

Implication des molécules signal dans l'effet des vers de terre sur les plantes

PUGA-FREITAS Ruben¹, BAROT Sébastien², TACONNAT Ludivine³, RENOUE Jean-Pierre³, ABBAD Samir¹, GIGON Agnès¹, GARNIER-ZARLI Evelyne¹ et BLOUIN Manuel¹

¹ : UMR Biogéochimie et Ecologie des Milieux Continentaux, Université Paris-Est Créteil, 61 avenue du Général De Gaulle, 94010 Créteil cedex, France, ruben.puga-freitas@u-pec.fr

² : UMR Biogéochimie et Ecologie des Milieux Continentaux, IRD, Ecole Normale Supérieure, 46 rue d'Ulm, 75230 Paris cedex 5, France

³ : Unité de Recherche en Génomique Végétale, INRA/CNRS, 2 rue Gaston Crémieux, CP5708, 91057 Evry cedex, France

Les plantes ont co-évolué depuis des millions d'années avec les organismes du sol, dont les vers de terre, réputés pour leur impact positif sur la croissance des plantes. Cet effet est généralement attribué à un accroissement de la disponibilité en nutriments, dû à la minéralisation de la matière organique par les vers de terre. Toutefois, ce mécanisme ne permet pas d'expliquer pourquoi l'effet positif dû aux vers se maintient lorsque des nutriments sont apportés en excès par rapport aux besoins de la plante (Blouin *et al.* 2006). Les sciences du végétal, notamment la culture *in vitro*, l'utilisation de mutants, ou la génomique constituent une approche originale pour comprendre des relations plus complexes qu'il n'y paraît.

Des études récentes ont démontré que les vers de terre sont responsables de l'activation de gènes de réponse au stress chez la plante (Blouin *et al.* 2005) et de gènes impliqués dans le cycle cellulaire (Jana *et al.* 2010). Afin d'avoir une vision plus exhaustive de la réponse des plantes aux vers de terre sur le plan moléculaire, nous avons réalisé une étude transcriptomique de l'effet du vers de terre *Aporrectodea caliginosa* sur la plante *Arabidopsis thaliana*. Nous avons observé que les gènes dont l'expression est modulée en présence de vers de terre sont également ceux qui répondent à des microorganismes et à différents composés hormonaux. Aucun gène impliqué dans la nutrition n'a vu son expression modifiée.

Afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle des molécules signal sont impliquées dans l'effet des vers de terre sur les plantes, nous avons mis au point un dispositif original de culture *in vitro*, dans lequel nous avons évalué l'effet d'un turricule (déjection) de vers de terre sur la morphologie et la croissance de deux espèces de plantes. La présence du turricule est responsable d'un effet positif sur la croissance de *Lolium perenne* et négatif sur celle d'*Oryza sativa*; cet effet ne peut être dû qu'à des molécules signal puisque tous les nutriments nécessaires à la plante ont été apportés à concentration optimale et que les microorganismes ne peuvent pas traverser la membrane de nylon.

Puisque des études précédentes ont montré la présence de composés auxiniques dans les turricules de vers de terre, nous avons cherché à montrer dans une troisième étude que l'effet des vers de terre dépend de la voie de signalisation des auxines. Nous avons ainsi évalué dans des microcosmes remplis de sol naturel l'effet des vers de terre sur un mutant d'*A. thaliana*. Le transport d'auxine endogène de ce mutant est affecté par une double mutation qui conduit à l'apparition d'un phénotype nain. Nos résultats montrent que la

présence de vers de terre est responsable d'un effet positif sur le mutant, dont le phénotype ne diffère plus significativement de celui du témoin. L'effet des vers de terre sur la croissance des plantes dépend donc de l'auxine.

Des organismes du sol, en particulier les bactéries promotrices de la croissance des plantes (Plant Growth Promoting Rhizobacteria ou PGPR), sont capables de produire des composés hormonaux tels que l'éthylène et l'auxine. Puisque les vers de terre agissent fortement sur la structure des communautés microbiennes du sol, une hypothèse parcimonieuse serait que les vers de terre ne produisent pas eux-mêmes de l'auxine, mais qu'ils sélectionnent des PGPR productrices d'auxine. Nous avons donc testé l'effet de vers de terre, d'une plante ou de la combinaison de ces deux organismes sur les PGPR cultivables. Nos résultats montrent que la production d'auxine par les PGPR cultivables est augmentée en présence de vers de terre, ce qui conforte notre hypothèse. Les plantes, quant à elles, sont responsables d'une diminution de la production d'auxine par les PGPR cultivables. Dans le cas où la plante et les vers sont présents simultanément, la production d'auxine est similaire à celle observée lorsque la plante est seule, démontrant que la plante est capable d'imposer son contrôle sur les PGPR présentes dans son environnement.

Les molécules signal, en particulier l'auxine, jouent un rôle fondamental dans l'effet des vers de terre sur les plantes. Le fait qu'il existe une « communication » entre les vers de terre et la plante suggère que des signaux ont été retenus au cours de l'histoire évolutive de ces organismes. Cette interprétation permet de mieux comprendre pourquoi les vers de terre peuvent avoir un effet positif ou négatif sur des plantes d'origine géographique et de génotype différents. Cette perspective évolutive permet également d'interpréter l'effet prédominant de la plante sur les PGPR, seule stratégie évolutivement stable.

Des recherches interdisciplinaires associant écologues, physiologistes des plantes, chimistes et biochimistes seraient souhaitables afin de mieux comprendre l'origine et la dynamique des molécules signal dans le sol. Ces connaissances pourraient permettre de développer une gestion des cultures intégrant les régulations biologiques dues aux organismes du sol, afin de réduire l'utilisation des intrants chimiques.

Références

- Blouin M., Barot S. & Lavelle P. (2006). Earthworms (*Millsonia anomala*, Megascolecidae) do not increase rice growth through enhanced nitrogen mineralization. *Soil Biol. Biochem.*, 38, 2063-2068.
- Blouin M., Zuily-Fodil Y., Pham-Thi A.T., Laffray D., Reversat G., Pando A., Tondoh J. & Lavelle P. (2005). Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. *Ecol. Lett.*, 8, 202-208.
- Jana U., Barot S., Blouin M., Lavelle P., Laffray D. & Repellin A. (2010). Earthworms influence the production of above- and belowground biomass and the expression of genes involved in cell proliferation and stress responses in *Arabidopsis thaliana*. *Soil Biol. Biochem.*, 42, 244-252.