

## Sol-Actif® agent naturel de bio-stimulation.

### Protéger les plantes en restaurant la biodiversité dans les agro-écosystèmes.

#### La biodiversité comme alternative aux biocides.

La biodiversité est un élément clef du développement durable et du maintien des écosystèmes terrestres. Les micro-organismes du sol en sont un élément essentiel, ils concourent à la décomposition des résidus de culture, au recyclage et à la capacité d'absorption par la végétation des éléments nutritifs, à l'agrégation du sol, à l'infiltration de l'eau, à l'élimination des maladies et des parasites, à la neutralisation des composés toxiques. Ces apports ne sont pas seulement essentiels pour le bon fonctionnement des sols, ils constituent une clef pour le développement durable.

L'emploi systématique de biocides de synthèse s'il a permis de régler le problème posé par les parasites à court terme, n'est pas sans effets négatifs à long terme. Les biocides ont mis à mal la biodiversité et si le développement durable passe par la réduction de leur utilisation, il est aussi évident que cette réduction ne pourra se faire sans l'optimisation de stratégies alternatives de contrôle des pathogènes comme la stimulation de la biodiversité des sols. Restaurer les micro-organismes antagonistes qui attaquent, repoussent les organismes phytopathogènes peut rendre un sol suppressif. Les plantes poussant dans un sol suppressif résistent mieux aux maladies que celles poussant dans un sol pauvre en micro-organismes antagonistes.

Sol-Actif (\*3) est un amendement de sol biologique, il provoque une très forte augmentation de la microflore chitinolytique. Ces micro-organismes antagonistes en très grand nombre vont alors coloniser les racines et entrer en conflit avec les phytopathogènes à l'origine des verticillioses, sclérotinoses, fusarioses et d'autres maladies. Ils réduisent la capacité des pathogènes à coloniser les racines des semences en germination mais aussi à la plante adulte après transplantation. Sol-Actif favorise le développement du système racinaire, par voie de conséquence la croissance de plantes saines.

#### Les micro-organismes et la lutte contre les bio agresseurs.

Il existe dans le sol de nombreux micro-organismes capables de lutter contre les bio agresseurs à l'origine des maladies des végétaux, ils appartiennent à divers groupes de bactéries symbiotiques mais aussi de champignons endomycorhizogènes et des champignons antagonistes. Ces microorganismes symbiotiques, les PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria ou Rhizobactéries promotrices de croissance des plantes) (\*1) et les AMF

La rhizosphère et la spermosphère sont les zones du sol qui entourent immédiatement les racines elles sont des régions d'activité microbienne intense. La spermosphère est une zone critique parce que la colonisation des semences est la première étape dans la colonisation des racines. Les micro-organismes qui s'établissent sur les graines au moment de la germination peuvent se multiplier et coloniser les racines sur toute leur longueur dès qu'elles émergent et croissent dans le sol. La colonisation de la semence en phase d'imbibition prédispose de la future colonisation des racines et a un impact considérable sur la croissance des plantes. En raison de l'intense activité bactérienne de la rhizosphère très différente de celle du sol environnant, ce micro environnement doit être géré différemment.

(Arbuscular Mycorrhizal Fungi) (\*2) forment avec les systèmes racinaires des plantes des associations mutuellement bénéfiques. Ces associations sont particulièrement importantes pour le développement durable des agro-écosystèmes qui s'appuient sur des processus biologiques plus que sur l'agrochimie pour contrôler les maladies des plantes. Ces micro-organismes du sol peuvent, soit améliorer la croissance de la plante de façon directe, en produisant des

hormones végétales ou en améliorant l'absorption d'éléments nutritifs, soit améliorer la croissance par des moyens indirects en éliminant des pathogènes via la production d'antibiotiques ou l'immunisation induite. La colonisation de la rhizosphère par quelques micro-organismes non pathogènes peut protéger le plant d'une variété de maladies bactériennes, virales et de champignons. Ce phénomène est connu sous le nom de résistance systémique. Plus un organisme antagoniste colonise tôt la rhizosphère plus il est efficace.

Si l'introduction de ces bactéries ou champignons entomopathogènes est une voie biologique de contrôle des infestations explorée depuis plusieurs années, un autre moyen consiste à stimuler la population de micro-organismes indigènes de la rhizosphère et de la spermosphère en faveur des mêmes micro-organismes présents dans le sol mais en trop faible quantité pour être actifs. Cette méthode permet de stimuler les espèces reconnues pour leur efficacité mais aussi notoirement connues pour leur absence de cultivabilité. Le premier avantage de cette méthode c'est que la bio remédiation sera entreprise par les organismes indigènes déjà présents dans le sol, donc adaptés à ce type de sol et bien distribués dans l'ensemble du terreau.

### Donneurs d'électrons à libération lente et biodiversité des sols.

L'immense majorité des espèces bactériennes antagonistes capables de lutter contre les bio agresseurs sont chimio-organotrophes, c'est à dire que leur source d'énergie pour vivre et se développer sont les matières

organiques. Elles utilisent l'énergie chimique, celle « contenue » dans les liaisons entre atomes et libérée lors de réactions d'oxydations comme source d'énergie. Une réaction d'oxydation conduit toujours à la libération d'électrons, c'est pourquoi ces supports énergétiques qui favorisent la biodiversité sont appelés des donneurs d'électrons. La restauration de la biodiversité par effet de bio stimulation en faveur des micro-organismes antagonistes peut donc être obtenue par l'apport de divers donneurs d'électrons comme le phosphore, l'azote, l'oxygène, l'acide malique, l'acide lactique, les acides aminés, les acides gras ou bien le glucose. Ces donneurs d'électrons sont apportés par des amendements de sol spécifiques sous diverses formes biologiques comme la molasse, la cellulose, l'huile de coco, de soja ou d'arachide, la chitine ou bien le chitosan.... Un amendement de sol bio stimulant peut être formulé en utilisant chacune de ces formes biologiques individuellement ou bien encore en les combinant entre elles.

Les bactéries chimio-organotrophes dégradent les substrats en plus petites molécules pour donner des composés intermédiaires qui seront eux-mêmes dégradés avec production de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O et d'énergie. Ces réactions produisant de l'énergie sont appelées réactions d'oxydation. Une réaction d'oxydation conduit à la libération d'électrons grâce aux enzymes déhydrogénases, le transfert d'électrons vers l'accepteur final est effectué par toute une série d'enzymes qui forment une chaîne de transport électronique. L'énergie libérée est ainsi transférée par petites quantités pour participer à la formation de liaisons chimiques à hauts potentiels comme les liaisons anhydride phosphorique de l'ATP. Dans tous les cas l'accepteur final doit être une molécule oxydée (O<sub>2</sub>, NO<sup>-</sup>, SO<sup>-</sup>). La matière organique est la ressource énergétique du donneur d'électron tandis que l'accepteur d'électron est une autre matière organique.

La restauration de la biodiversité par effet de bio stimulation en faveur des micro-organismes

antagonistes peut donc être obtenue par l'apport de divers donneurs d'électrons comme le phosphore, l'azote, l'oxygène, l'acide malique, l'acide lactique, les acides aminés, les acides gras ou bien le glucose. Ces donneurs d'électrons sont apportés par des amendements de sol spécifiques sous diverses formes biologiques comme la molasse, la cellulose, l'huile de coco, de soja ou d'arachide, la chitine ou bien le chitosan.... Un amendement de sol bio stimulant peut être formulé en utilisant chacune de ces formes biologiques individuellement ou bien encore en les combinant entre elles.

**Sol-Actif** (\*3) est le donneur d'électrons à libération lente le plus performant sur le marché, il provoque une très forte augmentation de la faune bactérienne, on a observé jusqu'à 19 log en 24 h, 30 log après 21 jours et 5 log après 54 jours. Toutes les bactéries présentes dans le sol bénéficient de l'apport de **Sol-Actif**. L'effet n'est pas simplement numérique, il y a aussi augmentation de la proportion des mêmes bactéries colonisant les racines.

\* (1) PGPR nom donné à des rhizobactéries de la zone racinaire qui en colonisant les racines stimulent la croissance des plantes. Ces PGPR peuvent avoir plusieurs effets sur la plante incluant la fixation d'azote, l'effet sur la nodulation des racines des légumineuses, la production d'hormones, la prise de nutriments par les racines, l'augmentation de la croissance.

\* (2) AMF Arbuscular mycorrhizal (AM) les champignons à vésicule et arbuscule sont présents partout et sont un élément très important de l'écosystème terrestre formant des associations symbiotiques avec la majorité des systèmes racinaires des plantes. Ces AMF confèrent une protection biologique contre les espèces telles que les *Aphanomyces*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinium*, *Verticillium* and *Thielaviopsis* et divers nématodes par la colonisation des racines des plantes, même si les mécanismes par lesquels cette colonisation confère une protection ne sont pas complètement élucidés.

\* (3) MO mini 87% dont Azote Organique 7,1%, C/N ratio 6.56%.