

P O T A T O M E T A B I O M E

Harnessing the potato-microbiome interactions for development of sustainable breeding and production strategies

> **Projet de recherche et développement**

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Éléonore Attard

Université de Pau

eleonore.attard@univ-pau.fr

FINANCEMENTS

Coût total du projet : 1 730 00 €

Montant de la subvention OFB : 101 510 €

[Appel EraNet Suscrop](#)

PARTENAIRES

- ◇ Helmholtz Zentrum München (Germany),
- ◇ University of Limerick-Biological Sciences (Ireland),
- ◇ Université de Pau et des Pays de l'Adour (France),
- ◇ Warsaw University of Life Sciences (Poland),
- ◇ Polish Academy of Sciences-Institute of Agrophysics (Poland),
- ◇ Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology (Germany)

En bref

Les stratégies de sélection variétales actuelles reposent souvent sur des apports élevés en intrants où les plantes sont considérées comme les seuls acteurs, sans tenir compte des propriétés leur permettant de recruter dans le sol des microorganismes bénéfiques. Le concept de ce projet est que les plantes interagissent naturellement avec ces microbes bénéfiques, les rendant moins dépendantes des intrants synthétiques. Par exemple, les variétés de plantes avec une biomasse racinaire et une exsudation de carbone accrues devraient être capables de recruter plus efficacement le microbiote bénéfique du sol que les variétés conventionnelles, sélectionnées pour travailler seules et avec une forte disponibilité en nutriments. PotatoMETAbiome vise donc à identifier des cultivars de pomme de terre qui interagissent efficacement avec le microbiome du sol, générant ainsi des cultivars moins dépendants des intrants externes tout en maintenant un rendement élevé, aussi bien dans des conditions de non-stress que de stress biotiques et abiotiques. <https://www.potatometabiome.eu/>

Holobionte

Endosphère

Potato variety

Microbe plant interactions

Rhizosphère



Les pratiques agricoles durables visent à réduire l'empreinte environnementale de l'agriculture en réduisant l'utilisation d'intrants chimiques et en stimulant le recours à des pratiques biologiques. Le succès de cette transition repose en partie sur l'utilisation de plantes capables d'exploiter les fonctions bénéfiques des microbiomes du sol. Cependant, les processus de sélection actuels ne sélectionnent pas de cultivars de plantes pour leurs interactions optimales avec les microbes du sol. A l'inverse les programmes de sélection variétale sont conduits en présence de forts apports d'engrais et pesticides rendant superflus les services écosystémiques rendus par les microorganismes du sol.

Le concept du projet PotatoMETabiome repose sur le principe selon lequel les plantes interagissent naturellement avec les microbes bénéfiques du sol, les rendant moins dépendantes des intrants synthétiques.

Nous avons choisi de travailler sur la pomme de terre en tant que modèle de culture non céréalière ayant la plus grande production mondiale. L'objectif principal du projet est donc de comprendre comment la prise en compte du microbiome de la pomme de terre peut améliorer les stratégies de sélection végétale. Dans ce projet impliquant de nombreux partenaires européens, nous avons particulièrement ciblé les communautés bactériennes et fongiques de la rhizosphère et de l'endosphère. Dans la rhizosphère, les microorganismes peuvent être directement influencés par les exsudats racinaires et ainsi recrutés par la plante. Pour les microorganismes de l'endosphère, dits endophytes, ils ont été retrouvés dans chaque tissu de plante hôte étudié, où ils peuvent assurer plusieurs fonctions, depuis la protection contre des ravageurs et agents pathogènes, jusqu'à la modulation des phytohormones et la tolérance

au stress. Ainsi, en raison de leur localisation à l'intérieur des plantes, moins soumis aux changements environnementaux, les endophytes peuvent représenter des sources potentielles de biofertilisants et de biopesticides pouvant en plus être transmis au fil des générations.

Nous avons mené des essais sur le terrain pour déterminer comment 7 cultivars de pommes de terre interagissaient avec les microorganismes selon 2 gestions agricoles différentes, l'une avec application d'engrais et de pesticides et l'autre avec des traitements biologiques impliquant l'introduction de souches microbiennes. Grâce à des essais en serre, nous avons évalué quel était l'impact des conditions de croissance sur les changements de diversité microbienne. Pour cela, nous avons étudié le microbiome endosphérique de 11 cultivars ayant poussé dans 2 sols différents et in vitro (milieu gélosé, sans sol). ➤





La gestion biologique, plutôt que la gestion chimique, favorise l'interaction entre les plantes et leur microbiome.

Parmi plusieurs centaines de cultivars disponibles dans la banque de l'institut Bonin en Pologne, nous en avons sélectionné 6 pour les caractéristiques des racines, la qualité et la quantité de l'exsudation des racines et la diversité de la rhizosphère bactérienne et fongique. En guise de référence nous avons inclus le cultivar commercial nommé Désirée.

Pour cette expérience au champ, le traitement biologique consistait en l'**application d'un mélange de bactéries favorisant la croissance des plantes** (*Bacillus amyloliquefaciens* et *Bacillus pumilus*) et de protozoaires (*Cercomonas lenta* et *Rosculus terrestris*). Le traitement chimique consistait en l'**apport de fertilisants, de fongicides et herbicides**, principalement propamocarb (625 g/l) et pro-sulfocarb (800 g/l). Nous avons ensuite **mesuré différents paramètres liés à la croissance de la plante et à la diversité des communautés microbiennes** grâce à un séquençage Miseq des amplicons 6S et ITS. Nous avons **créé des modèles de co-occurrence pour afficher les interactions entre les bactéries et les champignons** selon les différentes pratiques de gestion. Pour explorer les interactions entre les microbiomes des plantes et de la rhizosphère, une modélisation par équation structurelle par morceaux a été utilisée. Nous avons tout d'abord pu démontrer que **la plupart des cultivars sélectionnés pour leur capacité à interagir avec le microbiome ont de meilleures performances végétales que**

le cultivar commercial Désirée. Deuxièmement, nous avons révélé que **les 2 traitements biologique ou chimique régulaient fortement le microbiome de la rhizosphère**. Plus précisément, la gestion biologique a augmenté les interactions entre le microbiome de la rhizosphère par rapport à la gestion chimique. La gestion chimique a, quant à elle, éliminé l'effet du microbiome de la rhizosphère sur le développement des plantes, découplant ainsi les microbiomes de la rhizosphère de la croissance des plantes.

” **La gestion chimique a, quant à elle, éliminé l'effet du microbiome de la rhizosphère sur le développement des plantes**”

Éléonore Attard
Université de Pau

Impact des conditions de croissance et des cultivars de pomme de terre sur la diversité des endophytes microbiens

Pour cette partie du projet nous avons étudié 11 cultivars dont Désirée et les 6 cultivars plantés dans l'expérience précédente. Ici, les expériences ont été réalisées en serre afin de pouvoir **comparer le microbiome endophytique de plantes cultivées dans les mêmes conditions mais dans deux sols**

différents A et B. Nous avons également inclus, l'analyse de plantules ayant poussé exclusivement *in vitro* c'est à dire, en milieu gélosé et donc sans l'impact de microorganismes du sol. Nous avons ensuite séquencé les amplicons 16S et ITS dans les plantes âgées de 5 semaines.

Notre étude a révélé que la **diversité des bactéries endophytes était significativement influencée par le type de sol A ou B**. Cependant même si le type de sol a un effet plus fort sur le microbiome des racines de pomme de terre, la **comparaison entre cultivars suggère une sélection végétale**, et particu-



lièrement pour les champignons endophytes. Ces différents patterns entre bactéries et ➤ champignons endophytes peuvent être liés à la meilleure capacité des champignons à sporuler qui peut leur permettre de se maintenir dans la plante quels que soient les changements dus aux stades de développement de la plante. En outre, si les champignons se transmettent mieux d'une génération à l'autre, il sera moins facile pour d'autres champignons présents dans le sol de s'installer dans la plante, augmentant ainsi l'effet cultivar. Pour les bactéries

en revanche, le recrutement dans le sol semble plus important. En termes de stratégies de sélection ou de biocontrôle, cela implique d'une part qu'une **inoculation réussie d'un champignon bénéfique dans une plante pourrait avoir l'avantage de durer sur plusieurs générations** et d'autre part que **les agents de biocontrôle bactériens devraient être fournis de préférence aux premiers stades de la plante, lorsque les bactéries sont recrutées dans les sols.** ➤

Du côté du transfert

En termes de stratégies de sélection ou de biocontrôle, nos résultats suggéreraient i) qu'une inoculation réussie d'un champignon bénéfique dans une plante pourrait avoir l'avantage de durer sur plusieurs générations et ii) que les agents de biocontrôle bactériens devraient être fournis de préférence aux premiers stades de la plante, lorsque les bactéries sont recrutées dans les sols.

Par ailleurs, nous avons montré que des cultivars actuellement peu/pas commercialisés pouvaient présenter de meilleures performances qu'un cultivar commercial grâce à leur capacité à interagir efficacement avec le microbiome. Afin de trouver de nouvelles variétés plus performantes dans un contexte de changement climatique, il pourrait donc être pertinent de reconsidérer ces cultivars afin de les étudier, avec leur microbiome, dans des conditions de stress notamment hydrique.

Du côté de la recherche

Au fil du projet, nous avons étudié principalement de jeunes plantes mais une 3e partie en cours d'analyse a concerné le cycle complet d'une culture de pomme de terre. Nous espérons donc prochainement pouvoir répondre à plusieurs questions sur notamment la dynamique des communautés microbiennes : les bactéries recrutées aux stades précoces se maintiennent-elles au cours de la culture et dans quelle mesure sont-elles transférées aux tubercules ?

Enfin, en comparant la diversité microbienne dans le sol avec la rhizosphère et l'endosphère et grâce à des outils statistiques adaptés nous pourrions quantifier la part de bactéries recrutées par la plante depuis les communautés présentes dans le sol.



Livrables, valorisation et transfert

CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES, AVEC ET SANS ACTES

3 Posters

- ◇ 18th International Symposium on Microbial Ecology 14-19 August 2022, Lausanne, Switzerland
- ◇ XVI IOBC-WPRS meeting on biocontrol 6-9 June 2023 in Wageningen, The Netherlands Congress
- ◇ 11e congrès de l'Association Francophone d'Écologie Microbienne du 17 au 20 octobre 2023 à Carqueiranne

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

- ◇ Tianci Zhao, Xiu Jia, Xipeng Liu, Jyotsna Nepal, Eléonore Attard, Rémy Guyoneaud, Krzysztof Treder, Anna Pawłowska, Dorota Michałowska, Gabriele Berg, Franz Stocker, Tomislav Cernava, J. Theo M. Elzenga, Joana Falcão Salles *Biological management, rather than chemical 1 management, promotes the interaction between plants and their microbiome* doi: <https://doi.org/10.1101/2024.02.12.579901>
- ◇ Jyotsna Nepal, Rémy Guyoneaud, Tianci Zhao, Stefanie Vink, Xiu Jia, Krzysztof Treder, Dorota Michałowska, Benoit Renaud Martins, Michael Schloter, Viviane Radl, Joana Falcao Salles, Eléonore Attard. *Impact of growth substrate and potato cultivars on the diversity of microbial endophytic communities* -To be submitted in 2 weeks. |

