

# Les engrais organiques

**Une population diversifiée et équilibrée en micro-organismes est vitale pour la qualité du sol et la santé du gazon car le sol est un mélange complexe entre des êtres vivants et des minéraux, représentés d'un côté par les sables, argiles, limon et de l'autre par une fraction organique.**

**La fraction vivante est composée par des bactéries, champignons, algues et aussi par d'autres organismes vivants, tels que nématodes, protozoaires, vers et larves.**

**Nous allons nous intéresser aux bactéries du sol et aux champignons.**

## **A - La vie microbienne du sol et son importance**

Faire fonctionner convenablement le sol consiste à optimiser le fonctionnement de ses organismes vivants. Les êtres vivants du sol assurent le turn-over de l'azote, du phosphore, soufre et fer. Ils contrôlent en partie l'évolution des pesticides.

les micro-organismes sont donc présents partout et interviennent à toutes les étapes. Ils sont le moteur biologique de transformations complexes et les garants de la fertilité.

### **Où vivent les micro-organismes ?**

Des travaux récents montrent que les **micro-organismes vivent dans tout le profil**. Certaines recherches ont même trouvé des bactéries à **22 mètres** sous la surface. En termes généraux, les popu-

lations importantes de bactéries "intéressantes" se retrouvent dans les 15 premiers centimètres du sol.

On retrouve ces micro-organismes notamment à la surface des agrégats. Les bactéries préfèrent être liées ou vivre à proximité de certains types de matières organiques telles que feuilles mortes ou vieilles racines. D'autres vivent et sont liées aux colloïdes minéraux.

Les matériaux organiques deviennent source d'alimentation et régissent le développement et la reproduction des micro-organismes. Le tableau 1, page 11, résume les différents grands types de bactéries et leur fonction.

Les bactéries sont trouvées aussi sous forme de "bouquets" ou de micro-colonies à la surface des agrégats. Ces colonies sont "arrosées" par l'eau du sol qui

véhicule des aliments nécessaires au développement.

En contraste, les champignons vivent en chaînes longues de cellules appelées hyphes. Ils sont moins dépendants de l'eau du sol car ils se développent dans la matière ou dans les points d'humidité.

Il ne faut pas oublier que certaines bactéries vivent librement dans le sol. L'alimentation doit être fournie aux bactéries par la solution du sol mais dans tous les cas, les micro-organismes restent les interfaces entre les êtres vivants et le monde minéral.

### **Combien de micro-organismes sont habituellement trouvés dans le sol ?**

La population totale des bactéries peut dépasser **100 millions d'organismes par gramme de sol**. La population "active"

**Tableau 1. Différents grands types de bactéries et leur fonction**

	<b>Terrestre minérale</b>	<b>Terrestre organique</b>
<b>Solaire</b>	<b>Photolithotrophe</b> <b>Bactéries Photosynthétiques</b> <b>Plantes vertes</b>	<b>Photoorganotrophes</b> <b>Bactéries pourpres</b>
<b>Terrestre</b>	<b>Chimolithotrophes</b> <b>Uniquement des bactéries</b>  <b>exemple : nitrifiantes</b> <b>sulfato réductrices</b> <b>sulfato oxydantes</b>	<b>Chimioorganotrophes</b> <b>Uniquement des bactéries</b>  <b>exemple : Denitrifiantes</b>

**Grille croisée matière x énergie, montrant les organismes capables d'utiliser l'énergie du soleil ou de la terre et la matière minérale ou organique de la terre.**

est généralement inférieure à quelques milliers d'organismes/grammes.

Il y a donc une majorité de bactéries non-actives. Ces populations "latentes" sont au repos et attendent une stimulation propre pour devenir actives.

La population totale de champignons est plus difficile à estimer car un morceau d'hyphe peut donner naissance à de nouveaux individus.

On estime le nombre entre 10 000 et 1 million d'individus/gramme.

En terme d'importance, les deux populations ont une égale importance.

### **Comment évaluer les populations ? Y-a-t-il un équilibre ?**

Les populations de bactéries sont composées par de nombreux types d'organismes en équilibre où une population (ou un type) de bactérie ne domine pas forcément.

On estime à **200 les groupes** de bactéries connues présentes dans le sol.

En réalité, les diverses populations constituent un **pool métabolique**. Un gramme de sol peut contenir des Arthrobacters, Streptomyètes, Pseudomonas, des Bacilles Nitrosomas et Nitrobacter.

Dans les sols aérés, les populations sont aérobies et ont besoin d'**oxygène** pour fonctionner.

A titre indicatif, 1 kilo de bactéries fournit autant d'énergie que 150 kgs d'humain.

### **Comment les températures et l'humidité affectent les micro-organismes du sol ?**

il faut considérer l'eau en premier, car c'est le facteur le plus important. La quantité d'eau du sol contrôle les mouvements de nourriture pour les micro-organismes que le système soit pourvu ou non en air (oxygène).

Lorsque le sol est humide (entre capacité au champ et saturation), le système devient vite anaérobie et l'équilibre se déplace : les organismes aérobies laissent la place à des populations anaérobies.

Dans le cas inverse, en cas de sécheresse, la baisse de la **quantité d'eau limite les mouvements nutritifs et les colonies de bactéries ralentissent leur activité.**

Si l'on arrive au point de **flétrissement permanent**, les bactéries perdent leur fonction et meurent.

**En conclusion, la quantité d'eau idéale pour un gazon est aussi idéale pour les fonctions microbiologiques et leur activité.** On peut donc voir la grande difficulté à fixer une population bactérienne dans un sol sableux.

Les champignons sont, eux, moins sensibles à l'humidité et certains vivent aussi bien en sol saturé qu'en sol sec

( en règle générale, ils se développent entre ces deux extrêmes), car ils ont une demande en oxygène très stricte).

### **L' effet des températures est plus complexe :**

A haute température du sol (au-dessus de 40° C), une grande portion des populations meurt alors qu'une autre fraction rentre en production.

Il est de même à très basse température : la plupart des populations est en état de vie ralentie (en-dessous de 13,8° C).

Entre ces deux extrêmes, la gamme est grande. On estime le maximum d'activités biologiques du sol entre 23° et 35°, c'est-à-dire, une augmentation jusqu'à 23° et une baisse à partir de 35°.

En fait, **on observe beaucoup de variation l'été** et le rapport entre température et humidité est grand. La température augmentant, l'évapotranspiration est rapide.

L'activité microbienne a tendance à chercher des zones mieux tempérées. On retrouve de bonnes activités microbiennes de -3cm à -5 cm.

L'effet thermorégulateur du **syringing** est capital.

### **Comment le pH affecte-t-il les micro-organismes du sol ?**

Les pH extrêmes affectent l'activité microbienne, tant en acidité qu'en basicité. N'oublions pas que le pH est lui-même affecté par le climat et la saison.

Donc un pH qui favorise le maximum de pousse et de disponibilité pour la plante intervient de la même façon sur les micro-organismes (en règle générale entre 6.2 et 7)

### **Relations entre processus microbiologiques et azote du sol.**

**Une des grandes propriétés de l'activité biologique est de transformer l'azote organique** (résidus végétaux, animaux, azote organique de synthèse, urée...) **en azote ammoniacal (NH<sub>4</sub>), c'est-à-dire de forme inorganique.**

Les bactéries font la conversion en azote minéral pour leur fonctionnement. La

quantité d'azote dont elles ont besoin est directement en relation avec la quantité d'autres produits, surtout le carbone, présents dans le système.

Plus il y a de carbone à dégrader (racines, feutrage, déchets...), plus il faudra d'azote pour le dégrader (le tout est une question d'équilibre).

Ce processus est bien connu. Il est sûr que les bactéries utilisent l'azote des fertilisations au détriment d'un travail. L'azote n'est disponible pour les plantes qu'après avoir satisfait les besoins en azote des micro-organismes. On peut dire que le système se repose volontiers et que l'on doit pousser le sol à fonctionner.

Les bactéries se servent de l'azote disponible pour équilibrer un supplément de carbone à dégrader.

En réalité, la quantité de carbone détermine les besoins en éléments nutritifs, nécessaires aux micro-organismes pour effectuer leur travail de dégradation.

l'azote n'est pas perdu lorsque les bactéries le consomment. Il est simplement transformé en une forme organique. lorsque les populations vieillissent et meurent, l'azote bactérien est transformé en azote minéral disponible pour le gazon.

Lorsqu'un engrais azoté est apporté en excès par rapport aux besoins des bactéries, l'excès est disponible pour les plantes.

Le reste des transformations, notamment la nitrification, est contrôlé par les bactéries du sol. Ce processus est indépendant du carbone contenu dans le système. La simple présence de NH<sub>4</sub> suffit pour le déclenchement de la transformation. Les bactéries ont tout avantage à transformer le maximum de NH<sub>4</sub> en NO<sub>3</sub> car elles tirent leur énergie de cette transformation et non de la consommation du carbone en matériaux organiques comme la plupart des autres bactéries.

L'azote nitrique ainsi produit est lessivable. Il faut donc remarquer que toutes les conditions défavorables (chaud sec, froid humide) qui limitent le dévelop-

pement microbien limitent la nitrification.

### **Relation entre travail des micro-organismes et dégradation des pesticides.**

Les populations microbiennes du sol contrôlent à grand niveau le devenir des pesticides. Les bactéries voient dans les pesticides une source de carbone ou d'azote. C'est un repas gratuit en quelque sorte.

Les pesticides ont un effet négatif à long terme sauf ceux qui détruisent systématiquement les populations.

En terme de dégradation, un certain nombre de facteurs contrôle le niveau auquel le pesticide est perdu ou éliminé par le système. On peut citer :

- la pré-exposition des populations au même produit ou à la même famille chimique.
- la structure chimique du pesticide
- la rémanence du pesticide dans le sol (notamment la présence de colloïde)
- le degré d'humidité du sol.

Les pesticides à structure complexe qui sont rapidement absorbés tendent à se dégrader assez lentement. A la première application d'un produit ou d'une famille chimique, la dégradation est lente. Les applications suivantes montrent une augmentation de la vitesse de dégradation.

**Il est donc évident que, si le sol fonctionne bien, tous les ingrédients sont réunis pour tamponner un traitement pesticide.**

A ce sujet, le rôle du feutrage est très important. il est composé de cellulose, hémicellulose et lignine et sa formation est surtout fonction de l'activité microbienne. C'est le rapport entre la lignine et les autres constituants (cellulose, sucres, acides aminés, hémicellulose) et leur vitesse de dégradation différente qui donne naissance en partie à cette litière de surface.

Ce problème est bien connu des professionnels et il existe des relations entre

formation de feutrage et utilisation de pesticides.

C'est donc une mécanique complexe qu'il faut essayer d'équilibrer savamment.

## **B. Amendement organique et contrôle biologique**

---

Quels sont les mécanismes responsables de la suppression des champignons pathogènes du sol ?

Les micro-organismes du sol sont en premier lieu les bactéries, les actinomycètes et les champignons. Mais il existe encore de nombreux autres types de micro-organismes dans le sol. Nous aborderons ici les 3 groupes les plus représentatifs. :

1 - Les **bactéries** sont les organismes les plus nombreux. Ils sont unicellulaires et se multiplient rapidement en conditions

optimales. Il en résulte que ce groupe est le plus agressif des trois. Il existe une grande diversité de types de bactéries :

- **Aérobies** : qui ont besoin d'oxygène pour vivre.

- **Anaérobies** : qui peuvent vivre en absence d'oxygène.

2 - Les **champignons** sont des organismes multicellulaires, normalement plus gros que des bactéries et qui occupent plus d'espace dans le sol. En réalité, ils représentent en poids environ 70% de la biomasse du sol. Ils sont considérés comme moins agressifs que les bactéries et légèrement plus sensibles aux modifications chimiques du sol.

3 - Les **Actinomycètes** "intermédiaires" entre bactéries et champignons; ils produisent des antibiotiques et participent activement à la décomposition des matières organiques. C'est le groupe le plus sensible des trois et qui ne supporte

pas un environnement trop compétitif. Une des caractéristiques est l'odeur dégagée par les actinomycètes, surtout remarquable lorsque l'on laboure une terre vierge (odeur de terre).

En réalité, la grande partie des micro-organismes est utile au sol et le "cultive" notamment en fournissant des sels minéraux et d'autres substances qui profitent aux plantes.

### **Mécanismes de l'activité micro-bienne :**

Les micro-organismes utilisent différents mécanismes pour supprimer les responsables des maladies. Les mécanismes comportent :

- la compétition alimentaire,
- la production d'antibiotiques,
- le mycoparasitisme.

La compétition alimentaire consiste à utiliser les réserves avant que les organismes indésirables ne s'installent. Les organismes responsables des maladies sont normalement considérés moins agressifs que les autres lorsqu'il y a compétition alimentaire. Ils sont en général incapables d'infecter une plante hôte.

Il y a cependant un changement positif, récent, par la mise au point de nouveaux fongicides. Ces derniers sont très efficaces car plus spécifiques et agissent sur des fonctions métaboliques précises. Le revers de la médaille est souvent un potentiel de résistance au fongicide plus faible.

Les antibiotiques et autres enzymes sont des matériaux antagonistes qui limitent le développement d'un ou plusieurs micro-organismes pathogènes. Les applications humaines de ces produits sont bien connues, ne serait-ce que "pénicillium chrysogenum" plus connu sous le nom de Pénicilline utilisée depuis maintenant de nombreuses années.

La production d'antibiotiques dans le sol est un mécanisme de survie des microbes bénéfiques afin de diminuer ou stopper le développement d'organismes en compétition. D'autres types de substances produites par des micro-organismes, tels que les enzymes peuvent également combattre d'autres organismes en décomposant une portion de leur cellule ou en désorganisant des processus métaboliques.

La capacité d'un micro-organisme d'attaquer et de supprimer la vie d'un autre microbe est appelé mycoparasitisme. Un Mycoparasite tenace, connu, tel que que *Trichoderma* a un large spectre d'hôtes, tels que *Rhizoctonia Solani*, *Sclerotinia* spp et *Pythium* spp.

Il y a 2 méthodes de base par lesquelles un mycoparasite attaque un hôte : la première méthode consiste à produire une toxine et ensuite attaquer après la mort de l'hôte. Le microbe peut aussi s'attacher à l'hôte et le pénétrer en retirant le protoplasme avant que celui-ci ne soit éventuellement mort.

D'où l'importance de l'environnement et la susceptibilité des plantes lors des stress. Certaines études montrent que les

applications fongicides peuvent baisser la capacité des micro-organismes bénéfiques à trouver leur source alimentaire. On peut donc obtenir un effet contraire à celui recherché.

### **Maintenir les populations bénéfiques :**

Des études ont montré que les maladies cryptogamiques sont plus fréquentes sur les sols à forte teneur en sable et pauvre en matière organique. De même, la sévérité des attaques est en relation avec la texture et les types de sol, du plus sableux au plus limono-argileux.

Par exemple, des études sur soja inoculé avec une maladie "Phytophthora megasperma" var sojae, poussant dans du sable ou dans un sol argilo-limoneux, avait une biomasse racinaire plus importante dans le deuxième sol.

L'eau, la température et l'air jouent un rôle capital dans l'activité microbienne et dans la capacité qu'a le sol à supprimer une maladie. L'eau vient en premier lieu car elle régit indirectement l'aération du sol (trop humide ou trop sec) et régularise la température.

Les sols saturés sont néfastes aux micro-organismes ainsi que les sols qui sèchent très rapidement. Les sols ayant une bonne capacité de rétention sont idéaux.

Les caractéristiques chimiques du sol qui ont la plus forte influence sont :

- la matière organique,
- la capacité d'échange cationique (CEC),
- le pH,
- la minéralogie du sol,
- les minéraux solubles et insolubles.

La plupart des micro-organismes sont communs dans tous les sols. D'autres organismes spécialement plus agressifs, peuvent survivre en conditions difficiles. Le pH ne semble avoir qu'un effet minime et est situé entre 5.0 et 7.0 en moyenne.

Un autre point concerne la décomposition de la matière organique et le niveau

d'azote disponible dans le sol. pour une bonne efficacité et une bonne activité, le ratio carbone/azote doit être maintenu à un bon niveau.

Dans beaucoup de cas, les greens ont des quantités d'azote disponibles importantes mais sont déficients en carbone disponible, ce qui réduit l'activité microbienne.

Les feuilles peuvent produire une quantité considérable de cellulose dans le système. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de laisser les déchets de tonte sur l'herbe afin qu'ils se décomposent, dans la mesure du possible.

### **Stratégie de contrôle biologique**

On pourrait résumer la stratégie à mettre en place par :

- Réintroduire des souches : succès limité car compétition importante avec le milieu existant.

- Favoriser le potentiel existant : plus adapté à l'environnement et surtout à la disponibilité en nourriture.

En principe, les souches à **réintroduire sont apportées sur des supports solides** qui aident au démarrage de la population dans le sol en assurant l'alimentation. D'autres systèmes proposent une encapsulation de l'antagonisme avec une source alimentaire. Ceci produit un **micro-environnement** plus favorable au démarrage.

Actuellement, les laboratoires essaient de trouver des antagonistes qui s'adaptent à une plus grande gamme d'environnement ou alors d'introduire des gènes résistants directement dans la plante par **génie génétique** (stade du laboratoire).

En fait, entretenir la population antagoniste bénéfique existante reste encore le meilleur moyen d'un contrôle organique. De bons résultats ont été signalés sur green de golf, notamment avec la nouvelle génération d'engrais organiques.

Différentes approches de stimulation des antagonistes sont assez efficaces. L'incorporation de matières organiques qui développent l'activité microbienne

est un des meilleurs moyens pour utiliser les antagonistes existants, grâce à sa facilité d'emploi et à son efficacité certaine.

L'activité microbienne est dépendante des niveaux d'oxygène du sol et l'aération est un bon moyen d'augmenter les mouvements d'air. Si l'on raisonne sur l'eau, la tendance actuelle des arrosages massifs et peu fréquents va à l'encontre d'une bonne activité microbienne car une grande partie de l'activité se situe en surface.

Les variations brutales d'humidité sont donc préjudiciables. Il faudrait maintenir la surface à un niveau d'humidité suffisant. L'irrigation est un point important et sa planification, ou sa bonne gestion, est une des conditions nécessaires à la mise en place d'un programme biologique de contrôle efficace. Contrôler l'arrosage est un des points les plus délicats à gérer.

### **Fertilisation organique et performance**

Certains engrais organiques utilisés stimulent les microbes antagonistes dans de grandes proportions et toujours en rapport avec la quantité de nourriture disponible.

On retrouve parmi ces produits : les protéïnes, les hydrates de carbone simples, les terreaux et composts d'algues, produits de décantation et secondaires.

"Ringer" est le résultat d'un dosage de compost mûr, réalisé à base de farine de plume hydrolysée, farine de sang et d'os, farine de germe de blé. C'est un produit qui contient de l'azote organique d'origine animale et végétale dont l'efficacité est contrôlable sur 2 mois. L'activité microbienne est stimulée fortement (7 fois plus qu'un engrais minéral classique).

### **C. Adaptation des programmes d'entretien**

---

Le contrôle des maladies du gazon est devenu l'une des tâches les plus difficiles à maîtriser et l'une des plus coûteuses du budget d'entretien.

**L'emploi régulier d'engrais organiques constitue aujourd'hui l'une des alternatives les plus intéressantes de la stratégie à mettre en place** dont l'objectif sera de réduire l'activité des organismes pathogènes ou bien, de fortifier la tolérance des plantes aux maladies.

Les résultats obtenus au cours d'essais variés sont éloquentes, notamment sur certaines maladies : Sclerotinia Homeocarpa - Rhizoctonia Solani - Fil rouge et Pythium. La qualité de produits, tel que "Ringer 10-2-6" ou "summer stress" sur la réduction de la pression fongique est démontrée avec succès. L'un des points positifs reste le contrôle total de la fabrication du produit et sa granulométrie qui garantissent une régularité de résultats.

	<b>Dollar Spot</b>	<b>Rhizoctonia</b>	<b>Pythium</b>
<b>Ringer</b>	<b>65,7</b>	<b>66,7</b>	<b>47,4</b>
<b>Fongicide conventionnel (Banner)</b>	<b>97</b>	<b>88,9</b>	<b>42,1</b>

**Contrôle "Ringer" (Cornell University - Mars 1992)**

D'autres essais montrent l'efficacité des traitements biologiques contre les taches d'été (magraporthae poae) sur pâturin annuel par application d'apport mensuel durant 3 mois. L'efficacité est dans ce cas, supérieure à celle observée avec des engrais minéraux classiques (Vargas/Powel - MSU - 1991)

Des essais sur pâturin des prés "Parade", menés à l'Université du Nébraska, ont évalué l'effet des engrais organiques sur la qualité générale du gazon.

Les essais ont porté sur l'aspect visuel et la densité du tapis, la quantité de déchets de tonte et le contrôle du feuillage. Les applications ont été réalisées 6 fois (de mai à octobre) à des doses de 200 kg/ha avec l'engrais 10-2-6.

Il résulte de ces essais une pousse plus modérée avec une production feuillée mieux contrôlée en début de saison. Ces résultats ont été vérifiés également à Bingley (STRI) en 1990 avec, en outre, un feutrage moins important que sur l'échantillon "témoin".

L'aspect visuel du gazon traité est meilleur en été et en hiver. La vigueur du gazon est significative sur l'ensemble des tests effectués avec une meilleure résistance aux adventices, une activité des vers de terre plus soutenue (Bingley - N.Baldwin - 1990).

L'utilisation d'engrais organiques professionnels est une composante majeure des programmes de fertilisation des parcours de golf. Elle constitue par exemple la base de fertilisation de golfs tels qu'Augusta ou Cypress Point.

Outre la régularité de la pousse, l'une des caractéristiques principales de ces produits est la diminution des applica-

tions de fongicides et l'augmentation réelle de l'efficacité des programmes d'entretien existants.

Le résultat final est l'obtention d'un gazon vigoureux qui aura plus de chance de faire face au stress imposé par l'environnement dans lequel il pousse.

Il ne faut jamais oublier que la fumure est interdépendante des pratiques culturales. La réussite d'une fertilisation est surtout liée à la maintenance générale

**Suppression biologique de Dollar Spot et Rhizoctonia avec un vcompost amendé épandu par top-dressing en 1989 (Cornell University - Dr E.Nelson)**

<b>Traitement</b>	<b>Dollar Spot Nb de taches/surface</b>	<b>Rhizoctonia % de plots infectés</b>
<b>témoin non traité</b>	<b>19,8</b>	<b>72</b>
<b>traité avec Banner</b>	<b>0,6</b>	<b>8</b>
<b>Ringer compost plus</b>	<b>5,2</b>	<b>18</b>
<b>Ringer green restore</b>	<b>6,8</b>	<b>24</b>
<b>Sustane</b>	<b>13,8</b>	<b>18</b>

**Effets de différentes sources d'azote, d'amendements organiques et d'agents biologiques de contrôle sur la qualité des gazons et le développement des maladies**

<b>Produit</b>	<b>Dose/m<sup>2</sup></b>	<b>Dollar Spot</b>	<b>Rhizoctonia</b>
<b>Nitroform</b>	<b>25,6 g</b>	<b>6,7</b>	<b>4,2</b>
<b>Urée</b>	<b>1,07g</b>	<b>6,3</b>	<b>3,2</b>
<b>Dyrène</b>		<b>0,6</b>	<b>0,3</b>
<b>Ringer compost</b>	<b>48,7</b>	<b>2,7</b>	<b>0,8</b>
<b>Sustane</b>	<b>97,4</b>	<b>4,5</b>	<b>1,8</b>
<b>Témoin</b>		<b>5,3</b>	<b>5,4</b>
		<b>nb d'infections/m<sup>2</sup></b>	<b>notation de 0 à 10</b> <b>0 = aucune maladie</b> <b>5 = 50% des plots atteints</b> <b>10 = 100%</b> " "

du gazon et en matière de fertilisation, de fortes doses d'apport ne sont pas nécessaires pour réussir.

On peut remarquer cependant que l'humus est le régulateur de la fertilité et que cette dernière constitue un capital à sauvegarder. Les fumures minérales et organiques, plus que jamais, sont complémentaires et doivent être associées avec intelligence. L'alimentation des gazons ne doit pas faire l'impasse sur l'aspect qualitatif des engrais.

**Alain DEHAYE**

**Consultant**

**Bibliographie :**

**Documents universitaires américains (Nebraska, Pennsylvania, Colorado, Cornell, Michigan)**

**S.T.R.I de Bingley (G.B)**

**Le sol, la terre et les champs (Claude Bourguignon)**