

# Mycorhizes et arbres urbains

Après avoir mené des recherches sur les plantations forestières, l'Inra a réalisé des expérimentations de mycorhization contrôlée sur des arbres de la ville de Paris. Ces recherches offrent des perspectives intéressantes.



Mélange de l'inoculum fongique (culture de mycélium de champignon ectomycorhizien) au sol lors de la plantation d'un arbre d'avenue, à Paris.

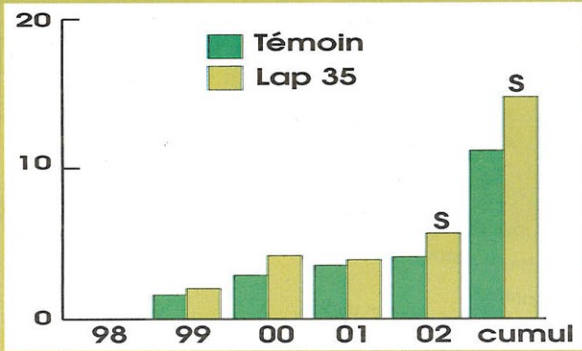
Indispensables, mais trop souvent ignorées les mycorhizes assurent la nutrition des arbres. Très abondantes en milieu naturel, elles sont beaucoup plus réduites sur le système racinaire des arbres urbains.

Historiquement, la première application commerciale de la mycorhization contrôlée fut la production de plants truffiers dans les années soixante. Les plants forestiers mycorhizés de pins et de Douglas ont commencé à être commercialisés aux Etats-Unis dans les années soixante-dix. Actuellement, plus de 15 millions de plants sont inoculés par an dans ce pays. En France, des plants de Douglas inoculés par *Laccaria bicolor* sont commercialisés depuis les années

1990. Des recherches sont actuellement menées sur le chêne, l'épicéa et d'autres essences ; de

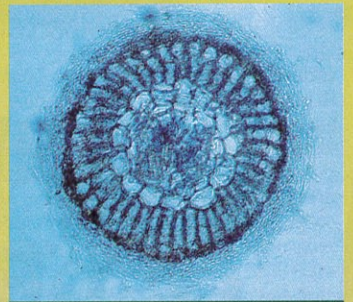
nouvelles applications commerciales seront sans doute disponibles prochainement.

Accroissement en circonférence des troncs de noisetiers de Byzance mycorhizés à partir de la souche LAP-35 (*Tomentella sp.*). Rue Charles Hermite, Paris (18<sup>e</sup>).



## Mycorhizes : petit rappel de biologie...

Toutes les plantes vivent en association avec des champignons. Les organes mixtes, formés par l'association des racines et des champignons, sont appelés mycorhizes (du grec « mukès », signifiant champignon et « rhiza », signifiant racine). Cette association à bénéfique mutuel (symbiose) entre les racines et des champignons permet le transfert du carbone de la plante vers le champignon et le passage de l'eau et des éléments minéraux du champignon vers la plante. Moins la fertilité est importante et plus la plante a besoin de ces champignons. La diversité des mycorhizes est plus importante sur les sols acides.



Coupe transversale d'un ectomycorhize. On voit le manteau fongique (feutrage de filaments mycéliens) qui enveloppe la racine, et le champignon qui pénètre entre les cellules de la racine.

Photo Inra

Il existe deux types de mycorhizes : les endomycorhizes et les ectomycorhizes.

- Pour les endomycorhizes, le champignon est essentiellement à l'intérieur des cellules de la racine. Dans les cellules, des arbuscules très ramifiés favorisent les échanges, des vésicules stockent les lipides et à l'extérieur de la racine des hyphes explorent le sol. Ces champignons ne sont pas visibles à l'œil nu et existent depuis l'apparition des plantes terrestres, soit environ 600 millions d'années.
- Les ectomycorhizes ne se trouvent que sur les grandes essences forestières sociales des régions tempérées (pinacées, fagacées, bétulacées, salicacées) en association avec plusieurs centaines de champignons ascomycètes et basidiomycètes supérieurs (russules, bolets, lactaires, cortinaires, sclérodermes, chanterelles, truffes, bolets, amanites...). Le champignon enveloppe la racine dans un manteau, étale son mycélium dans le sol, et à l'intérieur des racines forme un réseau d'échange entre les cellules du cortex.

## Plus d'ectomycorhizes en forêt

Le succès de la mycorhization contrôlée sur les plants forestiers a incité Jean Garbaye, chercheur à l'Inra de Nancy-Champenoux, à étendre ses expérimentations sur les arbres d'ornement.

Le sol des villes est sensiblement différent du sol forestier (substrat de mauvaise qualité physico-chimique, fosses de plantation trop petites, compactations, pollution, notamment par les sels de déneigement...). De plus, les arbres ont des dimensions beaucoup plus importantes que ceux plantés en forêt et leurs racines sont mutilées lors des transplantations. Dans un premier temps, des études

ont été menées sur des arbres en place. Ces études comparées sur des tilleuls (*Tilia cordata*), situés en forêt de Haye et en ville, à Nancy, ont montré que la richesse de la mycorhization était limitée en milieu urbain, notamment en ce qui concerne la diversité des ectomycorhizes, beaucoup plus importante pour chaque individu en forêt.

## Les arbres mycorhizés poussent plus vite

Des essais de mycorhization contrôlée ont été mis en place par l'Inra, en partenariat avec la ville de Paris, depuis une dizaine d'années.

Les dispositifs expérimentaux sont plus difficiles à mettre en place en



Photo Inra.

Plantation de tilleuls argentés en alignement à Paris (boulevard Suchet, 16<sup>e</sup>). Les aspects du feuillage correspondent aux différents champignons ectomycorhiziens associés.

## Suite de la p. 14

ville qu'en forêt, car le milieu est moins homogène (ombrage différent, action de l'homme...).

Deux dispositifs expérimentaux ont été réalisés sur des noisetiers de Byzance (*Corylus colurna*), plantés au printemps 1998<sup>(1)</sup> dans des fosses de 9 à 12 m<sup>3</sup> (cette essence a été choisie compte tenu de sa reprise relativement délicate).

Rue Charles Hermite, les inoculations ont été réalisées lors de la plantation avec des séries de qua-

tre souches fongiques différentes en comparaison avec un arbre non inoculé. Rue Delbarre, les mêmes inoculations ont été réalisées en pépinière, un an avant la plantation.

Quatre ans après les plantations, sur les deux sites, il s'avère que les arbres inoculés avec la souche LAP 35 (*Tomentella sp.*) ont une croissance plus rapide et que leurs feuilles jaunissent et tombent plus tard (voir histogramme

page 16). D'autres expérimentations menées sur des tilleuls argentés, boulevard Suchet, ont abouti au même résultat.

## Essais in situ sur vieux sujets

De nouvelles expérimentations sont en cours sur de vieux hêtres (*Fagus sylvatica*) et tilleuls (*Tilia cordata*) entrant dans leur phase de sénescence et de dépérissement, mais ayant une valeur patrimoniale importante que la ville de Paris souhaite faire perdurer.

Des trous de 10 cm de diamètre et de 20 cm de profondeur ont été ouverts au printemps et remplis d'un mélange de substrat horticole stérile et d'inoculum (*Paxillus involutus*). Des analyses menées au printemps et à l'automne suivant ont montré qu'il était possible d'installer le champignon introduit sur plus de 20 % des nouvelles racines, ce qui n'était a priori pas évident. Ces résultats sur vieux arbres sont encourageants, car ils montrent qu'il est possible de modifier, au moins temporairement, le statut mycorhizien des racines superficielles. L'analyse de l'impact sur la vigueur des arbres est en cours.

## Meilleure croissance, meilleure reprise

Les résultats de ces mycorhizations contrôlées sur des arbres d'ornement urbains sont prometteurs. La croissance, plus rapide, devrait apporter un gain de production au pépiniériste. Cette technique permet d'assurer une meilleure croissance et par conséquent une meilleure reprise après plantation. Il s'agit d'un moyen supplémentaire pouvant être ajouté dans la palette des outils limitant le stress de la transplantation. Le coût de mise en œuvre reste relativement modeste, proportionnellement au prix d'un baliveau ou d'un arbre tige de plusieurs centaines d'euros (en proportion, beaucoup plus important pour un jeune plant forestier de quelques euros). La mise en œuvre de l'inoculum paraissant simple et s'agissant d'une méthode douce et parfaitement naturelle, il semble que cette technique ait beaucoup d'atouts pour être développée commercialement et faire

## TERRAIN

### Angleterre : alerte au *Phytophthora*

Le *Phytophthora* est plutôt une maladie des cultures, particulièrement virulente sur quelques espèces: *Choyisia*, *Chamaecyparis* ou bruyère, entre autres.

Et si cette maladie venait à marquer aussi le paysage? Aux Etats-Unis, c'est déjà le cas, comme en témoignent d'importantes attaques imputables à *Phytophthora ramorum* en Californie, Oregon ou dans l'état de Washington. De nombreux chênes sont touchés, ainsi que quelques genres comme le *Lithocarpus densiflorus* (80 % des arbres de cette espèce sont morts, dans certaines zones), les *Arbutus* ou *Sequoia*.

En Europe, on n'avait, jusqu'ici, pas identifié *Phytophthora ramorum* comme pathogène de végétaux bien établis. Or, en Grande-Bretagne, plus précisément en Cornouailles, ce champignon vient d'être identifié sur hêtre, marronnier d'Inde et chêne vert, dans des parcs ou des forêts. Dans le Sussex (sud de Londres), un *Quercus rubra* porteur de la maladie a été identifié.

Selon nos confrères britanniques d'*Horticulture Week*, hebdomadaire britannique de la filière horticole et du paysage, le ministère anglais de l'Agriculture est sur le qui-vive. Des inspections devraient voir le jour pour surveiller les produits végétaux importés, même si l'on n'envisage pas, pour le moment, de véritable embargo

sur les végétaux. Des plants de *Picea sitchensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Castanea sativa* et *Chamaecyparis lawsoniana* infestés par le champignon auraient pourtant été trouvés sur le marché d'Aalsmeer, aux Pays-Bas...

Selon une étude, menée en Angleterre et disponible sur Internet, les chênes européens sont moins sensibles au *Phytophthora ramorum* que leurs cousins américains. Il faut aussi savoir que la souche de *P. ramorum* identifiée aux Etats-Unis et celle qui a été observée chez nous sont différentes (*Phytoma*, juin 2003). Mais, les dégâts constatés là-bas ne sont pas étrangers à la tension perceptible chez les Anglais à l'idée de devoir faire face à une épidémie importante sur une espèce végétale majeure.

Toujours selon l'étude précitée et en accord avec les constats que l'on peut faire ici et là sur le terrain, *Phytophthora ramorum* a été identifié avec certitude, faisant des dégâts sur rameaux ou feuilles, sur rhododendrons, viburnum, *Camellia*, *Kalmia*, *Leucothoe*, *Pieris*, *Syringa*, *Taxus* en Angleterre, et dans d'autres pays sur *Vaccinium* et *Arbutus*. Les chercheurs estiment que les risques sont élevés pour *Quercus rubra*, *Q. cerris*, *Q. ilex*, *Picea sitchensis*, *Pseudotsuga menziesii* et *Chamaecyparis lawsoniana*.

## La recherche sur les plants forestiers

L'Inra a lancé, il y a une vingtaine d'années, un programme d'étude sur la première essence de reboisement de France: le Douglas. Ces recherches ont consisté à inoculer artificiellement des espèces fongiques précises au contact du système racinaire; il s'agit de la mycorhization contrôlée.

Les champignons ectomycorhiziens peuvent être cultivés en quantité et assez facilement.

L'inoculum est produit par fermentation en milieu liquide. Le mycélium ainsi produit est inclus dans des billes d'alginate de calcium, facilement épandable en pépinière au moment du semis. Lorsque ces billes sont mises dans le sol, elles émettent des filaments du champignon qui colonisent les racines et forment des mycorhizes. Dans des pépinières expérimentales, le sol est désinfecté, puis inoculé par placette avec des souches fongiques différentes. La croissance des semis inoculés et mycorhizés par certaines des souches introduites est supérieure à celle des semis témoins non inoculés, mais mycorhizés spontanément par les champignons locaux. Les plantations réalisées par placeaux en forêt ont permis d'aboutir à la même constatation. Les arbres mycorhizés de façon contrôlée ont une meilleure croissance que les témoins pendant les premières années.

Les souches fongiques les plus efficaces ont été sélectionnées.

En forêt, le champignon inoculé sur les Douglas (*Laccaria bicolor* S238N) subsiste entre 4 et 10 ans en quantité significative. L'inoculation améliore donc uniquement la croissance initiale, mais ceci est déjà important pour assurer une meilleure reprise au plant et pour lui permettre de se dégager plus rapidement de la végétation concurrente.

partie des techniques utilisées dans l'avenir. ■

AUGUSTIN BONNARDOT

<sup>(1)</sup>Ces sites ont fait l'objet d'une "Arbovisite", organisée conjointement par le CAUE 77, la SFA, l'Inra et la Ville de Paris, le 14 octobre dernier. Pour avoir connaissance des prochaines "ArboVisites" et

"ArboRencontres", contactez le CAUE 77, à Coulommiers.

## Bibliographie

- Champignons et mycorhizes en forêt - Numéro spécial 1997 de la Revue Forestière Française. Coordonné par F. Le Tacon. 255 pp.
- Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées. Editions Lavoisier (Paris), collection TEC & DOC, 1991. Coordonné par D.G. Strullu. 250 pp.