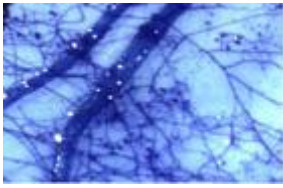


Les mycorhizes, le sol et le développement végétal



© inra, A Gollote : mycorhize à arbuscule du persil

Certains microorganismes vivent en symbiose avec les racines et jouent un rôle très important dans le développement des plantes.

Dans les sols, le site privilégié de multiplication des micro-organismes est la rhizosphère (zone à l'interface de la racine et du sol) très riche en nutriments exsudés par les racines (sucres, acides aminés, acides gras, facteurs de croissance ...) et qui représente au moins 20 à 30 % du photosynthétat. Pour les bactéries par exemple, on estime qu'elles sont 20 à 10000 fois plus nombreuses dans la rhizosphère que dans un sol nu. Toutefois leur importance relative varie en fonction du couvert végétal et de l'âge des plantes; d'où les difficultés pour une gestion de ces ressources biologiques au profit de l'homme. Certains de ces micro-organismes vivent en symbiose avec les racines et jouent un rôle très important dans le développement des plantes.

Parmi ceux-ci, les champignons mycorrhizogènes ont joué un rôle primordial dans l'adaptation des végétaux aux écosystèmes terrestres au cours de l'évolution. En effet, lorsque les végétaux ont commencé à coloniser les terres émergées, ils ont dû s'affranchir progressivement de la vie aquatique. L'association avec des champignons a permis en partie de pallier les difficultés rencontrées. Les racines ou rhizoïdes ont vu leur capacité d'absorption de l'eau d'une part et des éléments minéraux d'autre part grandement améliorée grâce au réseau d'hyphes (grande surface de contact et de drainage) et de la capacité d'altération du substrat du champignon. Les associations mycorrhiziennes se sont révélées tellement nécessaires et profitables que quasiment tous les végétaux supérieurs qui se sont succédés depuis 300 millions d'années ont conservé ce système, et une coévolution entre les partenaires impliqués s'est installée.

Ces champignons appartiennent aussi bien aux Basidiomycètes qu'aux Ascomycètes et Gloméromycètes et ils forment des symbioses mycorrhiziennes avec les racines d'environ 95 % des plantes terrestres. Les différents types de mycorhizes qui existent se distinguent à la fois par les groupes taxonomiques des partenaires symbiotiques impliqués et par les structures typiques formées par la symbiose.

Parmi les mycorhizes, celles à arbuscules constituent la symbiose végétale la plus répandue dans la nature, du fait de leur ubiquité et du nombre élevé d'espèces végétales concernées (environ 80 % des plantes supérieures peuvent former ce type de symbioses). A ce jour on dénombre environ 120 espèces de champignons capables de former ce type de mycorhizes; ils appartiennent tous aux Gloméromycètes et ne peuvent être cultivés seuls (en l'absence de la plante hôte). Leur cycle biologique dans le sol repose entièrement sur la présence de racines vivantes de la plante hôte.

En association avec le champignon, un nombre important de processus physiologiques des plantes sont améliorés: nutrition minérale, résistance aux stress biotiques (maladies) et abiotiques (pollution...), enracinement et floraison. L'effet sur la croissance des plantes est très positif: accroissement parfois important en poids sec, en taille, modification de la teneur en éléments. La nutrition de la plante notamment en azote (minéral surtout) et en phosphore est améliorée par transfert du champignon vers la plante (les capacités lytiques du champignon sont largement supérieures à celles de la plante, de même que la surface drainée). Idem pour l'eau, et on a pu montrer que les mycorhizes accroissent sensiblement la résistance à la sécheresse, notamment en conditions extrêmes (zones arides). On observe également des effets non nutritionnels comme la protection de la plante contre les bactéries et champignons phytopathogènes, une tolérance des plantes aux métaux lourds, parfois une tolérance au calcaire (plantes calcifuges). De son côté, le champignon reçoit des sucres, des vitamines et des molécules complexes.

Effet de différents champignons mycorrhizogènes sur la croissance de la vigne. Photo inra, S Gianinazzi



Comme la plupart des plantes cultivées forment des mycorhizes arbusculaires, les champignons impliqués constituent un outil biologique de choix dans le développement d'une gestion de l'environnement et d'une production végétale durable, avec réduction des intrants. Des applications ont vu le jour en lutte biologique, pour revégétaliser ou reforester certaines zones, pour des productions de haute qualité en horticulture, pour optimiser les technologies de culture in vitro (biotisation). Des inoculum commerciaux existent déjà.

L'utilisation optimale des symbioses passe obligatoirement par une connaissance approfondie à la fois des mécanismes permettant la reconnaissance entre les deux partenaires (plante et champignon) et de leurs programmes génétiques et cellulaires respectifs régissant la formation et le fonctionnement de la symbiose. Les différents processus doivent être régulés par des échanges de signaux conduisant à des modifications dans l'expression des gènes des deux partenaires et qui, à leur tour, induisent une cascade d'événements dans les processus cellulaires des hyphes et des cellules des racines. L'analyse du protéome symbiotique a confirmé que la mise en place des mycorhizes est accompagnée de modifications très importantes au niveau des protéines. L'identification des gènes (et particulièrement ceux ayant une importance agronomique) et des protéines correspondantes impliqués dans les interactions plante/champignon est donc une tâche majeure afin de définir les conditions optimales de leurs utilisations et ainsi contribuer à la promotion d'une gestion durable des écosystèmes naturels et agraires.