

## Gisement du Lac à Paul

## Audience du BAPE

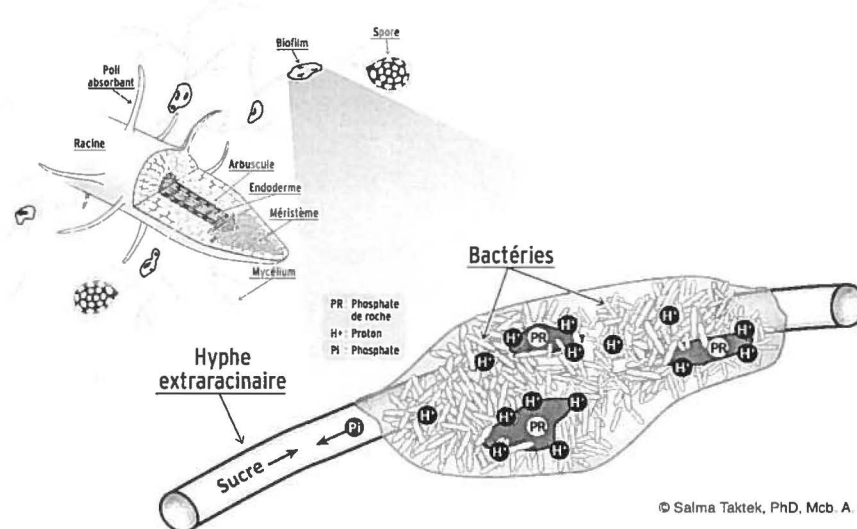
## Mémoire déposé par

J. André Fortin et Salma Taktek

Qui sommes nous.

J. André Fortin, biol. Ph.D., professeur retraité (actif), a conçu et formulé l'hypothèse que les champignons mycorhizes symbiotiques des plantes agricoles associeraient étroitement leurs mycéliums à des bactéries capables de solubiliser et rendre accessible aux plantes le phosphore d'origine ignée comme celui que Arianne Phosphate Inc. se propose de valoriser. Cette recherche a été financée par le FQRNT.

Salma Taktek, diplômée en génie biotechnologique de l'Université de Sfax en Tunisie a complété récemment une thèse de Ph. D. sur ce sujet, sous la direction des professeurs Hani Antoun et Yves Piché de l'université Laval. Elle a pu ainsi démontrer (1) qu'en effet les mycéliums des champignons mycorhiziens hébergent à leur surface des bactéries étroitement accolées y enrobant également des grains d'apatite provenant du Lac à Paul, (2) que ces bactéries, par production d'acides organiques *in situ*, sont capables de dissoudre rapidement l'apatite pour en libérer le phosphore, immédiatement absorbé par le mycélium du champignon et acheminé à la plante ; celle-ci fournissant la source d'énergie nécessaire, (3) elle a enfin démontré en serre que le concentré d'apatite du Lac à Paul, en présence du champignon mycorhizien et d'une bactérie solubilisant les phosphates sélectionnée pour ses performances, peut remplir complètement les besoins en phosphore de plants de maïs fourrager, jusqu'à leur floraison.



© Salma Taktek, PhD, Mcb. A

Figure illustrant la formation de biofilm par les bactéries solubilisant les phosphates sur les hyphes des endomycorhizes en présence d'apatite d'origine ignée fourni par Arianne Phosphate Inc.

### Une découverte récente

Ceci signifie que le concentré d'apatite du Lac à Paul, en présence des champignons mycorhiziens produits par Premier Tech et des bactéries performantes, pourrait fort bien remplacer les superphosphates (provenant de phosphates sédimentaires transformés chimiquement avec par exemple de l'acide sulfurique). Les superphosphates présentent l'inconvénient de précipiter dans le sol la même année d'application et deviennent indisponibles pour les plantes ce qui nécessite une re-application d'une quantité équivalente l'année suivante. Cet épandage excessif de superphosphates est néfaste pour l'environnement et n'est totalement pas en accord avec l'agriculture moderne.

Cette découverte ouvre toute grande la porte vers la fertilisation en phosphore des plantes agricoles, avec un matériel n'ayant subi aucune transformation chimique industrielle. Lors de la solubilisation biologique de ce concentré d'apatite, le processus libère également du calcium dans le sol empêchant la dérive du pH. La production industrielle des superphosphates impose la neutralisation de l'acide phosphorique ne pouvant être utilisée directement aux champs. À cette fin, on utilise le muriate de potassium, naturellement extrait des mines de potasse de la Saskatchewan. Dans une filière biologique, celui-ci pourrait vraisemblablement être utilisé directement comme fertilisant potassique sans aucune transformation chimique.

Il faut savoir que sous un mètre carré de prairie, on retrouve environ 10 m<sup>2</sup> de surface racinaire et 100 m<sup>2</sup> de surface mycélienne des champignons mycorhiziens. On peut imaginer la myriade de micro usines biologiques y fonctionnant quotidiennement au profit des plantes qui s'y trouvent.

### Mise en perspective

La mise en place d'une mine présente toujours des impacts défavorables à considérer et à mitiger. Nombreux sont sans doute les intervenants à présenter cette facette de la question.

Nous tenterons maintenant de bien faire comprendre comment la microflore du sol, incluant les champignons mycorhiziens et leurs bactéries associées, s'est associée en symbiose avec les plantes au cours de l'histoire géologique et l'apparition de la vie terrestre.

Il est bien connu maintenant que les plantes ont conquis les milieux terrestres il y a 400 millions d'années, suite à des éruptions volcaniques ayant créé les reliefs, et répandu des poussières volcaniques. Celle-ci, après délavage par les précipitations, ont constitué des sédiments riverains plus ou moins exondés et sur lesquels les plantes ont pu évoluer à partir des algues, développant les moyens d'aller chercher les nutriments dont elles ont besoin, notamment le phosphore, à partir d'apatite d'origine ignée.

Donc pour émerger, les plantes ont formé dès le départ une association symbiotique étroite avec des champignons pour former les mycorhizes<sup>1</sup>. À partir de ce moment, toutes les plantes terrestres ont coévolué avec ces champignons. On compte aujourd'hui une majorité de plantes terrestres (95%), incluant la majorité de plantes agricoles, vivant en symbiose avec ces champignons, dont la fonction primaire est d'approvisionner la plante en phosphore indispensable pour leur vie. Cependant, on sait que la totalité de ces plantes mycorhiziennes vivant en milieux naturels, sont incapables à elles seules d'extraire le phosphore à partir de l'apatite d'origine ignée. Il a donc fallu que dès l'origine, ces champignons s'associent à des bactéries capables d'effectuer cette solubilisation. Ceci explique pourquoi et comment la presque totalité des plantes vivant dans les milieux naturels de la planète puise dans les sols, le phosphore dont elles ont besoin à partir d'apatite d'origine ignée.

## Conclusions

La mise en valeur de l'apatite du dépôt du Lac à Paul est susceptible de devenir la base d'une révolution verte en agriculture biologique, pouvant vraisemblablement conduire à l'élimination de la fertilisation à partir de phosphates provenant de synthèse chimique, issus de dépôts sédimentaires. Comme les champignons mycorhiziens sont nécessaires pour mettre à profit cette source de phosphore, les inoculums industriels produits par Premier Tech assureront une présence optimale de ces champignons dans les sols agricoles. Pour sa part, la production industrielle des bactéries solubilisatrices de l'apatite est réalisable avec les technologies existantes.

On pourrait dire que le concentré d'apatite du Lac à Paul, les inoculums mycorhiziens de Premier Tech et les bactéries du Dr Taktek constituent un trio gagnant issu du Québec, portant les germes d'une révolution mondiale en agriculture biologique.

Dans cette perspective, cette nouvelle avenue permettrait de contrebalancer largement les effets moins favorables pour l'environnement causés par la mise en valeur du gisement, en rendant possible l'utilisation, comme source de fertilisant, le concentré d'apatite produit par cette mine, en totale absence de transformation chimique.

À la base de cette découverte, on fait donc appel à une association naturelle des racines des plantes avec des champignons mycorhiziens et des bactéries associées capables de réaliser biologiquement à une microéchelle la transformation de l'apatite, afin d'en extraire et rendre le phosphore disponible pour nourrir la plante qui les porte.

Ainsi à l'échelle de chaque plante, une myriade de micro usines biologiques réalise *in situ* ce que l'on fait dans des usines de transformations chimiques gigantesques à l'autre bout du monde, nécessitant de grandes quantités d'énergie pour l'acidification, le transport des intrants et des produits incluant le soufre aller et retour et générant des déchets encombrants en quantité gigantesque, surtout sous forme de gypse.

J. André Fortin biol. Ph. D.



Salma Taktek ing. Biotech, Ph. D.



(1) Les mycorhizes; la nouvelle révolution verte 2008. Fortin, Plenchette, Piché, Éd. MultiMondes, 138 pp.

(Nouvelle co-édition, sous presse avec le titre Les mycorhizes ; l'essor de la nouvelle révolution verte 165 pp, MultiMondes Qc et Quae France).