

Communiqué de presse - 12 octobre 2020

La génomique éclaire l'histoire évolutive des champignons symbiotiques forestiers

Les champignons symbiotiques mycorhiziens jouent un rôle majeur dans les écosystèmes terrestres en facilitant l'acquisition de nutriments par les plantes. Mais comment ces champignons sont-ils devenus symbiotiques ? Grâce à l'analyse du génome de 135 espèces de champignons forestiers, la plus vaste à ce jour, un consortium international de chercheurs, coordonné par INRAE et le Joint Genome Institute (Département de l'Énergie américain) et impliquant l'Université de Lorraine et le CNRS, explique comment ces champignons sont passés d'organismes se nourrissant de matière en décomposition à des symbiotes alliés aux plantes au cours de l'évolution. Leurs résultats sont publiés le 12 octobre dans *Nature Communications*.

Il existe plusieurs types de champignons définis par leur mode de nutrition : les pathogènes qui parasitent des organismes vivants pour se nourrir, les saprotrophes qui se nourrissent de matière organique en décomposition et les mycorhiziens qui sont en symbiose avec les plantes. La symbiose est une relation gagnant-gagnant pour la plante et le champignon. Le champignon facilite l'absorption par les plantes des éléments minéraux essentiels, comme l'azote et le phosphore, et les plantes apportent des sucres simples aux champignons associés et un environnement favorable à leur développement. Cette symbiose mutualiste aurait permis la colonisation des milieux terrestres par les plantes. Afin de comprendre comment sont apparus les traits symbiotiques chez les champignons forestiers, le consortium a comparé les fonctions codées par le génome de 135 espèces dont 62 espèces mycorhiziennes. L'originalité de cette nouvelle étude réside dans le séquençage et l'analyse de 29 nouveaux génomes d'espèces de champignons symbiotiques appartenant à des familles jouant un rôle clé dans les écosystèmes forestiers, telles que les Russules et les Chanterelles, très fréquents dans les forêts tempérées.

Leurs résultats montrent que les multiples transitions d'un mode de vie saprotrophe à symbiotique s'accompagnent de la perte des gènes codant les enzymes dégradant la paroi cellulaire végétale (par exemple les cellulases et les ligninases), de la réorientation de gènes présents chez des ancêtres saprotrophes pour remplir de nouvelles fonctions symbiotiques (par exemple des transporteurs membranaires de sucres ou d'acides aminés) et de l'apparition de nouveaux gènes impliqués dans la communication avec la plante. Ces mécanismes sont observés dans toutes les familles de champignons basidiomycètes et ascomycètes¹ ectomycorhiziens² (20 000 espèces) illustrant ainsi une

¹ Les basidiomycètes et les ascomycètes sont deux classes de champignons. Les basidiomycètes désignent des espèces dont les spores se forment à l'extérieur de cellules spécialisées (entre autres la plupart des champignons à chapeaux). Les ascomycètes sont une classe réunissant dont les spores se forment dans des cellules spécialisées (les asques) comprenant notamment les morilles, les pézizes, les truffes, les levures...

² Les champignons ectomycorhiziens colonisent les racines des plantes avec lesquelles ils sont en symbiose et leur permettent d'avoir accès plus facilement à des minéraux.

remarquable convergence évolutive³ couvrant plus de 100 millions d'années d'histoire évolutive. Pour la première fois, les chercheurs ont également identifié quelques espèces de champignons « hybrides », encore capables de décomposer la matière organique, tout en établissant une symbiose avec les racines de leur plante-hôte. Chez ces champignons, les gènes codant les enzymes de dégradation de la paroi végétale sont encore présents, mais réprimés lors de la symbiose. Il pourrait bien s'agir des premiers pas vers la symbiose stricte.

Cette nouvelle étude accroît de façon considérable les ressources génomiques disponibles pour étudier les mécanismes qui régissent le développement et le fonctionnement des symbioses mycorhiziennes. Outre une meilleure compréhension de l'histoire évolutive des champignons forestiers, ces ressources sont désormais utilisées pour étudier le fonctionnement des communautés de champignons dans les écosystèmes forestiers soumis aux aléas des changements environnementaux.

Référence

Miyauchi, S., Kiss, E., Kuo, A. *et al.* Large-scale genome sequencing of mycorrhizal fungi provides insights into the early evolution of symbiotic traits. *Nat Commun* **11**, 5125 (2020).

DOI : <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18795-w>

Contact scientifique :

Francis Martin – francis.martin@inrae.fr

Unité Mixte de Recherche Interaction Arbre-Champignon (INRAE-Université de Lorraine)

Laboratoire d'excellence ARBRE

Département scientifique ECODIV

Centre INRAE Grand-Est Nancy

Contact presse :

Service de presse INRAE : 01 42 75 91 86 – presse@inrae.fr

INRAE, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, est un acteur majeur de la recherche et de l'innovation créé le 1er janvier 2020. Institut de recherche finalisé issu de la fusion entre l'Inra et Irstea, INRAE rassemble une communauté de 12 000 personnes, avec 268 unités de recherche, service et expérimentales implantées dans 18 centres sur toute la France. L'institut se positionne parmi les tout premiers organismes de recherche au monde en sciences agricoles et alimentaires, en sciences du végétal et de l'animal, et se classe 11^{ème} mondial en écologie-environnement. Il est le premier organisme de recherche mondial spécialisé sur l'ensemble « agriculture-alimentation-environnement ». INRAE a pour ambition d'être un acteur clé des transitions nécessaires pour répondre aux grands enjeux mondiaux. Face à l'augmentation de la population, au changement climatique, à la raréfaction des ressources et au déclin de la biodiversité, l'institut construit des solutions pour des agricultures multi-performantes, une alimentation de qualité et une gestion durable des ressources et des écosystèmes.

³ On parle de convergence évolutive lorsque plusieurs espèces différentes soumises aux mêmes contraintes environnementales adoptent des réponses adaptatives similaires, ici la symbiose ectomycorhizienne.