

Département Scientifique Biologie-Agrosciences

INVESTIR LES AGRO-MICROBIOTES

I. Les enjeux scientifiques et sociétaux

Cet axe est au cœur des questions scientifiques et des aspirations sociétales d'aujourd'hui. L'environnement que nous connaissons subit actuellement une série d'altérations fondamentales imposées entre autres par l'évolution de nos pratiques sociétales. En effet, notre activité économique conduit à des émissions très importantes de gaz à effet de serre dans l'atmosphère avec pour conséquence, un bouleversement rapide du climat (augmentation de la fréquence d'anomalies climatiques) et de notre environnement. Nos pratiques agricoles se font au détriment de la qualité et de la santé des sols et des ressources en eau et affectent potentiellement des réservoirs de biodiversité (e.g. la déforestation amazonienne). De plus, la multiplicité des échanges (produits, personnes) entraîne une dissémination des organismes en dehors de leurs habitats naturels avec pour conséquence, dans certain cas, des phénomènes invasifs (pyrale du buis, frelon asiatique, *Xylella fastidiosa*, *Drosophila suzuki*, etc.). Enfin, face aux problèmes posés par l'utilisation massive de produits phytopharmaceutiques et d'additifs alimentaires, le constat partagé par les différents acteurs (agriculteurs, transformateurs, décideurs, consommateurs, citoyens, etc.) est que les pratiques doivent évoluer vers des systèmes agricoles et alimentaires plus durables et plus résilients au niveau des impacts environnementaux, sanitaires mais aussi économiques ou sociétaux.

Ces constats sont concomitants avec une révolution profonde dans l'étude du vivant. Elle est en partie déclenchée par l'arrivée dans nos laboratoires de recherche, de technologies analytiques puissantes à haut débit couplée d'un accroissement considérable de la capacité d'analyse des données (Big-data / réseaux informatiques / mathématiques). Conséquence inattendue de cette évolution, nous disposons aujourd'hui de la capacité d'étudier le fonctionnement et les interactions qui existent entre de nombreux gènes d'un organisme donné. Globalement, l'arrivée de ces approches redéfinit donc ce qui doit être pris en compte dans l'étude, par exemple, d'un mécanisme biologique.

II. Un axe thématique original : une très forte attente de connaissances scientifiques pour encourager la durabilité des productions agricoles

Les enjeux de connaissance évoqués sont très importants sur notre compréhension des mécanismes biologiques. Mais, contrairement à beaucoup d'autres questions scientifiques importantes, les interactions biotiques entre organismes font l'objet d'une très forte demande sociétale. En effet, trouver des solutions pour enrayer ces évolutions potentiellement "dangereuses" pour nous-mêmes et notre environnement est inévitable et se place au cœur des priorités mondiales. Parmi les pistes envisagées, certaines passent par une meilleure connaissance des microorganismes et de leurs interactions entre eux ou avec d'autres organismes hôtes. Ces pistes peuvent conduire par exemple, à utiliser des microorganismes comme des moyens de lutte contre des maladies émergentes ou des alternatives aux produits phytopharmaceutiques toxiques (biocontrôle, lutte biologique). La manipulation des communautés microbiennes associées aux plantes de grandes cultures peut également permettre l'accroissement de leur tolérance aux aléas climatiques (biostimulation). Enfin, découlant des effets positifs des fermentations sur la sécurité sanitaire des productions, l'utilisation

des microorganismes pour la conservation des aliments doit être plus étudiée et maîtrisée (biopréservation).

Les microbes sont des éléments essentiels du fonctionnement des organismes et des écosystèmes. L'accroissement de la connaissance que l'on en a influe sur les orientations sociétales prises au niveau collectif ou individuel, comme par exemple, les choix commerciaux, financiers et politiques qui concernent l'alimentation (agriculture durable, produits manufacturés dépendant de l'activité de micro-organismes), la santé (production de produits pharmaceutiques, vaccins) ou encore la préservation de notre environnement (dépollution, production d'énergies propres). La récente découverte de l'étendue de la diversité et de la quantité de microbes vivant au contact d'un eukaryote multicellulaire (plante, insecte, animal) et de leur importance montre que l'étude du fonctionnement de cet eukaryote doit non seulement prendre en compte ses propres gènes, mais également les gènes des microorganismes qui le colonise. Pour simplifier, le modèle de l'interaction, biotique (pathogène ou non) ne peut plus être traité comme un cas particulier, mais au contraire, comme un cas général. **Accroître nos connaissances des microbes et de leurs interactions avec leurs hôtes (plantes, insectes) est stratégique pour l'avenir de la société et de notre planète.** En tant qu'acteurs de la recherche nous ne pouvons pas faire l'économie de cet investissement notamment vis-à-vis des décideurs politiques et du grand public.

Parmi les différents modèles d'interactions biotiques étudiés au sein du Département Scientifique Biologie-Agrosciences, on peut citer des modèles centrés sur l'insecte hôte de bactéries entomopathogènes ou de virus symbiotiques nécessaires au contrôle du cycle de vie (DGIMI) ainsi que des modèles bactéries et champignons phytopathogènes ou symbiotiques, hôtes de différentes plantes (LSTM, PHIM, B&PMP). La cohabitation de ces 2 modèles d'hôtes offre deux grands avantages. D'une part, cela permet de confronter des résultats obtenus à la fois sur des modèles pouvant être cultivés de façon totalement axénique (plantes) avec des modèles cultivés en présence de microorganismes (insectes). La confrontation des résultats obtenus avec ces 2 modèles contrastés est une opportunité pour tirer des conclusions transversales sur les mécanismes d'interaction entre hôte et microorganismes, que cela soit du point de vue du microorganisme ou du point de vue de l'hôte. D'autre part, cela permet d'envisager le développement d'applications technologiques pour le traitement, par des approches alternatives (biocontrôle), des plantes de grande culture et d'accroître leur résistance à des insectes ravageurs par exemple.

Au sein de l'I-site MUSE, **le Département Scientifique Biologie-Agrosciences de l'Université de Montpellier** regroupe des acteurs de la recherche montpelliéraine ayant pour défi d'améliorer la sécurité alimentaire dans un double contexte de changements globaux du climat et d'un plus grand respect de l'environnement.

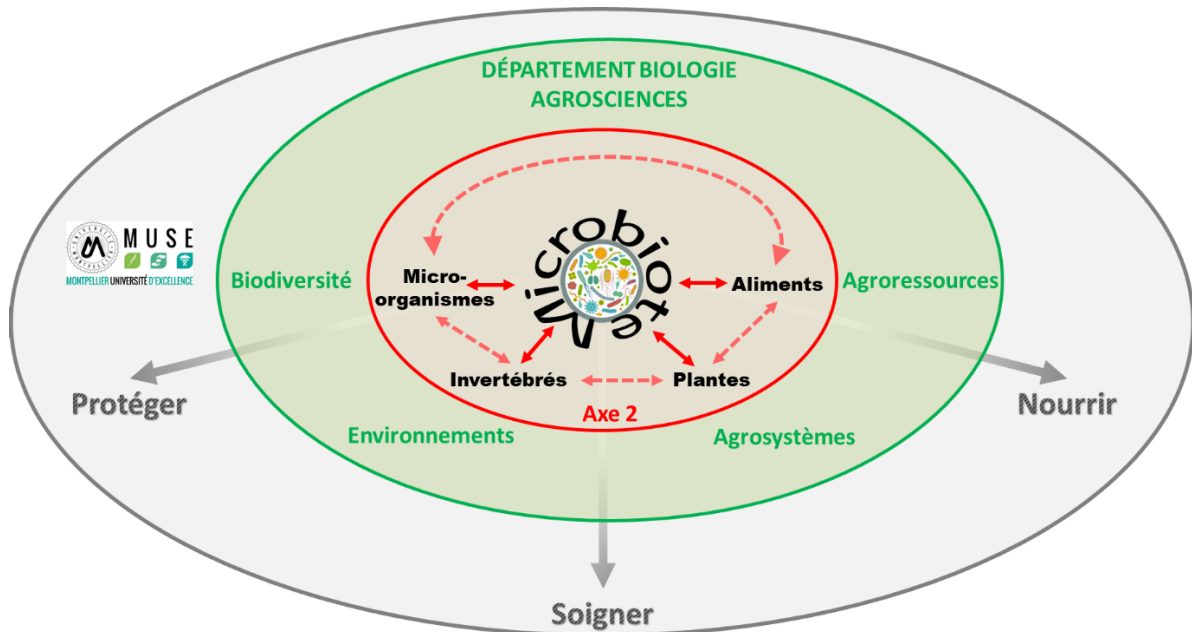


Schéma de l'axe thématique avec son périmètre, ses interactions internes et ses relations avec d'autres domaines de MUSE

L'un des axes forts du Département Scientifique Biologie-Agrosciences repose sur l'étude de divers microbiotes et les grandes « catégories » de microorganismes sont ainsi représentées au sein du Département Scientifique Biologie-Agrosciences, puisque sont étudiés des virus, des bactéries et des champignons (qu'ils soient pathogènes ou symbiotiques), ainsi que des nématodes (essentiellement pathogènes de plantes ou d'insectes). La grande originalité du Département Scientifique Biologie-Agrosciences est d'aborder l'étude de ces microbiotes **sous l'angle des interactions**, qui s'établissent entre microbes, avec des eucaryotes (plantes, insectes) ou dans un contexte de développement de procédés technologiques visant à l'obtention de produits alimentaires de qualité, ce qui est synthétisé sur la figure ci-dessus.

Le Département Scientifique Biologie-Agrosciences fédère, de ce fait, un grand nombre de compétences écologiques, physiologiques et moléculaires permettant d'étudier des microbiotes agronomiques de l'amont à l'aval d'une production. Ainsi, certaines UMRs du Département Scientifique Biologie-Agrosciences s'intéressent aux microbes et à leur diversité au sein des microbiotes (DGIMI, LSTM, PHIM, QUALISUD, SPO), à leur rôle dans les procédés d'ingénierie des agroressources (QUALISUD, SPO, IATE) ou encore aux hôtes de ces microbes (LSTM, PHIM, B&PMP, DGIMI).

II. De grands défis scientifiques : défis de connaissances et d'applications

Les acteurs scientifiques partie prenante de cet axe partagent des questionnements scientifiques similaires (par ex. diversité fonctionnelle) avec comme point majeur de convergence l'utilisation d'approches mécanistiques pour déchiffrer et comprendre les interactions microbiote(s)-hôte(s). Par exemple, il s'agit d'identifier les gènes requis pour ces interactions puis d'étudier leur mode de fonctionnement. A noter, qu'il existe aussi dans ce département tout un volet « biodiversité » à la fois de l'hôte mais aussi des microorganismes car il peut être informatif de comparer des programmes d'interaction différents.

Dans le contexte décrit précédemment, le Département se propose de relever des défis scientifiques d'envergure autour de cet axe « Investir les Agro-Microbiotes ». Le premier porte sur la description des mécanismes chez les microbes et leur(s) hôte(s) requis lors de leurs interactions. Le second porte sur l'impact qu'une interaction a sur l'environnement, les agroécosystèmes et la santé en général. Enfin, le troisième défi porte sur la diffusion au grand public de la microbiologie et des interactions. La valorisation technologique de ces connaissances est également présente au cœur des défis à relever au niveau de la production agricole (fertilisation/croissance – protection des cultures) et des récoltes (conservation des fruits).

III. Des objectifs thématiques prioritaires

Identifier les règles d'assemblage et de fonctionnement des microbiotes :

La prise en compte des microbes est aujourd'hui acceptée comme un moyen de développer des solutions de biocontrôle ou de biostimulation. Pour cela, il faut mieux connaître l'étendue d'une interaction entre 1 hôte et 1 ou plusieurs microorganismes, à la fois dans les aspects de reconnaissance (phase précoce) mais aussi de vie conjointe (phase chronique) : comment la physiologie de l'hôte se trouve modifiée (son développement, son métabolisme...) ?

De plus en plus d'études soulignent qu'un hôte constitue une extraordinaire ressource de nutriments pour les microbes qui vivent à son contact direct ou non. L'hôte a donc la capacité de façonner une communauté microbienne autour de lui pour, par exemple, recruter certains qui pourraient avoir des effets bénéfiques. Il est donc important de comprendre les mécanismes utilisés par un hôte pour façonner une communauté de microbes qui d'une part optimise la « fitness » de l'hôte et d'autre part, est durable (transmission d'une génération à l'autre).

Vers un pilotage des interactions Hôte-Microbiote-Environnement :

Développer l'usage des microbes dans les pratiques agricoles s'appuie sur les connaissances obtenues et les techniques déployées pour le premier défi. Mais ce second défi est aussi celui qui va élargir l'étude de l'impact d'une interaction entre un hôte et un microorganisme en y introduisant une interaction supplémentaire, par exemple sous la forme d'un individu/animal/insecte, consommateur de l'hôte. Aussi, il faut identifier les substances, les gènes et leur fonctionnement, susceptibles d'impacter ce troisième partenaire.

Microbiote et Société :

Populariser l'usage des microbes et leur étude est rendu compliqué par le fait que les microbes sont encore trop souvent associés à des maladies parfois très graves (lèpre, tuberculose, typhus, choléra, grippe...) en dépit de certains efforts pédagogiques diffusés par certains médias notamment télévisuels. Il s'agit donc de participer à la modification de la perception par le grand public des microbes en montrant qu'ils peuvent également être bénéfiques aux populations ainsi qu'à notre environnement. Ce Département a donc un rôle crucial à jouer dans cette « alphabétisation microbiologique ».