de sécheresse dans son champ de blé, M. Guay obtient d'Hydro-Québec des copeaux de bois raméal à l'état frais, qu'il fait appliquer en paillis sur une partie du champ. Non seulement le blé échappe à la sécheresse, mais la production double. Pour sa part, la partie non traitée sèche sur place.

À partir de ce moment là, plusieurs personnes se sont montrées intéressées pour entreprendre des recherches plus approfondies sur ce sujet. C'est ici que M. Gilles Lemieux, professeur à l'Université de Laval au Québec, décide de mettre en place, de 1983 à 1989, plusieurs sites d'expériences (plus de 300 parcelles) afin de vérifier l'effet des différents copeaux de bois sur l'amendement des sols. Il formule pour la première fois une description de cette nouvelle matière première que sont les petites branches et les rameaux, et leur donne le nom de **Bois Raméaux Fragmentés** (Lemieux, 1986) ».

Des expériences et applications sont menées ensuite au Canada, en Europe, en Afrique, en Australie de même qu'à Madagascar et donnent toutes des résultats incontestables: des sols incultes retrouvent rapidement fertilité et productivité grâce à l'application de BRF.

Les branches, qui composent le BRF, représentent la partie la plus riche de l'arbre. On y retrouve 75% des minéraux, des acides aminés, des protéines et des catalyseurs indispensables aux réactions chimiques de décomposition.

En raison de son contenu important en carbone fortement polymérisé, le BRF est généralement considéré comme un amendement idéal pour augmenter le taux d'humus stable : celluloses, hémicelluloses, lignine, protéines, tous les types de sucres de même que les hormones de croissance. À ces produits de la photosynthèse, il faut joindre tous les éléments chimiques nécessaires à cette dernière ainsi qu'à la croissance (NO_3^- , NH_4^{++} , P_2O_5 , K^+ , Ca^{++} , Mn^{++} , Fe^{++} , etc...).

Dans toute la mesure du possible, ce matériau doit être retourné au sol immédiatement sans fermentation ou compostage, affirment les spécialistes canadiens du sujet, car le but de l'amendement BRF, comme celui des autres paillis, est d'alimenter la flore et la faune indigène du sol amendé.

Technologie du BRF

Le bois

Les éléments majoritaires composant le bois sont le carbone 50 %, l'oxygène 43 %, l'hydrogène 6 % et l'azote 1 %.

Dans les tiges des végétaux ligneux, ces éléments sont organisés en différentes structures :

- la cellulose (40 à 50 % du poids sec) et l'hémicellulose (20 à 30 % du poids sec) résultent de la polymérisation de glucides. Ces polysaccharides aliphatiques (acycliques) forment des fibres, éléments conducteurs de la sève brute ;
- la lignine (20 % du poids sec) est une macromolécule polyaromatique s'accumulant dans les vaisseaux conducteurs qui accroît leur dureté et leur imperméabilité ;
- les tanins sont également des molécules polyaromatiques mais possédant une action inhibitrice à l'égard des pathogènes et des décomposeurs.

A l'extérieur, l'écorce (contenant de nombreux phénols, gommes, résines et cires) joue le rôle de barrière contre les pathogènes. Le bois contient aussi de petites quantités de lipides, glucides, protéines (inférieur à 1 % du poids sec) et des éléments minéraux.

Rôle du broyage

La surface d'attaque de la matière ligneuse est un des paramètres conditionnant le modèle de colonisation. La porosité axiale du bois engendrée par les vaisseaux conducteurs constitue la voie de pénétration préférentielle des hyphes de champignons. Ces entrées opèrent même une sélection des espèces d'après la taille de leurs hyphes et spores.

C'est grâce à la fragmentation des rameaux que les Basidiomycètes peuvent amorcer le processus de biotransformation car les fibres sont -jusqu'au moment du broyage- protégés par les écorces. La présence de cires, de phénols, de gommes et de résines font de l'écorce des plantes ligneuses une barrière efficace contre la pénétration des organismes décomposeurs. La fragmentation a pour effet la destruction de ces barrières et permet d'obtenir des fragments de granulométrie adéquate qui favorisent la prolifération de chaînes trophiques bénéfiques basées sur les entrées d'hyphes de champignons Basidiomycètes 'Maîtres d'œuvre' de la pédogenèse. L'invasion des fibres par le mycélium des fongus est essentielle, faute de quoi ce sont les bactéries ou les Actinomycètes qui coloniseront le «terrain», interdisant l'accès aux Basidiomycètes. Ces derniers sont les seuls capables de produire les enzymes qui sont à la base de l'évolution biochimique des lignines dans le processus de biotransformation.

Le BRF est composé des branches issues des tailles. Les meilleures espèces sont les feuillus (chêne, érable, hêtres...) les conifères ne devant pas dépasser un certain seuil (donné à 20%) à cause d'un taux de lignine trop élevé (25% à 36% du poids sec) allongeant le temps de la décomposition et de leur concentration en tanins, acides phénoliques ou composés hydrosolubles inhibiteurs de croissance nécessitant l'intervention plus diversifiée de microorganismes capables de les dégrader.

Les entreprises d'élagage pratiquent ce broyage sur les routes lors des opérations de taille sur les arbres d'alignements pour réduire les volumes des déchets avant de les porter à la décharge. Depuis quelques années, ces résidus verts sont compostés, ce qui représente un moindre mal mais détruit une bonne partie de l'intérêt biologique du BRF. Le compostage en tas abouti à un compost mûr ayant perdu beaucoup de carbone par volatilisation lors de sa décomposition. Le rôle prioritaire des matières organiques, donc du BRF est d'apporter un maximum de carbone pour l'alimentation des microorganismes du sol qui agissent en interaction avec les plantes. Perdre la majeure partie de ce carbone pour une activité de décomposition hors-sol dans l'unique but d'obtenir du terreau c'est oublier l'impact de l'activité animale et microbienne sur la qualité des sols, résumé dans les chapitres de la 1^{ère} partie de cet ouvrage.

C'est l'activité du début des processus de décomposition qu'il est intéressant de remettre dans le sol grâce au BRF non composté, pour engendrer le redémarrage immédiat des activités des réseaux trophiques que la présence des rameaux entraîne. Epancher un produit semi-fini dont on a gaspillé la majeure partie du carbone indispensable aux organismes des sols est un non sens écologique.

A l'échelle du jardinier, qui se doit de pratiquer le broyage de ses déchets de taille pour perpétuer les cycles vitaux de la Nature, il faut réintroduire immédiatement ces fragments de bois et de feuillage comme mulch dans les massifs. Aucun branchage, aucune feuille ne doit quitter le jardin ou être brûlé mais impérativement haché finement pour être mieux attaqué et plus rapidement, par les organismes décomposeurs. Les incorporer aux premiers centimètres du sol favorise l'attaque recherchée par les Basidiomycètes. Un coup de bêche rapide permettra de jeter quelques mottes de terre sur la litière mais à l'usage, après apport, la richesse de la faune et de la flore du sol permettra le simple dépôt en surface.

Tableau n° 42

Avantage du BRF : Résultats observés sur 20 ans

- Correction positive du rapport carbone/azote (C/N) du sol,
- Formation de nouveaux agrégats,
- Correction du pH vers la neutralité,
- Augmentation significative de la production et de la qualité végétale,
- Réduction des besoins en eau des cultures avec une nette augmentation de la résistance à la sécheresse ou au gel (Le pouvoir de rétention du BRF est de 350 litres par m³ de matière),
- Constitution de nouvelles chaînes trophiques et maintien de celles qui

existent,

- Forte diminution de l'érosion des sols tant éolienne qu'hydrique,
- Modification de la flore adventice et de son agressivité,
- Contrôle du parasitisme de nombreux insectes; nématodes, pucerons, flétrissements bactériens, viroses,
- Élimination des pertes d'azote par lessivage; responsable de la pollution des nappes phréatiques,
- Meilleure qualité gustative et meilleure conservation des produits de récoltes,
- Augmentation du taux d'humus stable

(Guay, E., Lachance, L. & Lapointe R.A. [1983], Aman, S.A. [1996], Gómez, E.R.C. [1997] Lemieux, G. [1998] Lalande, R. Furlan, V. Angers, D. & Lemieux, G. [1998] Lemieux, G. & Germain D. [2001] Chervonyj, A.Y. [1999] Lemieux, G. [1996].

Tableau n° 43

Apport d'humus en fonction des amendements

	Dose max. / an	Apport annuel net d'humus (T / ha)	Nombre d'années pour élever le taux d'humus de 1 % sur 30 cm
Fumier de ferme	21 T MF / ha	0,6	67 ans
Compost de déchets verts	9 T MF / ha	1,4	28 ans
Engrais vert	4 T MF / ha	0,4	100 ans
BRF	23 T MF /ha	4	10 ans

(Source : Noël, 2005)

Dans beaucoup de jardins, les branches sont brûlées par ignorance de leurs capacités nourricières et fertilisantes. Le feu est une absurdité sans nom en jardinage biologique et il faut le combattre farouchement, l'interdire formellement. Toutes les municipalités devraient prendre des arrêtés pour interdire le brûlage des déchets de tailles dans les jardins. On se prive des apports les plus importants de matière organique pour la stabilisation et l'enrichissement des sols.

Photo n° 72 : Jeune pousse avant apport de BRF



Avant apport de BRF 28 avril 2008
Conservatoire Végétal Région Aquitaine Montesquieu 47

Photo n° 73 : jeune pousse 8 jours après apport de BRF



Tout jardinier doit généraliser le BRF en broyant tous les résidus de tailles des massifs et en les positionnant immédiatement in-situ, entre les arbustes, en lieu, place et complément des billes de pouzzolane, graviers, écorce de pins, etc... qu'il faut noyer dans le BRF, au sein des massifs des villes.

Complétés avantageusement avec un amendement « verts » type granulés de luzerne et un amendement microbien - mycorhizes et rhizobactéries achetés dans le commerce ou le « thé de compost » que l'on réalise soi-même (vois ci-dessous) - ces BRF solutionneront la plupart des problèmes de croissance et d'esthétique des massifs en ramenant une vie microbienne dans les sols avec tous leurs impacts bénéfiques, en quelques jours. (Voir **Photos n°72 et n° 73**)

Le broyeur de végétaux est donc un outil indispensable à tout jardinier au même titre que son sécateur.

Incidence du broyage des résidus sur la vie sociale et économique

L'invention du BRF est une grande avancée pour l'agriculture en générale car son étude scientifique a permis de mieux comprendre la biologie des sols. Mais son influence va au-delà des avantages agronomiques et possède des retombées bien inattendues et heureuses sur l'organisation de nos sociétés.

A plus large échelle, le poids économique du traitement des déchets verts est considérable pour les collectivités. Des centaines de milliers de tonnes de branchages arrivent dans les conteneurs des unités de recyclage, chaque année, au lieu de rester dans les jardins et de participer à l'amélioration biologique des sols et surtout, à l'échelle d'un territoire, à l'infiltration des eaux de pluies vers les nappes phréatiques et à la cohésion des sols.

Toute l'écologie et la macro-économie de l'entretien des jardins, privés et publics, est à revoir. Les sols se meurent faute d'être alimentés en matières organiques biodégradables pour nourrir les organismes telluriques, et les décharges croulent sous le poids de nos branchages qui pèsent sur les budgets communaux et les ménages. En quelque sorte, les jardiniers participent à un vaste cycle infernal où ils appauvrissent autant leurs jardins que leurs comptes en banque et obligent les villes à d'importants investissements et frais de fonctionnement pour accélérer la destruction des sols, la consommation d'énergie fossile, la pollution de l'air, la perte de temps sur les routes et dans les files d'attente en décharge, etc...

L'aberration écologique du non-retour en terre immédiat et in-situ de tous les déchets de tailles et de tontes des gazons coûtent inutilement aux collectivités des centaines de M€/an qui pourraient être mieux affectés.

Il faut impérativement mettre en place, aux échelles nationales, la généralisation définitive du broyage des branchages et l'acceptation irrévocable par les responsables des espaces verts publics, les élus, les particuliers, de l'esthétique résultant de cette pratique des mulchs de broyats et de la nécessité écologique à restituer aux sols des matières organiques pour alimenter la faune et la flore indispensable au maintien de leurs fertilités, de leurs porosités, de leurs stabilités et de l'état sanitaire des plantes qui y plongent leurs racines.

Ces gestes de bon sens, écologiques et nécessaires à la biologie des sols auront des répercussions favorables immédiates tant sur l'économie des ménages et celles des collectivités territoriales que sur la qualité de vie par un retour aux grands cycles naturels et l'abaissement des pollutions liées aux transports et à la transformation des déchets en terreaux.

Les broyeurs de végétaux sont aujourd'hui légions et variés, adaptés aux utilisations amateurs ou professionnelles et à tous les budgets. Ils doivent devenir aussi banals d'utilisation que les poubelles dans nos cuisines. Se sont des instruments d'avenir pour l'amélioration de tous les écosystèmes de l'écologie planétaire.

Voir les **Photos n° 74 à n° 81**

Photo n° 74 : Broyeur électrique pour amateur



Photo n° 75 : Broyeur électrique avec bac



Photo n° 76 : Broyeur électrique, facilité de chargement



Photo n° 77 : Broyeur de végétaux, modèle pour jardiniers professionnels



Modèle autonome pour petit jardin

Photo n° 78 : Broyeur de végétaux, modèle de grande capacité pour chantier pontuel



Photo n° 79 : broyeur de végétaux pour chantiers mobiles



Modèle tracté

Photo n° 80 : Broyeur d'entreprise spécialisée à chargement horizontal



Photo n° 81 : exemple de chantier de broyage de branches



Le BRF, à l'échelle des jardins, est une technique d'entretien écologique individuelle peu coûteuse mais riche de bienfaits. La gestion des forêts permettra sans doute, à l'avenir, de proposer du BRF industriel aux agriculteurs, en lieu et place des fumiers de bovins. Mais la pratique du broyage systématique des branchages et feuilles, à l'échelle de chaque jardin, permettra dans un premier temps de résoudre des problèmes agronomiques et financiers importants, l'organisation sociale de la collecte des déchets verts et améliorera l'écologie globale des territoires.

Une organisation industrielle de production par exploitation des forêts ou des haies champêtres n'est pas envisageable en Europe, pour créer une filière organisée de production. C'est à l'échelon individuel, quand elle sera rentrée dans les mœurs et sur la durée, que la technique des mulch de BRF révolutionnera le jardinage et l'écologie. L'organisation d'une filière des rémanents de foresterie ne peut s'envisager qu'à l'échelle locale, en regard des tonnages/ha nécessaire : 100t/ha en apport initial puis 20 à 40t en entretien bisannuel. Les inconvénients logistiques sur l'environnement seraient plus importants que les bienfaits dans les parcelles d'autant qu'il existe bien d'autres techniques pour apporter des M.O. dans les sols.

Pour apporter des précisions sur les risques phytosanitaires liés aux BRF et qui sont parfois véhiculés au sujet des résidus de récolte, l'expérience en agriculture biologique montre que les populations pathogènes éventuellement présentes dans les résidus sont vite régulées dans un sol biologiquement équilibré et actif. Les Basidiomycètes, les bactéries et les champignons décomposeurs qui attaquent les M.O. apportées comme amendements sous forme de paillis ou de mulch contrecarrent rapidement les possibilités d'expansion des organismes pathogènes. Composter le BRF pour provoquer une élévation de température phytosanitairement intéressante est une opération qui permet de livrer au sol un produit en

état de décomposition avancée, mais elle qui prive les sols et par conséquent les plantes de tous les dérivés de l'activité microbienne inutilement dégradées lors de ce compostage.

VI-4.7) Les amendements microbiens ou « Thés de composts »

L'apport de matières organiques biodégradables sur les sols, tel que nous venons de le préciser, redynamisera l'activité microbienne. Mais un apport complémentaire de microorganismes, souvent absent des sols actuels, peut être indispensable pour réenclencher les processus de décomposition de ces matières organiques.

Les Thés microbiens (Compost tea) ou Amendements microbiens comme il est préférable de les appeler, sont des concentrés de microorganismes apportés sous forme liquide et fabriqués à partir de compost dans des bioréacteurs ou fermenteurs.

Le principe de réaliser une fermentation dirigée en mettant à fermenter un mélange de compost et d'additifs divers est né de l'étude par les scientifiques des lisiers de ferme, des terreaux fermentés, des jus d'ordures, etc...

Ces fermentations naturelles contiennent beaucoup d'éléments nutritifs mais surtout la même population de microbes que celle présente dans les substances servant à fabriquer ces fermentations. Autrement dit, tous les Compost tea, purins, lisiers, décoctions, fermentations, infusions, etc... sont en réalité des 'bouillons de culture' où prolifèrent par extraction artificiellement accélérée un ensemble de bactéries, champignons, acariens, protozoaires, crustacées terrestres, algues microscopiques, nématodes, métazoaires, etc...

Ces apports de microorganismes « aléatoires » font partie de la panoplie des amendements organiques liquides qui peuvent être apportés au sol ou sur les plantes. Ils permettent l'implantation d'une colonie de microorganismes, par opposition aux apports uniques d'une bactérie, d'un champignon ou d'un nématode ciblés par les formulations commerciales (*Pseudomonas* ssp, *Bacillus* ssp, *Clonostachys* ssp, *Photobacterium luminescens*, etc...) à buts plutôt phytosanitaires.

Un liquide coloré, identique à du thé et sans odeur, est apporté en arrosage ou en pulvérisation sur le sol : c'est l'inoculum. La fabrication de cet inoculum suit des règles précises et les meilleurs sont produits de manière contrôlée dans les fermenteurs avec brassage et chauffage de l'eau à 20°C.

Faire mariner n'importe quelles plantes dans un seau d'eau durant un temps aléatoire peut aussi bien aboutir à l'introduction de bactéries pathogènes dans le jardin ou à des « thés » trop riches en minéraux qui vont perturber le développement des plantes, l'intoxiquer ou brûler les racines. Combien de ces mixtures incertaines ont détruit les plantes plutôt que de leur faire du bien, surtout celles en pots qui concentrent la solution sans échappatoire et meurent prématurément. Il faut toujours les diluer à 20% maximum pour permettre une diffusion en douceur de leurs composants, ce qui n'est pas le cas avec les thés de compost aérobies qu'on utilise purs. Le fermenteur permet de doser la bonne proportion de compost et d'eau et donne des breuvages à pulvériser ou à apporter en arrosage sans dilution.

Les thé de compost sont en général excessivement riches en bactéries actives, champignons, ciliés, flagellés, nématodes, etc... Ils reflètent le terreau employé mais sont plus facile et moins coûteux d'utilisation. Se sont des amendements microbiens différents des amendements mycorhiziens ou bactériens très ciblés sur un seul genre et pratiqué avec des optiques différentes.

Ces amendements microbiens ont une action large et orientée sur la décomposition des matières organiques. Leurs buts est de réintroduire la vie animale, bactérienne et fongique dans le sol afin de permettre la décomposition des matières organiques apportées en mulch et de réenclencher, dans les sols en place, tous les processus biologiques permettant la croissance des plantes. C'est pourquoi il faut posséder le matériel permettant d'en fabriquer régulièrement, surtout dans les jardins possédant un arrosage automatique qui introduit dans le sol une eau chlorée.

Pulvérisés sur les feuillages, ces amendements microbiens nettoient la phyllosphère du dépôt de la pollution urbaine, surtout pour les végétaux à feuillages persistants plantés au milieu des routes et qui sont souvent dans un état de crasse incompatible avec une bonne photosynthèse. Confectionné à partir d'un amendement organique 'vert' pour favoriser la production de bactéries et additionné d'un tensioactif de type lecithine de soja qui stabilisera le produit sur les feuilles, le complexe microbien pulvérisé réensemencera la phyllosphère. La dynamique naturelle des communautés bactériennes généralement observée sur les parties aériennes dépasse souvent les 300 souches au cours de l'année, la communauté fongique est moindre (+/- 50) sans parler des protozoaires, anguillules et acariens bénéfiques, etc... qui, à notre insu, se promènent dans la phyllosphère.

Ces organismes se nourriront des dépôts carbonés laissés par la pollution, jusqu'à complet 'reverdissement' des branches et des feuillages. Le carbone résiduel est une source d'énergie pour les microbes.

Voir **Photos n° 82 à n° 89**

Photo n° 82 : Thé de compost, fermenteur aérobie pour petit jardin



Matériel pour petit jardin

Photo n° 83 : Fermenteur mobile pour professionnels



Matériel pour jardinier professionnel ou grand jardin

Photo n° 84 : Fermenteur aérobie et pompe séparée



Photo n° 85 :Thé de compost, préparation du mélange inoculant



Préparation du compost dans le filet

Photo n° 86 : fermenteur aérobie pour poste fixe, pompe incorporée



Photo n° 87 : fermenteur aérobie pour poste fixe, pompe extérieure



Photo n° 88 : fermenteur mobile professionnel grosse capacité



Photo n° 89 : centrale industrielle pour thé de compost



Les terreaux grouillent de vie microbienne et mettre à fermenter durant quelques heures une petite quantité de terreau dans de l'eau réchauffée, naturellement ou artificiellement, provoquent la multiplication rapide de ces microorganismes. L'oxygénation du mélange et la durée courte de ces fermentations sont importantes pour développer les flores et faunes positives et ne pas favoriser les pathogènes anaérobies porteurs de maladies.

Les lisiers de fermes, développés sans oxygénation, sont de fait répandus par gicleurs pour les mélanger à l'air et sur le sol pour être oxygénés. Les utiliser en arrosage serait très dangereux.

De nombreux scientifiques étudient les « thés de compost » et leurs effets supposés sur les maladies et bénéfiques pour la végétation. Des dizaines d'articles sont publiés chaque année et les conclusions sont finalement toutes les mêmes: l'apport de microorganismes apporte au sol et aux plantes les bénéfices de leur savoir-faire qui rejaillissent sur la biochimie, la biologie et la structure des sols, par conséquent sur l'état sanitaire de la rhizosphère et de la phyllosphère.

La différence des compositions microbiennes entre les thés de composts oxygénés et non oxygénés n'est pas probante, selon les conclusions d'études. Seule la durée de réalisation varie, quelques heures avec un système oxygénant à plusieurs jours dans le cas contraire. De plus, les macérations oxygénées n'ont pas d'odeur!

PRINCIPES GENERAUX DE L'AMENDEMENT MICROBIEN

La fermentation oxygénée a notre faveur car le bioréacteur permet de contrôler les conditions de culture (température, pH, aération, etc.), et de ce fait, il permet de récolter des produits de plus grande fiabilité que la fermentation anaérobie. Les "cultures microbiennes" sont utilisées en agriculture biologique depuis de nombreuses années sous forme liquides ou directement sur le sol en arrosage ou pulvérisation. Les mulchs ou paillis, BRF et autres techniques culturales biologiques laissant les pailles sur le sol pour le semis direct par exemple, ne sont autres que des préparations microbiennes mais sans

fermentation forcée. La forme macérée, oxygénée ou non, n'est qu'une technique qui accélère les processus de reproduction des organismes telluriques.

Ce n'est que depuis une dizaine d'années cependant qu'est apparue la notion de "thé de compost" oxygéné et que se sont développés des équipements pour cette fermentation aérobie. Le développement de ces outils permet d'obtenir un meilleur contrôle de la fermentation et aussi d'orienter le produit fini vers une population bactérienne ou fongique selon l'usage prévu.

Voir **Photo n° 90**

Photo n° 90 : fermenteur, matériel professionnel en action



Préparation de la macération oxygénée

Le processus de fabrication du "thé de compost" se déroule en 2 phases — l'**extraction et la fermentation**. À partir d'un compost de qualité, on cherche d'abord à extraire les microorganismes bénéfiques, bactéries et champignons de même que d'autres types d'organismes que l'on multipliera ensuite pendant 12 à 24 heures dans de l'eau réchauffée, en présence d'oxygène. L'extraction se fait en utilisant quelques litres de compost que l'on place dans le filet ou le panier aux mailles appropriées du fermenteur pour permettre la diffusion des microorganismes vers la réserve d'eau où se fera la multiplication. Les mailles sont suffisamment fines pour retenir les particules de compost et suffisamment grossières pour permettre aux organismes les plus gros de passer — champignons, protozoaires, flagellés, ciliés, amibes, nématodes utiles. Les bactéries passent facilement car elles sont beaucoup plus petites.

Voir **Photos n° 91, n° 92, n° 93**

Photo n° 91 : fermenteur, matériel amateur en action



C'est le mouvement de l'eau dans la machine qui fera l'extraction des microorganismes pour les libérer dans l'eau. Ensuite, pour que la fermentation (la multiplication des microorganismes) prenne place de façon efficace, il faut un certain nombre de conditions. Ce qu'on cherche à multiplier, ce sont des organismes bénéfiques, non pas des pathogènes ni des opportunistes inutiles. Il faut donc vérifier le fermenteur et nettoyer toute trace de biofilm qui se serait formé lors d'une utilisation antérieure. Nombre de bactéries opportunistes peuvent être restées sur les parois ou les zones difficiles d'accès du fermenteur. En un mot, cela signifie qu'il faut nettoyer le fermenteur après usage, pour qu'il soit en bonnes conditions pour la prochaine utilisation.

Photo n° 92 et 93 : fermenteur bricolé avec une pompe d'aquarium



Ingrédients

Un compost mature

Le compost doit correspondre aux besoins de l'action à mener. On utilise un compost bien mature, qui peut être d'origine végétale ou animale au départ. Généralement, un compost fabriqué à partir de matières plus fibreuses comme les pailles (ratio C/N plus élevé) produira une population de champignons plus élevée. A l'opposé, un compost démarré avec davantage de matière azotée comme la luzerne, le trèfle, le gazon (ratio C : N plus faible) produira plus de bactéries.

Selon l'usage prévu du thé de compost, on choisira d'aller vers la dominante de l'un ou l'autre de ces microorganismes. Il est souvent plus difficile d'obtenir une bonne population de champignons. Donc un bon compromis de départ serait d'aller vers un compost fabriqué à partir de fibres variées, paille, sciure ou tourbe, et d'un fumier ou un mélange de fumiers de bonne qualité auquel on rajoute des herbes fraîches ou en granulés. Les quantités de compost nécessaires pour une saison seront de l'ordre de quelques dizaines de kilos. Il vaut donc la peine de se créer une réserve de bon compost mature pour la préparation de ces macérations ou d'investir dans quelques sacs de bons matériaux. Ainsi, on peut compléter l'utilisation du compost de base appliqué au sol ou dans les repotages avec des macérations du même compost qui aideront à réajuster les populations de microorganismes de la rhizosphère ou de la phyllosphère, les micro-écosystèmes qui entourent la racine et la partie aérienne respectivement.

On doit veiller aussi à ne pas utiliser des outils ou un seau contenant du fumier frais ou du compost trop jeune pour manipuler le compost mature destiné à faire une macération. Ceci amènerait un risque de contamination par des microorganismes indésirables.

Les additifs

Pour favoriser la multiplication des microorganismes dans le fermenteur, certaines nourritures peuvent aussi être ajoutées. Surtout dans l'optique d'obtenir une macération plus fongique, ce qui est presque toujours souhaitable. On aide la fermentation aérobie par l'ajout de ces additifs. Attention cependant, on ne doit pas trop 'nourrir' car on risquerait de créer des conditions anaérobies par la prolifération d'un type de microorganismes au détriment de la biodiversité souhaitée. Le tableau ci-dessous présente quelques exemples de recettes de thé de compost avec utilisation de nourritures.

Tableau n° 44

BRF : Ingrédients pour 100 litres

Eau de qualité - non chlorée ou chlore évaporé	Thé "fongique" Dominance champignon 100 litres	Thé bactérie/ champignon 100 litres	Thé "bactérien" 100 litres
Compost bactérien	-	-	3-4 kg
Compost 1:1 bactérie / champignon	-	3-4 kg	-

Compost "fongique"	4-5 kg	-	-
Acides humiques	300 mL	250 mL	-
Mélasse verte —sans soufre	250 mL	250 mL	250 mL
Algue broyée séchée (Algues de mer- Fucus, Laminaria)	125 g	125 g	125 g
Tourteau ou hydrolysate (protéines, acides aminés)	125g Hydrolysate de poisson ou crustacé, tourteau de soya, farine de plumes, gruau, pulpe de fruits	50g Hydrolysate de poisson ou crustacé, tourteau de soya, farine de plumes, gruau, pulpe de fruits	Émulsion de poisson
Autres extraits filtrés	50mL Yucca (saponines)		0 à 100mL (yucca, macération d'ortie, vin de pissenlit, infusion de consoude)

Source - Elaine Ingham 2003 Compost Tea Brewing Manual 4th ed

La fermentation aérobie

La deuxième phase de la fabrication d'un amendement microbien (thé de compost) est la fermentation aérobie qui a pour but de multiplier les microorganismes utiles qui ont été extraits du compost. L'eau utilisée dans le fermenteur devrait être tiède, environ 20/22 °C, pour permettre une multiplication plus rapide et plus diversifiée. Le fermenteur le fait tout seul.

Une fois la fermentation terminée, après 18 à 24 heures, on obtient un liquide coloré **identique à du thé et sans odeur**. Tant que l'on n'est pas prêt à l'utiliser, on laisse tourner l'appareil. On peut retirer le panier ou le filet qui contient le compost. Au moment d'utiliser la macération, on arrête l'appareil, on laisse déposer 10 à 15 minutes. Il y aura un peu de matières en suspension qui va venir se déposer au fond de la cuve du fermenteur. En laissant reposer quelques minutes, on évite que des particules passent avec le liquide et puissent bloquer le pulvérisateur. On utilise alors le macérât selon l'application prévue, en foliaire ou au sol.

Utilisation du thé de compost en prévention des maladies

L'utilisation des amendements microbiens (thé de compost) est courante aux États-Unis et en Australie où les entreprises de jardins et les amateurs traitent également leurs jardins de manière préventive contre les maladies avec ces préparations.

Les amendements sont préparés la veille dans des appareils adaptés à l'activité de l'entreprise, et macèrent durant la nuit pour être utilisés le lendemain après transfert dans des cuves sur véhicules. Beaucoup d'horticulteurs, de maraîchers, de vignerons et même des

agriculteurs utilisent les amendements microbiens réalisés à base de compost fermentés pour pulvériser leurs fleurs, leurs légumes, leurs vignes ou leurs champs.

Régulièrement, au regard du faible coût de ces préparations et des avantages qu'ils en retirent, les jardiniers pulvérisent les sols, les arbres, les arbustes, les gazons et dispersent ainsi dans les jardins des milliards de microorganismes qui, pour se nourrir vont intervenir sur les matières organiques et apporter aux végétaux les retombées de leurs activités enzymatiques mais également concurrencer les autres communautés microbiennes existantes et installer un équilibre des populations favorables au maintien sanitaire des feuillages.

Les maraîchers, les vignerons, les horticulteurs, les pépiniéristes anglo-saxons utilisent régulièrement ces pulvérisations microbiennes. Des entreprises spécialisées dans ce genre de traitements ont vu le jour et concurrencent les entreprises de même type mais chimiques aux USA, Australie, Nouvelle Zélande, etc...

Les compléments « alimentaires » ajoutés dans le fermenteur pour favoriser la multiplication des microorganismes présent dans le compost, à base d'acide humiques, de mélasse (elle contient de la vitamine B, du calcium, potassium, fer, cuivre...), d'algues broyées (macroéléments, oligoéléments, vitamines A-E-K-B1-B2-B12-C-PP-H, acide folique, une vingtaine d'acides aminés), des protéines des tourteaux, sans compter les bienfaits de l'ortie ou de la consoude, permettent d'apporter dans la foulée une somme d'éléments importants pour l'équilibre de la nutrition des plantes et des organismes telluriques déjà en place.

L'amendement apporte donc les organismes vivants et la nourriture nécessaire à leur bonne implantation sur leurs lieux d'accueil.

Pour l'ensemble des surfaces du jardin, surtout après la mise en place d'un mulch, il est utile de pratiquer des pulvérisations de macérations aérobies sur le sol pour réensemencer le milieu en "auxiliaires" de culture afin que la matière organique soit décomposée rapidement. Le macérât obtenu reflétera toujours la qualité des matières premières utilisées et les soins mis à la bonne réalisation de la fermentation. Il n'est pas facile de faire analyser la qualité microbiologique du "thé", peu de laboratoires sont en mesure de la faire et le temps de transit de l'échantillon doit être très court pour que le macérât conserve son équilibre biologique. Le tableau suivant présente un portrait des populations microbiennes visées.

Tableau n° 45

Quantités de microorganismes souhaitées dans un millilitre de thé de compost

Bactéries actives	10-150 µg
Bactéries totales	150-300 µg
Champignons actifs	2-10 µg
Champignons totaux	5-20 µg
Flagellés	1000 u
Amibes	1000 u
Ciliés	20 – 50 u
Nématodes utiles	2 – 10 u

Prévenir et contrôler les maladies des plantes se fait principalement par l'activité microbienne dans le sol et sur la phyllosphère.

En agriculture "BIO: la maladie est une exception.

Si l'on veut prévenir les maladies il faut créer les conditions favorables à la culture (paillis de surface) et aussi réensemencer une population microbienne qui jouera son rôle de productrice d'éliciteurs (enzymes qui aident les plantes à se défendre) ou de production d'antibiotiques qu'elle inoculera dans les plantes. C'est le but des amendements organiques.

La rhizosphère, ou l'ensemble des organismes actifs dans l'environnement immédiat de la racine représente une sorte de manchon protecteur mais aussi une interface pour les échanges minéraux avec le sol. C'est surtout à travers le compost, la régie du sol et la rotation des cultures qu'on influence la rhizosphère. Ce que permet le thé de compost, c'est de venir agir dans la partie aérienne de la plante et dans le sol au niveau des racines pour aider à créer ou booster cette population bénéfique de microorganismes à la surface des feuilles, de la tige et des branches et à l'intérieur du sol. Les exsudats de la plante (foliaire et racinaires) pourront alors nourrir et renforcer cette population d'organismes bénéfiques qui constitue une barrière aux pathogènes et fait compétition à ceux-ci pour la nourriture fournie par la plante. A leur tour ces microorganismes variés vont contribuer à la résistance de la plante par leurs métabolites, en aidant à l'absorption des nutriments ou à la résistance aux variations climatiques.

Une couverture la plus complète possible du dessus et du dessous des feuilles avec le thé est essentielle. Les organismes bénéfiques doivent absorber les exsudats sécrétés à la surface des feuilles, prévenant ainsi le développement de pathogènes. Les organismes pathogènes ne peuvent croître s'ils sont privés ainsi des nutriments.

Lorsqu'on a des plants affectés par une maladie, il est important de veiller à ce que toute la surface foliaire soit occupée par les organismes bénéfiques, de façon à éviter la propagation de la maladie.

Pour les semis à la volée et sur gazon, on applique le macérât dilué à 20% dans l'eau à toute la surface du sol.

Pour les plantations, le mélange est apporté au pied des plantes, dans la cuvette d'arrosage.

S'il y a eu une infestation importante par une maladie, il faudra saturer la surface du sol avec le mélange puis prévoir des applications successives sur feuillage les 2 semaines suivant la plantation ou la germination.

Conservation du macérât microbien ou thé de compost

Le macérât microbien ne se conserve pas car la plupart des organismes qu'il contient ne vivent pas sans oxygène et ils doivent être actifs pour adhérer aux tissus des plantes et ne pas être lessivés. Lorsqu'on cesse d'aérer le thé, il faut l'utiliser dans les six heures qui suivent. Si le thé est dilué avec de l'eau bien oxygénée, il peut se conserver de dix à quinze

heures. Si on doit conserver plus longtemps, il faut continuer d'aérer pour perpétuer la multiplication des organismes.

Il en est du macérât microbien comme des organismes dans le sol : les éléments qui le composent sont vivants et à durée de vie très courte. Seules les qualités des ingrédients de base et l'application rapide justifient l'usage des macérations microbiennes aérobies ou anaérobies.

VI-4.8) les inocula mycorhiziens (souvent avec bactéries associées)

Les mycorhizes sont des associations entre plantes et champignons, au niveau des racines. Elles favorisent

- l'alimentation en éléments minéraux : oligo-éléments, Cu, Zn, Fer, et surtout phosphate
- l'alimentation en eau
- la résistance à la sécheresse par une meilleure extraction des molécules d'eau les plus fines et une meilleure régulation stomatique
- une meilleure croissance des plantes grâce aux apports minéraux et solubles prélevés dans le sol, sans effort supplémentaire de la part de la plante
- un meilleur taux de photosynthèse grâce aux minéraux absorbés
- un changement de l'activité microbienne autour des racines impliquant une diminution des maladies dans le sol : c'est le bio-contrôle des maladies des plantes

Naturellement présents sur les racines des plantes, ces champignons associatifs ont malheureusement suivis le sort de la vie biologique des sols et ont la plupart du temps disparus. Leur réintroduction sera un avantage décisif pour la croissance des plantes dans les massifs et l'amélioration de leur état sanitaire.

Seuls des apports extérieurs peuvent réintroduire de manière massive et rapide ces champignons indispensables à la vie végétale sur Terre. Les 'anciens' allaient chercher du terreau en forêt, avec le mycélium blanc bien apparent, pour réensemencer leurs potagers, leurs arbres fruitiers ou leurs pépinières de multiplication d'arbres et d'arbustes.

Le commerce nous propose depuis une dizaine d'années des spécialités à bases de bactéries et de champignons mycorhiziens indispensables à la vie des plantes. Naturels dans les sols actifs, ces associations plantes/bactéries et plantes/champignons, aujourd'hui disparues ou peu efficaces dans la plupart des sols, sont à réintroduire pour un retour plus rapide à la normale. Parmi les 4000 champignons mycorhiziens observés dans le monde, le commerce en propose aujourd'hui une vingtaine. Et c'est déjà une prouesse technique que peu d'entreprises savent réaliser.

Ces réintroductions permettront aux plantes de se nourrir de manière active et rapide en réinitialisant leurs associations ancestrales. Les mycorhizes importées se substitueront à celles naturelles du sol qui auront ainsi le temps de se développer.

Les espèces de champignons mycorhiziens qui colonise une plantes sont multiples, variables selon la profondeur d'enracinement et surtout évolutives avec le temps, se succédant à la

vitesse de vie des champignons avec, en définitive, l'installation des espèces naturellement adaptées au sol et à la plante en question.

Des spécialités commerciales renfermant jusqu'à 20 variétés de champignons mycorhiziens sont disponibles en granulés, en poudre, sous forme liquide pour adapter les inocula à tous types de végétaux

Ces spécialités renferment également jusqu'à 15 variétés de bactéries parmi les plus actives dans les sols pour réensemencer de manière équilibrée le potentiel de base de la rhizosphère.

Les travaux scientifiques montrant l'intérêt de ces intrants sont légions et nous proposons de les utiliser en compléments des amendements organiques, car tout amendement et surtout les engrais organiques ne sont efficaces que s'il y a une activité microbienne pour les attaquer.

Le 'Glomus intracides' vendu isolément comme la panacée puisque présent dans 40% des analyses est insuffisant car il peut ne pas prendre et/ou être détruit par la compétition des champignons autochtones. De plus, les divers champignons mycorhiziens ont souvent des actions différentes et complémentaires selon les plantes sur lesquelles ils se fixent et chaque plantes mycorhize avec plusieurs espèces en même temps.

Ces produits commerciaux n'ont rien à voir avec les amendements microbiens (Thé de compost) réalisés en fermentation aérobie avec un terreau du commerce. Leur but est complètement différent : il s'agit de coloniser les racines et de réinstaller une association universelle vieille de 400 millions d'années et sans lesquelles les plantes s'alimentent très difficilement.

Voir **Photo n° 94**

VI-4.9) LES GAZONS

Les gazons sont caractérisés par une biomasse racinaire disproportionnée par rapport à la biomasse foliaire et sollicitée en permanence pour relancer la repousse du feuillage sans cesse enlevé par les tontes.

La qualité des graines et les caractéristiques des espèces de graminées à gazon n'entrent pas dans l'objet de ce chapitre car quelque soit la plante, son avenir dépend des conditions pédo-biologiques dans lesquelles elle va évoluer.

La vie des plantes tient essentiellement à la photosynthèse et couper chaque jour (pour les golfs) ou chaque semaine pour les autres gazons le feuillage indispensable à la vie est une aberration biologique. Cependant les graminées ont cette aptitude à résister à ce traitement que l'homme a exploité pour son plaisir.

L'importance de la rhizosphère

La rhizosphère représente pour les gazons une biomasse importante.

Son renouvellement est constant et apporte très régulièrement tout au long de l'année des matières organiques fraîches (les racines mortes) et stimule le développement microbien par les rhizodépôts.

La libération de composés organiques ou « rhizodéposition » représente un apport annuel au sol de C organique non négligeable, estimé selon les études entre 700 et 1000 kg C ha⁻¹ an⁻¹ sous une culture de blé.

Essentiellement composés de glucides simples, d'acides aminés et organiques et de polysaccharides, ces exsudats racinaires ont un rôle trophique majeur car ils servent de substrat pour les micro-organismes du sol.

Stimulées par ces apports énergétiques, les populations microbiennes du sol influencent l'état sanitaire des plantes, la bio-disponibilité en minéraux et selon de nombreux auteurs, la biodégradation des pesticides.

« L'effet rhizosphère » favorise la croissance et la qualité végétale, surtout chez les graminées à gazon où les microorganismes liés à la biomasse racinaire sont constamment sollicités pour la repousse des feuilles. En effet, les micro-organismes rendent disponibles dans la solution du sol des éléments tels le fer, le calcium et le phosphore initialement présents sous forme organique stable et complexe, forme inaccessible pour la plante. De plus, les bactéries sont un puits d'éléments minéraux : elles stockent dans leur biomasse des atomes de carbone, d'azote, de phosphore, de soufre etc..., qui deviennent à leur mort (leur durée de vie ne dépasse pas trente minutes) une source de nutriments pour les végétaux. Certaines bactéries comme les bactéries PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) -voir le chapitre qui leur est consacré dans la 1^{ère} partie-, améliorent directement la croissance végétale en synthétisant des phytohormones de croissance (auxines) ou indirectement en limitant la croissance d'agents pathogènes via la production d'antifongiques

Les effets de la tonte sur les gazons

Les conséquences de la tonte régulière sur la physiologie de la plante sont les suivantes : (Bazot S.)

- immédiatement après la tonte, l'activité photosynthétique des plantes défoliées est stimulée afin de faciliter leur reconstruction. Les réserves de la plante sont également remobilisées afin d'aider à cette reconstruction, ce jusqu'à ce que l'activité photosynthétique redevienne suffisante et puisse assurer la croissance et le développement de la plante. Les graminées puisent donc dans leurs réserves pour alimenter le métabolisme des méristèmes et assurer les coûts de maintenance de la plante.
- Ensuite, le carbone récemment assimilé au niveau des feuilles néoformées après la défoliation contribue à cette repousse et à la reconstitution des réserves utilisées dans les heures qui suivent la défoliation.
- Les graminées prairiales remobilisent majoritairement le C provenant des feuilles et des tiges résiduelles subsistant après la coupe plutôt que des racines. (Richards et Caldwell, 1985.

- Les tontes affectent également la qualité des tissus racinaires (Hokka *et al.*, 2004) et stimulent la mortalité des racines.

La défoliation par les tontes a également des impacts avérés sur les micro-organismes rhizosphériques probablement en conséquence de la modification du flux d'énergie disponible alimenté par les racines pour la croissance microbienne. Mais cela reste à démontrer.

La réponse des gazons aux tontes va dépendre bien entendu de l'azote disponible dans le sol mais le fait de couper le feuillage réduit également la capacité de la plante à s'alimenter, donc à utiliser efficacement l'azote et les autres minéraux disponibles.

Il y a donc dans le sol, au niveau des racines, un échange permanent entre les plantes et les microorganismes, à l'échelle de la demi-heure entre la naissance d'une bactérie, son action sur le milieu par prélèvement du C libéré par les racines, son activité enzymatique sur les M.O., la libération des minéraux dans la solution du sol et sa mort.

A l'échelle de milliards de bactéries, naissant en même temps ou à la nanoseconde près, l'écoulement de la vie au rythme circadien endogène du monde microbien fait que les plantes disposent en permanence d'éléments minéraux pour leur croissance. La photosynthèse, réactivée par les jeunes feuilles dont la pousse a été possible par la consommation des réserves internes à la plante va permettre le retour de l'activité métabolique générale et le puisement dans la solution du sol des minéraux libérés par les microorganismes, sur le temps séparant deux tontes. L'exfoliation va stopper l'intensité du processus et relancer la consommation des réserves internes pour doper la multiplication cellulaires au niveau des méristèmes et le cycle va recommencer.

On le pressent, l'équilibre est fragile car un réseau de feuilles haut de quelques centimètres, sollicité en permanence, peut facilement se briser par la défaillance d'un élément. Et dans le microcosme tellurique entre les racines, les feuilles, le sol et l'eau, le facteur limitant est mortel. Or dans le cas des gazons, ces facteurs sont déterminants sont nombreux.

Facteurs de dégradation des sols en espaces gazonnés :

Moins de 10% des ions disponibles sont libres dans la solution du sol, la partie restante est absorbée sur les colloïdes, ce qui lui évite d'être lessivé ou d'atteindre des concentrations toxiques. Même les ions vitaux peuvent être toxiques s'ils sont présents de manière déséquilibrée. La présence importante d'anions va entraîner le départ des ponts calciques du CAH et provoquer la dégradation de la structure du sol et son imperméabilité.

- (i) L'eau :

Elle est le facteur polluant et dégradant majeur de la structure par l'apport régulier de minéraux en proportion inadéquate avec les besoins des plantes et de la solution du sol. La perturbation des liaisons du C.A.H aboutit à la dispersion des argiles.

- (ii) Les fertilisations chimiques :

Elles artificialisent totalement le processus de croissance et relègue la terre végétale au simple rang de support inerte, ce qui participe également à la déstabilisation des liaisons au sein de C.A.H. et entraîne la dégradation de la structure du sol

- (iii) L'évapotranspiration :

Les plantes et l'évaporation prélèvent l'eau du sol en y abandonnant une large part des sels apportés par l'eau d'arrosage, ce qui conduit à augmenter la salinité de l'eau restante. La pression osmotique de l'eau du sol augmentant avec sa concentration en sels dissous, la plante consacre alors l'essentiel de son énergie à ajuster la concentration en sel de son tissu végétal de manière à pouvoir extraire du sol l'eau qui lui est nécessaire. Cette perte d'énergie se fait au détriment de la croissance.

Issue la plupart du temps directement du réseau des concessions, l'eau d'irrigation contient du chlore résiduel libre (HOCl , OCl^- , Cl_2) qui n'a pas le temps de s'évaporer avant d'atteindre les feuillages et la solution du sol et affecte autant la phyllosphère que la rhizosphère.

L'excès de chlore peut provoquer une augmentation de l'électroconductivité d'où une perturbation pour l'absorption d'autres éléments. Le chlore réagit avec les substances organiques présentes dans l'eau (le carbone organique dissous, les tanins, les lignines, etc.) et oxyde un certain nombre de substances inorganiques notamment les minéraux qu'il précipite (le fer dissous, le manganèse dissous, l'arsenic dissous, l'hydrogène sulfuré, les nitrites, etc.).

Tous ces minéraux qui précipitent sous formes de boues deviennent toxiques par l'excès de concentration et sont conduits par lessivage en profondeur. Ils disparaissent de la rhizosphère donc du potentiel d'alimentation des plantes.

L'excès de chlore affecte de manière importante les rendements des cultures, à l'exception des betteraves à sucre, des betteraves fourragères, des céleris, des blettes, etc... à l'opposé du système rhizosphérique très filamenteux des graminées à gazon qui lui sont très sensibles.

Il affecte aussi la teneur en acide organiques dans les tissus (agit sur le goût), diminue la teneur en sucre, l'amidon et les protéines donc les capacités de réserves et de résistance de la plante, augmente la teneur d'eau dans les tissus, donc leur fragilité au stockage et à la transformation, la sensibilité aux maladies cryptogamiques sur feuillage surtout en région méditerranéenne.

Il en est de même pour le sodium dont l'accumulation sur le complexe absorbant et le déséquilibre par rapport au calcium et au magnésium provoque une défloculation des argiles.

La rapidité du phénomène de sodisation est d'autant plus réelle que le sol est riche en cations apportés par les engrais. L'eau d'irrigation stagne alors en surface et perturbe profondément le milieu, le rendant propice aux réductions et au développement de la faune et de la flore anaérobies plutôt pathogéniques.

Plusieurs milliers de m³ d'eau issus des réseaux concessionnaires avec chlore résiduel non évaporé par stagnation de l'eau dans une réserve intermédiaire, versés chaque année à l'ha sur les gazons, surtout en régions méditerranéennes, provoquent l'effondrement des qualités physiques et biologiques des sols.

Les raisons d'une dégradation annoncée

L'entretien des pelouses sur espaces publics ou privés, basé sur des méthodes de non sens agronomiques ont des répercussions visibles tant sur l'esthétique que sur la structure des sols accueillant les gazons.

Les entreprises, pour limiter les tontes, ne pratiquent pas l'apport de matières organiques indispensables à l'activité microbienne puis minéral des plantes et les particuliers, pour des raisons budgétaires mais surtout d'ignorance, n'engraissent jamais leur jardin et n'ont aucune notion des réseaux trophiques du sol. De plus, pour des raisons budgétaires ou de temps, la régularité des tontes, responsable à 70% de la beauté des gazons, n'est pas respectée.

L'enlèvement systématique des déchets de feuilles par des tontes hebdomadaires avec paniers de ramassage et les apports de fertilisants chimiques mal dosés sonnent le glas de toute vie animale, végétale et fongique.

De surcroît, déjà installées sur des terres stériles, les pelouses arrosées en permanence à l'eau de ville voient

- (i) leur densité se restreindre par la mort de certaines espèces,
- (ii) les pierres réapparaître par la dégradation de la structure entraînant la sédimentation des éléments les plus fins en profondeur
- (iii) les adventices ou les graminées annuelles envahir les espaces libres.

Tous ces facteurs dégradants et combinés donnent des pelouses hirsutes, envahies de mauvaises herbes et d'une couleur pâlichonne ayant perdues leur vocation esthétique.

Les terres dégradées s'érodent par destruction de leurs réserves humiques et biologiques et sont entraînées sur les parties minérales (esplanades, chemins, terrasses, routes...) à chaque pluie, lorsque les terrains sont en pente.

Comment comprendre la dégradation des pelouses de graminées, pourtant utilisées depuis toujours pour restructurer les sols (i) autrement que par la combinaison de l'abondance des eaux d'arrosage déstabilisant la structure du sol, et (ii) l'absence de nourriture sous forme de matières organiques biodégradables pour alimenter les organismes telluriques qui restructureraient le sol?

Dans la plupart des gazons professionnels, la croissance des graminées est un subtil équilibre chimique que le jardinier maîtrise plus ou moins bien. Seuls les greenkeepers sont passés maîtres dans l'art de conjuguer tous les paramètres physiologiques mais là encore, poussée par la logique financière, comme les agro-industriels des pays émergents pour les cultures vivrières, la réflexion vers une autre approche, plus biologique et naturelle, entraîne un retour à la prise en considération des processus microbiens dans l'entretien des espaces verts.

Curieusement, cette réflexion rejoint celle des politiciens qui cherchent à réduire les volumes des déchets verts à traiter pour rogner les dépenses des budgets de leurs collectivités.

Dans le cadre des espaces verts, la convergence des intérêts économiques de chacun va dans le sens d'une plus grande prise en considération du traitement naturel que subissent les déchets verts par l'attaque décomposante des organismes des sols.

L'écologie, une fois de plus, gagne paradoxalement un plus grand respect et développement à cause de la recherche de profit par les entreprises. – «Si la Nature peut le faire pour nous gratuitement, qu'elle le fasse... »

Le rôle de la micro-litière sur les gazons

Le fait qu'un gazon produise environ 25t de déchets/ha/an et que ces déchets soient en permanence associés aux autres déchets verts des jardins entraîne cette réflexion tant des professionnels pour abaisser les coûts d'entretien que des responsables politiques pour limiter les investissements et les coûts de gestion des déchetteries.

Pour les déchets verts de tailles, la solution est connue. Le broyage avec remise en terre des résidus est la seule solution écologique, de plus, indispensable au maintien de l'activité des organismes telluriques et elle trouve un écho chez certains responsables politiques. Certaines Communautés d'agglomération subventionnent aujourd'hui des broyeurs pour les particuliers. Quant aux entreprises de jardins anglo-saxonnes et scandinaves, elle l'utilise couramment depuis des années.

Pour les déchets de tontes, la solution imaginée par les professionnels et les constructeurs de tondeuses a été de mettre sur le terrain des machines qui broient les déchets de tontes afin de laisser sur les pelouses, micro-broyés, les morceaux des feuilles fraîchement coupées. Ces fines particules qui évapore très vite leur eau se positionnent entre les brins d'herbes restant et ne compromettent pas l'esthétique de la pelouse. Ces déchets verts sont ensuite rapidement attaqués par les microorganismes.

C'est là que la logique économique rejoint l'écologie comme dans les grandes cultures vivrières des pays émergents.

Le respect des cycles naturels entretient les sols et n'entraîne pas de dépenses inutiles.

Cette activité biologique dans le sol des pelouses dépend de la totalité du C entrant dans le sol mais entre la rhizodéposition, le renouvellement racinaire ou la présence de la micro-litière, c'est la micro-litière qui contrôle le mieux le fonctionnement des sols en augmentant l'activité et le développement des micro-organismes.

L'état médiocre de nombreuses pelouses n'est pas une fatalité mais ne sera pas solutionné par des engrais ni par la palette traditionnelle de soins tels que l'aération, la scarification ou le semis de regarnissage. Il faut réintroduire dans les sols engazonnés la vie microbienne qu'elle a perdue.

La manière économique, écologique et simple du retour d'une vie microbienne par le retour systématique des résidus de tontes dans le sol, en lieu et place de leurs exportations en décharge ou sur le tas de terreau permettra de bénéficier des mucus bactériens et fongiques, des réseaux d'hyphes, de la biotrituration par les arthropodes et autres vers épigés qui agiront sur la structure, l'aération et le drainage naturel des parcelles.

La solution adoptée par les greenkeepers sur les golfs où les tontes se font quotidiennement, sans ramassage, pour laisser in-situ des déchets de coupes extrêmement fins, est une technique fastidieuse mais excellente. En laissant sur place les déchets de tontes, les managers des golfs résolvent trois problèmes :

- la gestion des déchets tant en quantité qu'en temps de récolte et apport en décharge
- l'entretien de la flore et de la faune tellurique indispensable à la vie des gazons
- une petite partie de l'apport fertilisant nécessaire à la croissance intensive des graminées.

Pour les autres jardiniers, l'achat de tondeuses avec système de microbroyage incorporé ou en kit optionnel est la solution économique qu'ils doivent adopter immédiatement. Elle oblige à avoir une vraie rigueur dans les passages pour que les feuilles n'atteignent pas des hauteurs incompatibles avec la technique du microbroyage. Rien n'empêche, si la longueur des feuilles l'oblige, d'effectuer un ramassage occasionnel des déchets de tontes mais la maîtrise du microbroyage doit s'imposer dans les entreprises et chez les particuliers.

Le gain de temps que procure une tonte rapide sans temps morts pour décharger le panier est particulièrement appréciable et on en prend vite l'habitude. Un retour à une tonte classique est particulièrement pénible surtout dans le cas des tondeuses autotractées où le jardinier accompagne en marchant sa tondeuse.

60ha de gazon (la surface d'un golf) produisent près de 1500t/an de déchets verts. En recherchant à diminuer les coûts d'exploitation, (les temps consacrés aux tontes, le coût de la collecte et de la transformation des déchets) les gestionnaires de golf ont insufflé un vent

d'écologie dans le métier et permis le développement d'une solution agronomique simple, écologique et naturelle que les fabricants de tondeuses ont accompagné.

« Les jardiniers professionnels qui sont confrontés à de nouvelles réglementations dans le domaine du traitement des déchets verts ont également tendance, aujourd'hui, à analyser l'ensemble de leurs coûts sur un chantier et ceux liés à l'entretien du matériel. Ce dernier poste de gestion laisse apparaître, dans la majorité des cas, que les tondeuses avec système de ramassage sont plus onéreuses au final que leurs homologues qui en sont dépourvues. Les bacs, les systèmes de bennage et les turbines souffrent. Les matériels sont souvent utilisés dans des conditions très difficiles et demandent l'utilisation de véhicules de transport plus lourds. Ces tondeuses, compte tenu des éléments optionnels qui leur sont associés, sont également plus chères à l'achat ». (J.P. Roussennac, 2008. Matériel et Paysage n°46)

La solution la plus satisfaisante est l'adoption de machines dotées de système à microbroyage et du changement de comportement qu'elles impliquent.

En ce qui concerne les gazons, la réflexion doit être menée sur leur finalité : gazons de prestige, gazons sportifs, de plaines de jeux, d'espaces rustiques aux abords ou aux entrées des villes, d'espaces enherbés le long des voies routières, de gazon sur les ronds-points...

Leur entretien ne sera pas le même.

Exceptés les greens de golf, espaces totalement artificiels et réservés à l'expertise des spécialistes, aucun gazon ne justifie dans sa finalité le non respect des règles écologiques et l'entretien d'une vie microbienne tellurique par le retour systématique des déchets de tontes micro broyés (par soucis esthétique) au sortir de la tondeuse.

Tableau n° 46

Composition théorique des déchets de tonte à l'ha

Nature du matériau	Teneur en %	Quantité/ha
Déchets de tonte	100	24 t
Eau	85	20 t
Poids sec (p.s)	15	4.00 t
Oxygène	44 du p.s	1.76 t
Hydrogène	6 du p.s	0.24 t
Carbone	45 du p.s	1.80 t
Autres minéraux	5 à 6 du p.s	0.20 t

Au regard de la composition des feuilles des graminées à gazon qui contiennent 85-90% d'eau, les déchets de tonte, s'ils ne représentent que 15% des volumes, pèsent 45% des tonnages recyclés selon les statistiques!

Pourquoi charger, payer à la bascule et traiter en décharge ces milliers de tonnes d'eau contenues dans les feuilles des gazons fraîchement tondus ? Milliers de tonnes d'eau qu'il suffit de laisser évaporer pour ne conserver que les matières organiques fertilisantes, ces

centaines de tonnes de carbone indispensable à la vie microbienne et les centaines de tonnes de minéraux qui les accompagnent.

Le **Tableau n°46** donne les ordres de grandeur des quantités d'eau manipulées (20t/ha/an) par les jardiniers lors des tontes. Par le mulching, qui microbroye les feuilles lors de la tonte, l'évaporation est intensifiée et il retourne immédiatement à la terre environ 4 t/ha de minéraux dont la moitié est directement utile à la vie microbienne.

Faut-il ramasser ou non ? Le respect des mécanismes biologiques des sols indique clairement une réponse négative.

Ces apports de matières organiques fraîches, autant en surface par les déchets de tontes broyés (24t/ha environ) que par la biomasse racinaire (non scientifiquement chiffrée mais équivalente si on s'en réfère à d'autres plantes agricoles similaires) et elle aussi en perpétuels ajustement entre croissance et mort, assureront un apport estimé à 40t de M.O.F (matière organique fraîche), la base nécessaire à la réintroduction d'une activité microbienne et aux échanges trophiques indispensables à l'équilibre biologique des sols.

Les apports induits en minéraux d'origine organique sont donc largement suffisants car voisins de 400kgs/ha/an (1% de 40t) pour compenser les besoins en éléments minéraux indispensables aux graminées.

Pour s'assurer que le processus biologique soit bien enclenché, un inoculum microbien à partir d'une macération aérobie (thé de compost) et un inoculum commercial de mycorhizes est fortement recommandé.

Avantages des endomycorhizes sur pelouses :

- Augmente la résistance à la sécheresse (jusqu'à 30% d'arrosage en moins)
- Renforce la densité par une meilleure croissance donc réduit les mauvaises herbes
- Renforce la pigmentation chlorophyllienne (couleur verte) par une meilleure alimentation
- Augmente la résistance aux maladies.

NB : des engrais organiques avec mycorhizes incorporés existent sur le marché et des spécialités commerciales proposent des mélanges renfermant jusqu'à une vingtaine de souches différentes.

C'est surtout la résistance à la sécheresse qui est l'apport le plus marquant de la mycorhization des gazons. Les arrosages nécessaires sont moins abondants et même sans eau, en pleine canicule estivale, le tapis végétal reste épais et d'un vert soutenu. Comme les restrictions d'eau sont de plus en plus fréquentes en été dans beaucoup de régions, le simple fait de bien mycorhizer ses gazons permet de conserver une esthétique parfaite montrant le professionnalisme du jardinier.

(voir **Photo n° 94**)

Photo n° 94 : Avantage des mycorhizes sur gazon

FIN JUILLET 2003 : canicule record, gazon sans arrosage



Avec fertilisation chimique

Avec mycorhizes

Un gazon est un espace spécifique de culture intensive d'une seule espèce comportant les risques sanitaires et écologiques de cette mono spécificité. Le contrôle des paramètres telluriques pour les apports de M.O. et des amendements microbiens complémentaires est donc indispensable pour rétablir l'équilibre sanitaire induit par l'activité enzymatique microbienne et rhizosphérique. Le recyclage des déchets de tontes est le premier pas à franchir pour un retour spontané des cycles biologiques reconnus salvateurs et indispensables à l'équilibre sol/plantes.

VI-4.10) Les arbres: feuillus et conifères

La plantation d'arbres ou d'arbustes n'est pas un geste anodin même si, en apparence, le geste est facile. Les conditions environnementales qui entourent la mise en terre d'une motte ou d'un arbre en racines nues sont importantes et les mêmes causes de désagrégation de la structure du sol que celles évoquées pour les gazons et entraînant des conditions de croissance amoindries, voir aléatoires, guettent le futur développement des arbres et arbustes.

Il faut aider les arbres et arbustes à s'installer, par l'apport de M.O. de type terreau ou fumier dans le trou de plantation et par l'ensemencement microbien de la fosse de plantation au plus près des racines.

Arbres et arbustes doivent également être traités à la plantation par inocula systématiques d'ecto ou endomycorhizes selon les espèces et rhizobactéries en saupoudrant les racines d'un mélange commercial ou par arrosage après plantation avec un mélange mycorhizien liquide.

Sur arbre en place, l'injection sur le système racinaire de ces mêmes inocula diversifiés à l'aide d'une seringue géante permettra à la Nature de relancer les associations bénéfiques et le jardinier engrangera les résultats bénéfiques sur le moyen terme, après une à deux saisons végétatives. Dans le cas des arbres, la diversité des genres inoculés est primordiale car les mycorhizes sont multiples dans la Nature sur un même arbre et chaque champignon mycorhizien à un mode d'action spécifique.

La diversité des genres et variétés de mycorhizes inoculés est donc la garantie d'une probabilité d'installation plus grande d'autant qu'il existe sans doute déjà des mycorhizes sur les arbres traités, mais pas assez virulentes.

Les systèmes mycorhiziens dans les sols sont complexes et les associations de champignons mycorhiziens qui colonisent une même plante sont variables dans le temps, selon la profondeur d'enracinement, selon les années et les disponibilités des souches naturelles, etc... Mycorhizer un arbuste ou un arbre, surtout les fruitiers, est indispensable pour la reprise mais également pour la qualité des fruits qui seront produits. La diversité des souches de l'inoculum est importante pour les premières années suivant la plantation. La suite, c'est la Nature qui la prend en charge mais ces inocula montrent, à l'échelle agro-industrielle de milliers d'ha de productions vivrières, la pertinence de leurs effets immédiats.

VI-4.11) Les « mauvaises herbes » :

L'orientation de l'entretien des jardins vers un système de lutte intégrée ne permet pas, comme en agriculture, l'application d'une panoplie de techniques pour lutter contre les mauvaises herbes. Mais les principes de culture énumérés précédemment permettront de réduire la germination d'un grand nombre d'adventices dans les espaces verts. Cependant, l'apport extérieur de graines est toujours possible selon les sources classiques du vent, des oiseaux, de la circulation routière, etc...

La pratique du mulch et son renouvellement régulier par le broyage des résidus de tailles des arbustes freinera considérablement la croissance des herbes indésirables. L'apport de paillis aux propriétés allélopathiques antigerminatives comme la paille de chanvre ou d'avoine, les résidus de soja, les BRF de conifères ou d'eucalyptus avant le mulch BRF des plantes in-situ sont des solutions intéressantes qui combinent sur arbustes l'apport de matière organique et désherbage.

De nombreuses huiles essentielles de plantes comme le pin, eucalyptus citriodora, thym, origan, romarin, sarriette, lavande, basilic, géranium constituent des désherbants alternatifs naturels de même que le gluten de maïs et les résidus de soja sont d'excellents antigerminatif sur pelouse contre dicotylédones et graminées annuelles. Des spécialités commerciales sont disponibles pour ces deux derniers produits.

Les huiles essentielles se trouvent partout et s'utilisent à 2%, émulsionnées dans de l'eau avec de la lécythine de soja ou un jaune d'œuf (un gros jaune d'œuf contient assez de molécule tensio-actives pour émulsifier plusieurs litres).

Le gluten de maïs est utilisé depuis de nombreuses années, mais les résultats ne sont probants que sur le moyen terme.

Il est bien évident que les mauvaises herbes en place dans les gazons seront soit arrachées à la main soit pulvérisées (vu l'importance de certains envahissements) à l'aide de désherbants systémiques et sélectifs du commerce.

Le TOPGUN® désherbant total, concentré 100% naturel à base d'huile de colza et de coton, sera employé sur les surfaces minéralisées.

VI-4.12) CONCLUSION du chapitre

Un bon jardinier doit posséder quatre outils de base:	
i)	<u>son sécateur</u>, symbole du métier et indispensable pour guider la végétation
ii)	<u>un broyeur de végétaux</u> pour redonner à la terre tout ce qu'elle a produit sous forme de paillis (BRF pour les initiés)
iii)	<u>sa tondeuse à système Recycler</u> (breveté) ou autre de micropulvérisation des déchets pour laisser sur le sol (comme dans les golfs) les déchets de tonte en amendement pour nourrir les microorganismes
iv)	<u>une bêche</u> et son corolaire, un plantoir.

Avec ces quatre outils de base, il est possible d'entretenir des parcs de plusieurs hectares dans un état sanitaire et esthétique remarquable.

La réactivation de la vie microbienne des sols (surtout sur les gazons) peut se faire par l'apport de "thé microbiens" appelé par les anglo-saxon "Compost tea" car ils résultent de la fermentation contrôlée de terreaux et d'additifs naturels. Ce que représentent en réalité ces fermentations, c'est un condensé des organismes présents dans le sol. En quelques heures, la fermentation contrôlée provoque une multiplication intense de ces organismes, aussi bien bactéries, champignons, algues, actinomycètes, acariens, microarthropodes, protozoaires, etc... et leur pulvérisation sur les plantes ou leur apport en arrosage va réensemencer les plantes ou les sols défectueux.

Arroser les arbustes, les fleurs, le gazon, les arbres avec une macération microbienne leur donnera un coup de fouet remarquable. Les gazons reverdissent comme par enchantement et nombre de maladies disparaissent comme par miracle, les arbustes qui végétaient se mettent à pousser...

Mais en réalité, dans les processus biologiques des sols, il n'y a pas de "miracle". Tout s'explique par la combinaison des activités des microorganismes qui participent à l'équilibre des sols. Réintroduire cette vie tellurique permet le réveil du jardin et l'épanouissement des

plantes. La réactivation des processus microbiens est excessivement rapide dans certain sol et les résultats sur les plantes visibles en huit jours seulement (débourrement, reverdissement, mise à fleur...)

Le seul miracle sera la réduction du temps passé à arracher les "mauvaises herbes" car les paillis sur le sol empêchent leur germination. Il n'y aura plus que les vivaces comme les chiendents, les liserons ou les Rumex qui nécessiteront périodiquement une intervention. Mais là aussi, ils disparaîtront avec le temps par épuisement.

Donc, jardiner « biologiquement », c'est permettre aux organismes du sol de travailler et d'exprimer tout leurs potentiels. Petit à petit, l'expression de ces potentiels amoindra le besoin, jusqu'à leur complète disparition, de la panoplie des produits chimiques sous forme d'engrais ou de produits phytosanitaires.

Le seul pouvoir de l'être humain sur ces processus naturels, c'est leur connaissance et le fait que, grâce à cette connaissance, il peut en accélérer la mise en place. Pour les gens pressés, les possibilités sont énormes: paillis du commerce (chanvre, lin, son, coco...) et surtout les "thés microbiens" qui sont la Rolls Royce des amendements dont les jardiniers peuvent abuser, puis le BRF du jardin et les traditionnels fumiers de bovins, chevaux et moutons, fiente de volaille, algues diverses, etc...

Le jardin « BIO » laisse beaucoup de temps au jardinier pour flâner au milieu de ses plantes ou pour s'occuper de son potager (biologique, bien sûr)...