



MYCOPHYTO



"Les mycorhizes, un concept ancien pour de nouvelles solutions"

*Dr Justine LIPUMA
Co-Fondatrice et CEO*

Colloque MICA

La microbiologie du sol au service d'une agriculture durable : diagnostics et solutions innovantes
Mercredi 28 juin 2023

Notre vision

Revitaliser nos sols, pour préserver notre agriculture et notre santé.

Adapter nos productions agricoles et nos villes aux changements climatiques pour maintenir notre souveraineté alimentaire.

Notre mission

Le **sol est vivant**. Comme tout être vivant, trop sollicité, il s'épuise.

Notre mission est de rendre nos sols plus **résilients**, plus **autonomes**, et plus **fertiles**.

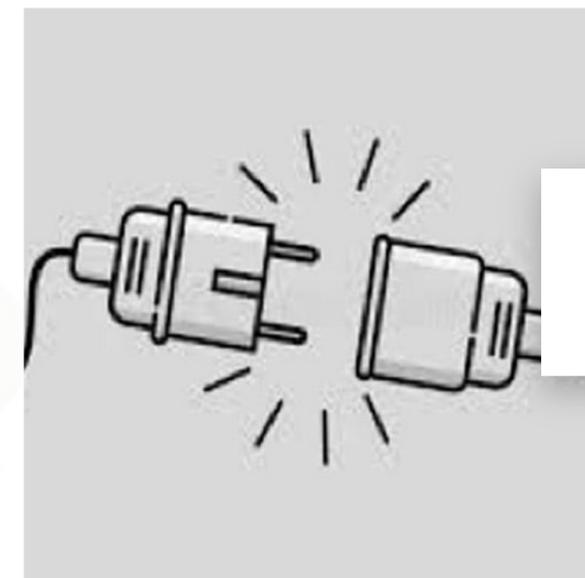
Sol & Eau

L'impact économique de la dégradation des sols est estimé à plus de 40 milliards de dollars par an.

Le secteur agricole, qui consomme 70 à 80 % des ressources hydriques, est le plus impacté par la baisse de la disponibilité en eau.



Nos sols sont épuisés



La connexion sol/plantes est déficiente



La production est insuffisante



Notre trajectoire



Dr. Justine LIPUMA,
Co-fondatrice, CEO



Entrepreneure engagée (VP La ferme Digitale – French Agritech)
Experte en microbiologie sur les interactions plantes-microorganismes



Christine Poncet
Co-fondatrice,
Conseillère scientifique



Experte en gestion des risques sur les systèmes de production agricole



Création MYCOPHYTO:
Spin-off INRAE et UCA

i-Lab
Lauréat concours I-Lab

2019 - 2020

2017 - 2018

1^{ère} levée de fonds : 1,4M€



Validation 1^{er} brevet MYCOPHYTO



Dr. Grégory HOFF,
Chargé de mission R&D

Lauréat EETE
Lauréat concours I-NOV

i-Nov

Lauréat ADD



2021

Lauréat French Tech Agri20



1^{er} Contrat à l'international



2023

2^{ème} levée de fonds Série A : 4,15 M€



Lauréat French Tech 2030

Lancement du 1^{er} pilote industriel.



3^{ème} levée de fonds en préparation Série A : >10 M€

2025



2026 - 2027

Ambitions du plan à 5 ans de l'entreprise :

Dupliquer notre modèle industriel dans différentes régions dont l'international.

Objectif de 6 fermes en 2027

Volumes produits x 40 en 5 ans (2023 – 2027)

Augmenter la productivité de façon significative

Objectif x 10 en 5 ans (2023 – 2027)

Atteindre un chiffre d'affaires de 40M€ en 2027

Objectif x 60 comparé à 2023

MYCOPHYTO 2023 en quelques chiffres :

- 23 collaborateurs
- Une trentaine de clients prestigieux
- Une production en phase de pré-industrialisation
- Une surface de production de 1 200m² capable de produire 50 tonnes de produits finis par an
- 2 brevets en cours de dépôt
- Une dizaine de partenariats académiques et privés

Rencontrez Grégory pendant le colloque !



Notre écosystème



Conseil Scientifique



Paola BONFANTE

- Professeure émérite de l'Université de Turin
- Spécialiste des mycorhizes
- 500 + articles scientifiques, 30000 + citations, Indice h 98



Marc-André SELOSSE

- Professeur au MNHN et aux universités de Gdansk et Kunming
- Spécialiste en botanique et en évolution des champignons
- Membre de l'académie d'agriculture de France
- 300 + articles scientifiques, 15000 + citations, Indice h 65



Comité de Pilotage

Comité de pilotage composé de 6 membres dont :



Alexis ANGOT

Co-fondateur d'Ynsect



Jochen Zaumseil

Ancien membre du comité exécutif du groupe L'Oréal



Frédéric Heinrich

Directeur des opérations L'Oréal



Comité Stratégique

Comité stratégique composé de 8 membres dont :



Dominique GAILLARD

- Ex président France Invest
- Ex dirigeant Ardian



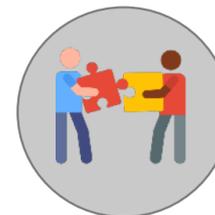
Erik ORSENNA

- Ecrivain, membre de l'académie française
- Investisseur à impact



Jean-Daniel Hernandez

- Président Fondateur Groupe BOTANICA



Partenaires clés



Sols vivants = Sols fertiles = rendement ++

- ¼ de la biodiversité totale de la planète se trouve dans les sols
- les micro-organismes (bactéries, champignons, protozoaires, nématodes...) représentent 75 à 90 % de la biomasse vivante du sol
- Les Services écosystémiques rendus par la biodiversité du sol sont : Fertilité du sol, Protection des cultures, Régulation des cycles de nutriments et de l'eau, décontamination)

- 1 gr de sol = 1 Milliards de Bactérie = 5 à 25 000 espèces dont la plupart encore inconnus
- 1cm³ de terre = 10^{E6} à 10^{E9} bactéries = 5 Kms d'hyphe fongiques
- Les champignons représentent entre 50 et 60% de la biomasse vivante (hors racines) ils sont répartis en 4 types : Décomposeurs, Prédateurs, pathogènes, symbiotiques

Risque d'une faible biodiversité de la vie des sols : Erosion, Pollution, Compaction, Ruissellement, perte de rendement

- Le stock de carbone organique dans les sols agricoles a diminué. Cette perte est estimée à 6 millions de tonnes de carbone par an
- La gestion durable des sols permettrait de produire 58% de nourriture en plus (FAO)

Champignons Mycorhiziens arbusculaires : Rôle majeur mais peu de connaissances sur les espèces

La mise en place d'une symbiose mycorhizienne entraine :

- Augmentation de la qualité des sols : structure, Fertilité
- Augmentation de la teneur en eau
- Augmentation de la fixation de carbone

0,1 % des champignons de la microflore des sols

Environ 300 espèces estimées à ce jour (Mathieu et al. 2018)

1er CMA séquencé *Rhizophagus irregularis* en 2013 (Tisserant et al. 2013). Depuis *Gigaspora margarita*, *Rhizophagus diaphanus*, *Diversispora epigae*, *Gigaspora rosea*...

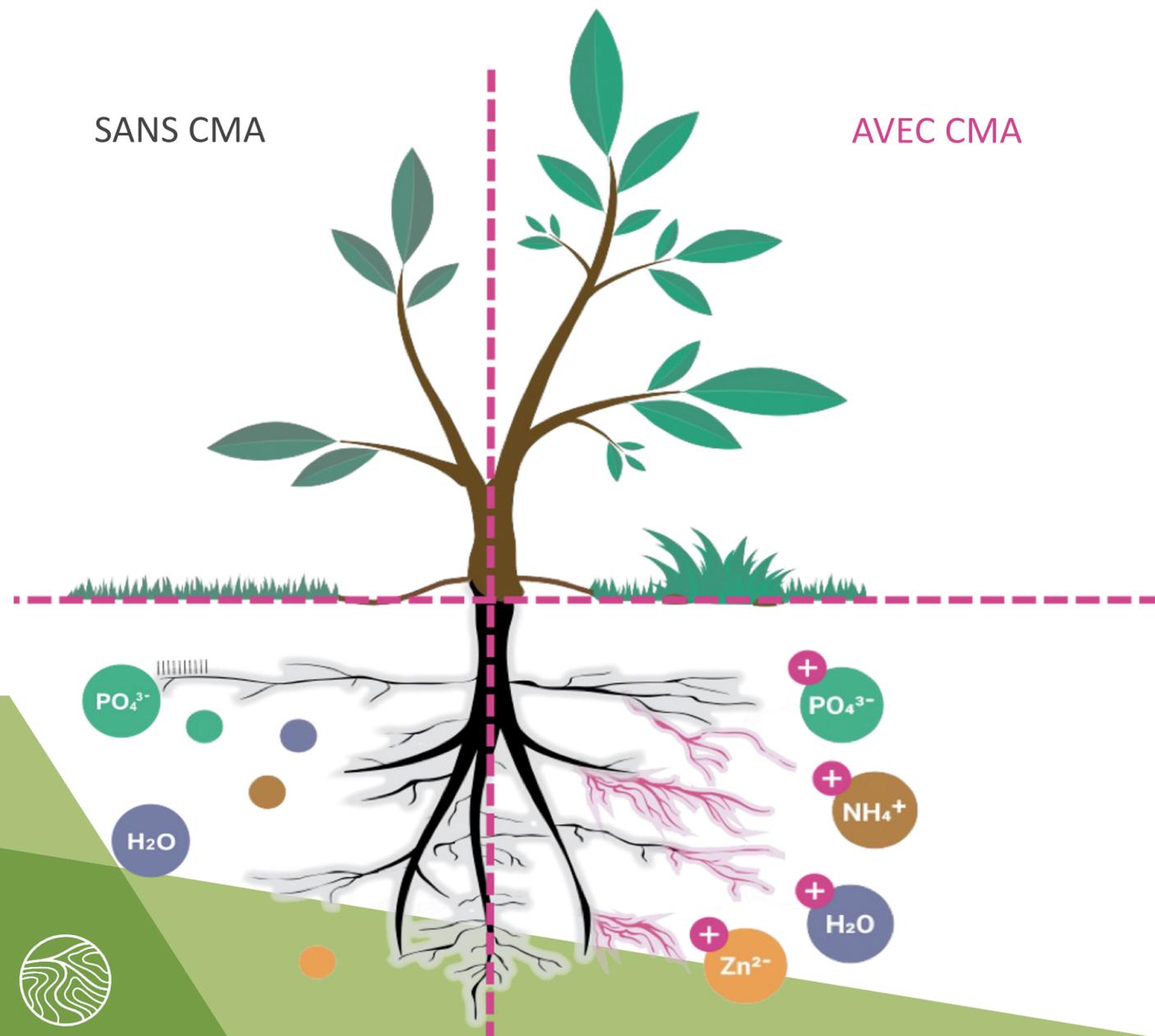


Source : LA FRANCE AGRICOLE // 3681 // 10 FÉVRIER 2017



Le concept biologique

Les échanges plantes/sol sont permis par des champignons très particuliers : les Champignons Mycorhiziens Arbusculaires (CMA). Nous les identifions, les démultiplions, puis les produisons (Chez MYCOPHYTO, nos usines sont des serres!).

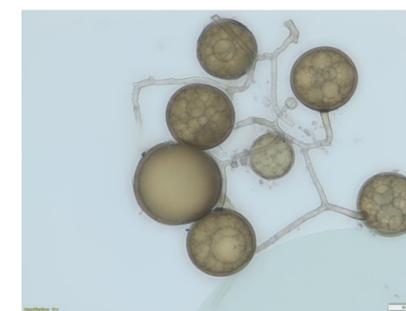


- Meilleure absorption des nutriments : augmentation de la biodisponibilité, surface d'échange accrue (Ferrol *et al.* 2018, Sardans *et al.* 2023)
- Augmentation de la tolérance de la plante à différents stress abiotiques : salinité, sécheresse, métaux lourds (Begum *et al.* 2019)
- Contribution à une meilleure structuration du sol et à la prévention de l'érosion (Rillig and Mummey 2006)
- Stimulation des défenses de la plante (Cameron *et al.* 2013)



Une solution innovante

MYCOPHYTO combine des approches d'Intelligence Artificielle et d'agronomie pour remettre des alliés naturels historiques des plantes au centre du jeu



Plus de 300 espèces de CMA dans la nature

Plus de 80 % des plantes réceptives aux CMA

*Un **algorithme** pour prédire les besoins*



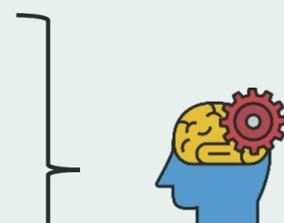
Climat



Sol



Plante



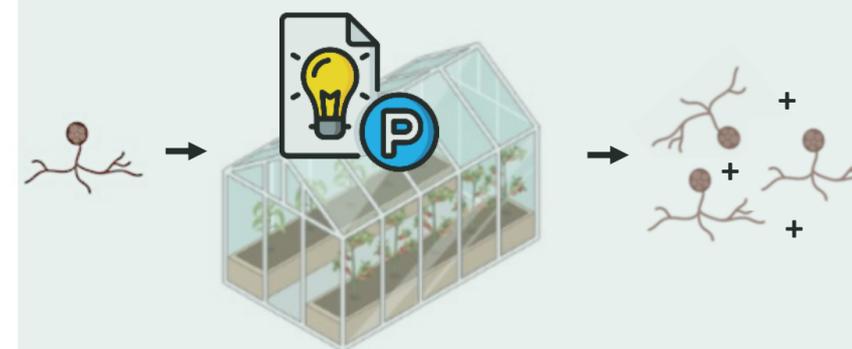
Mix de CMA adapté

*Une **Biobanque** unique en Europe pour s'adapter aux besoins*



Mise en collection de plusieurs dizaines de mix et d'espèces isolées de CMA

*Un **système de production breveté** pour répondre aux besoins*



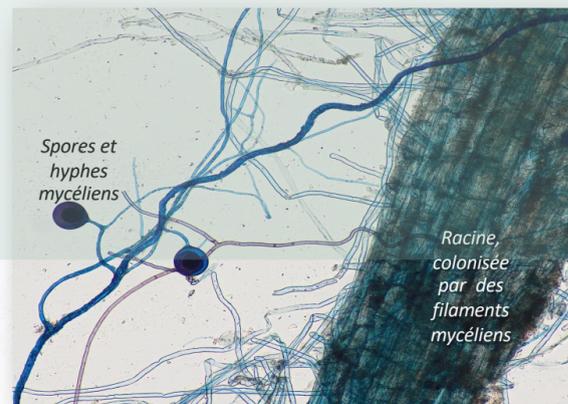
Amplification de mix de CMA adaptés pour inoculation de sols



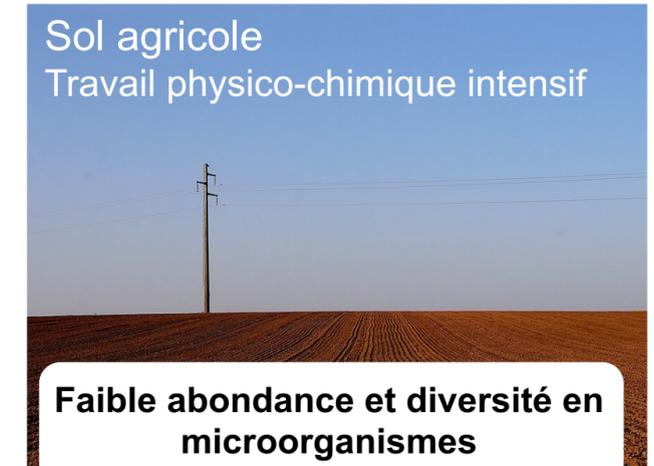
L'innovation MYCOPHYTO: la mycorhization adaptée

Notre solution permet :

- D'avoir un impact positif sur la **biodiversité des sols**
- De **réduire le recours aux intrants fossiles et de synthèse** (décarbonation des engrais)
- D'améliorer la **qualité** des productions
- De **préserver la santé** des agriculteurs et des populations
- Des systèmes de **culture régénératrice**, plus **résilients** face à l'impact des changements climatiques



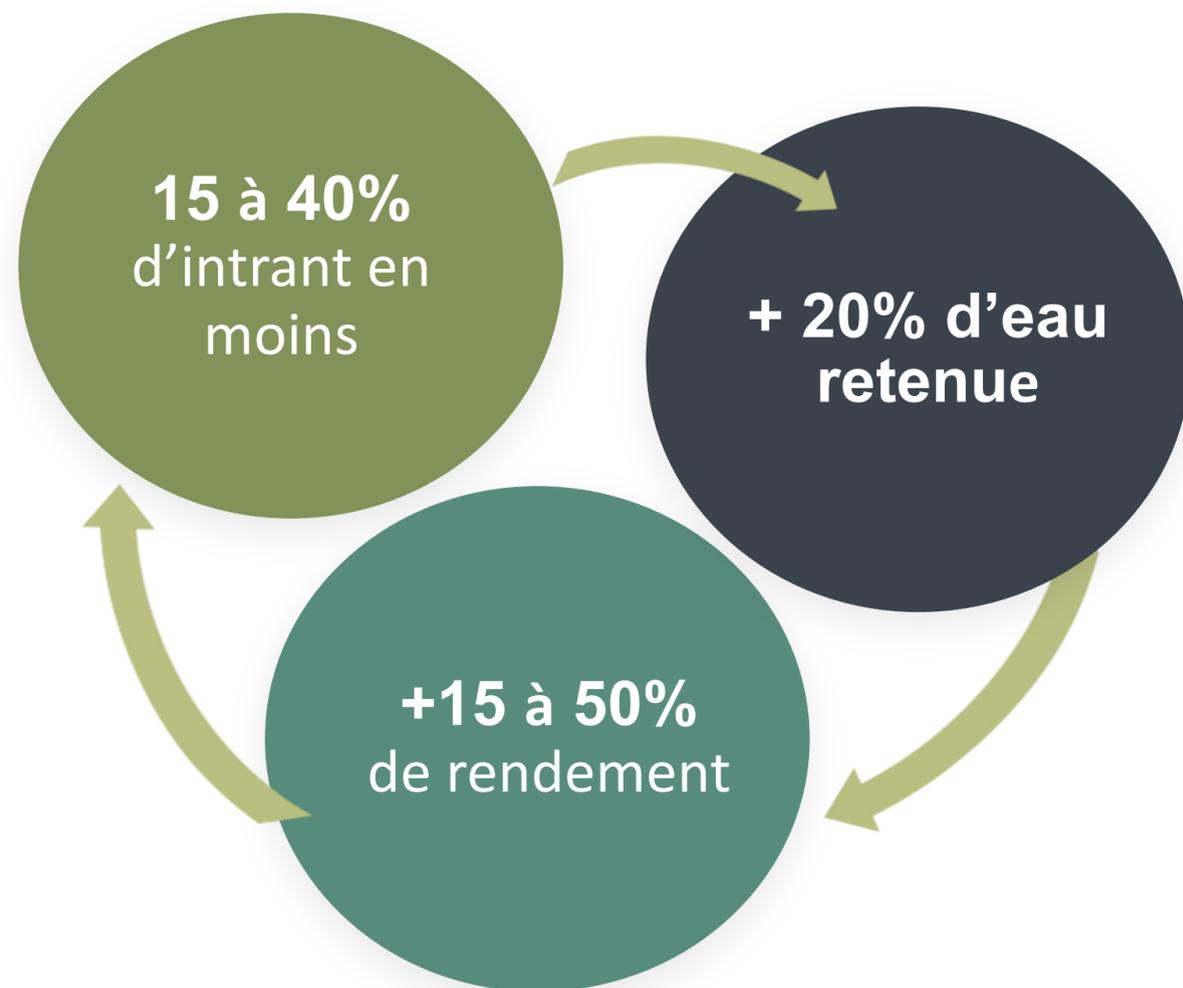
Observation au microscope des structures des CMA, colorées en bleu



Besoin d'une résilience de la vie des sols.
Nécessité de solutions adaptées au contexte.



Une solution à impact



Rendu plus résilient et autonome, le sol retrouve sa fertilité.

Quelques résultats:



Vigne

+ 20% d'eau mesurée aux pieds en période de sécheresse
+ 40% de rendement



Rose

Rendement en fleur
X 2,5 au pic de floraison



Tomate

+ 25% de rendement moyen par plant

Une biomasse racinaire et aérienne plus importante, des plantes plus robustes



Fraise

Sans CMA

Avec CMA

+ 47% de croissance

+ 72% de rendement de production

Document confidentiel

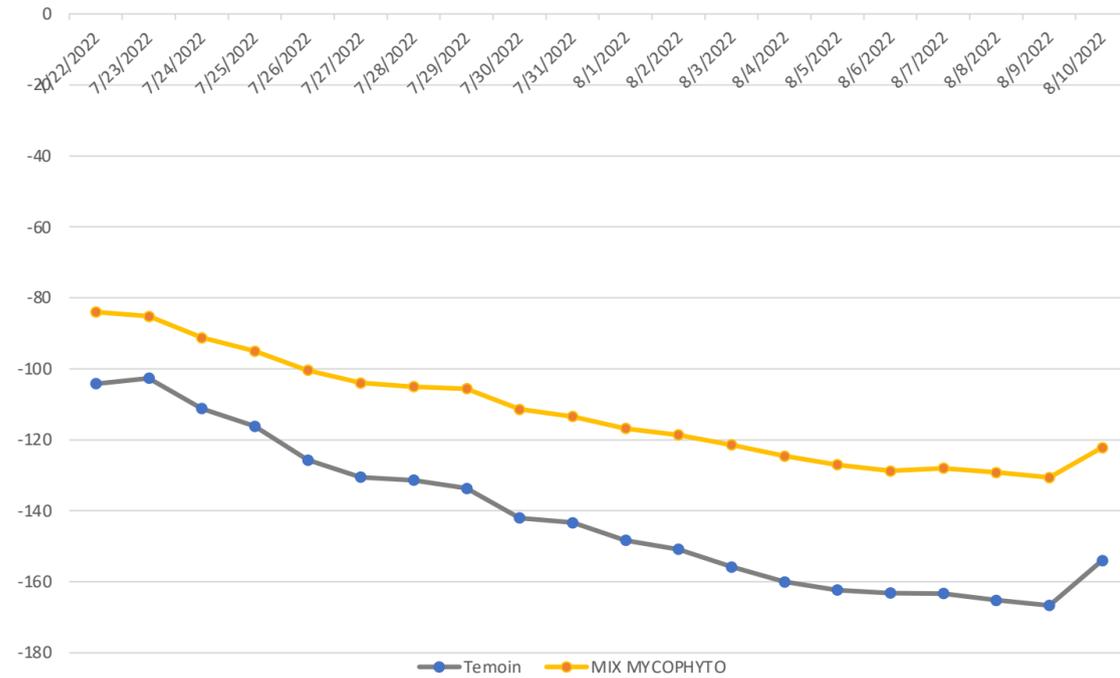


Mesure des gains : confort hydrique su sol et de la plante



WEENAT

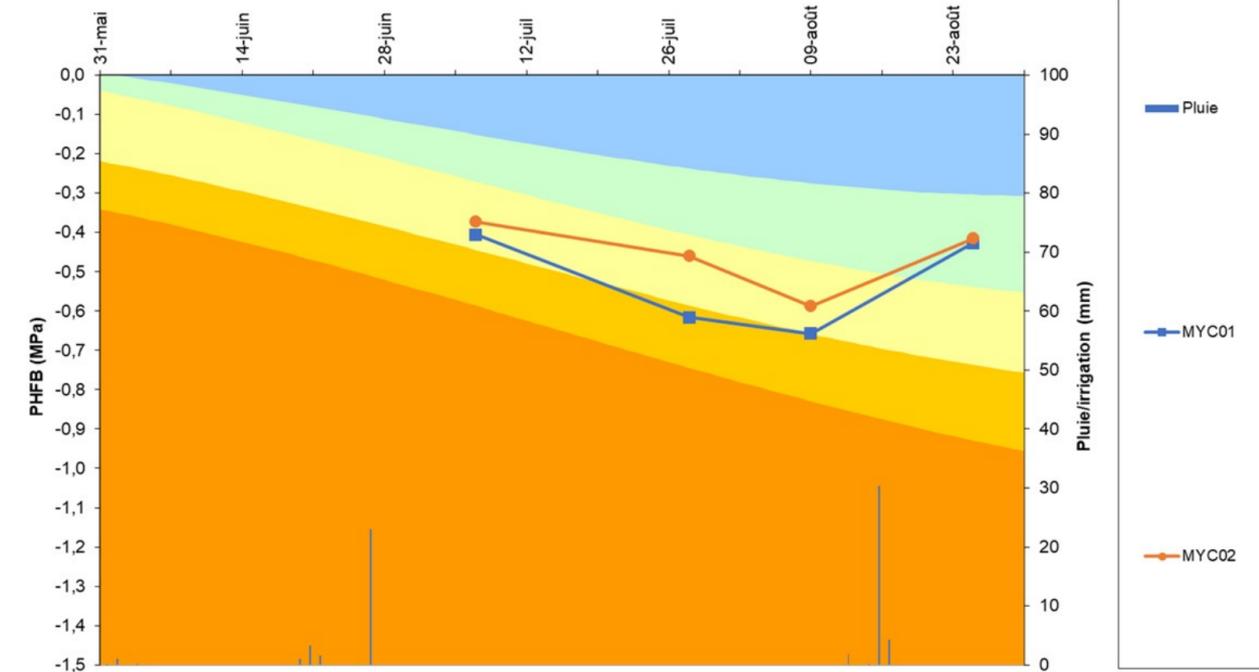
Potentiel hydrique SOL



Potentiel hydrique PLANTE

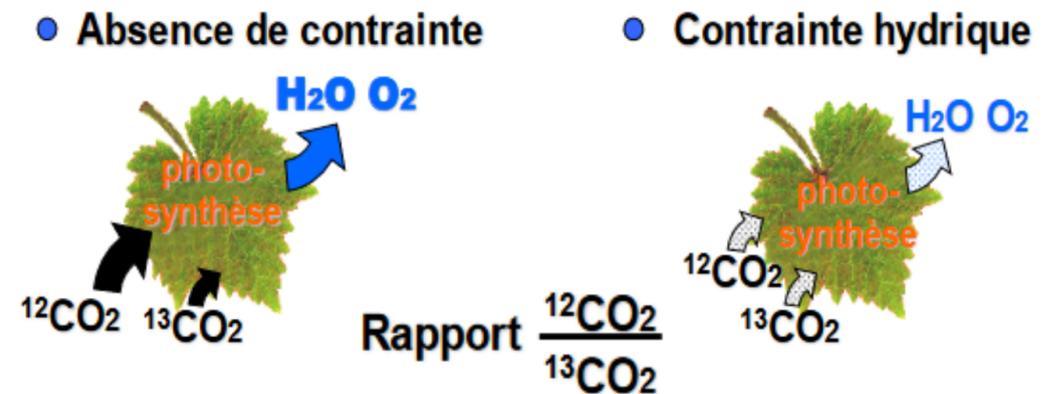
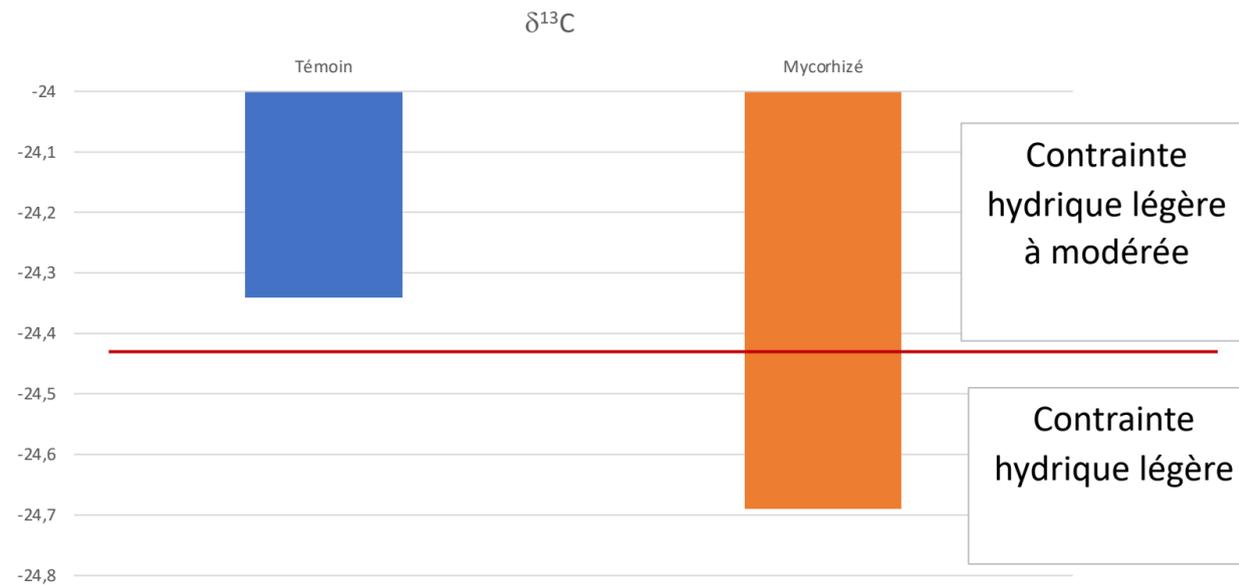
MYCOVIGNE 2022 - Evolution des PHFB

IFV



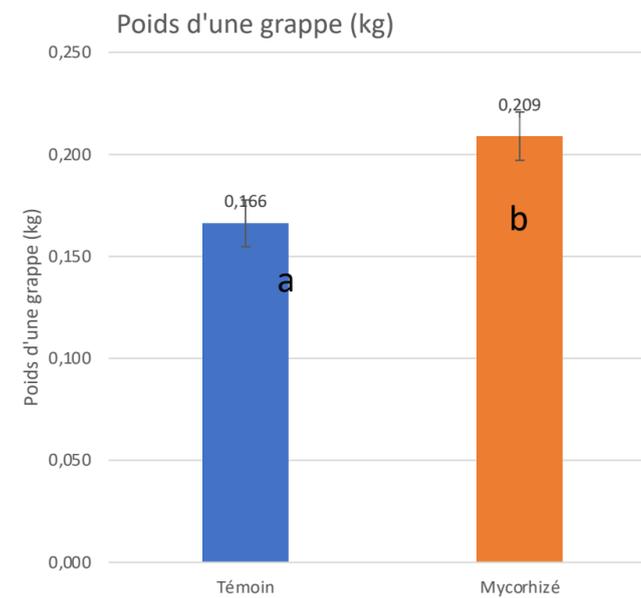
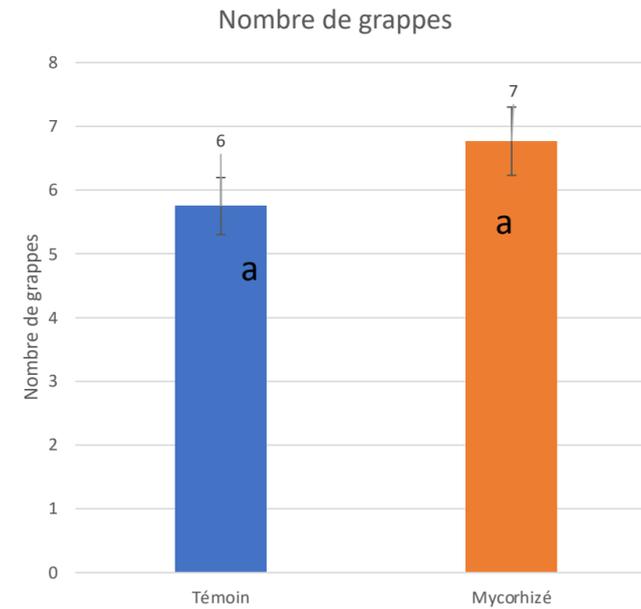
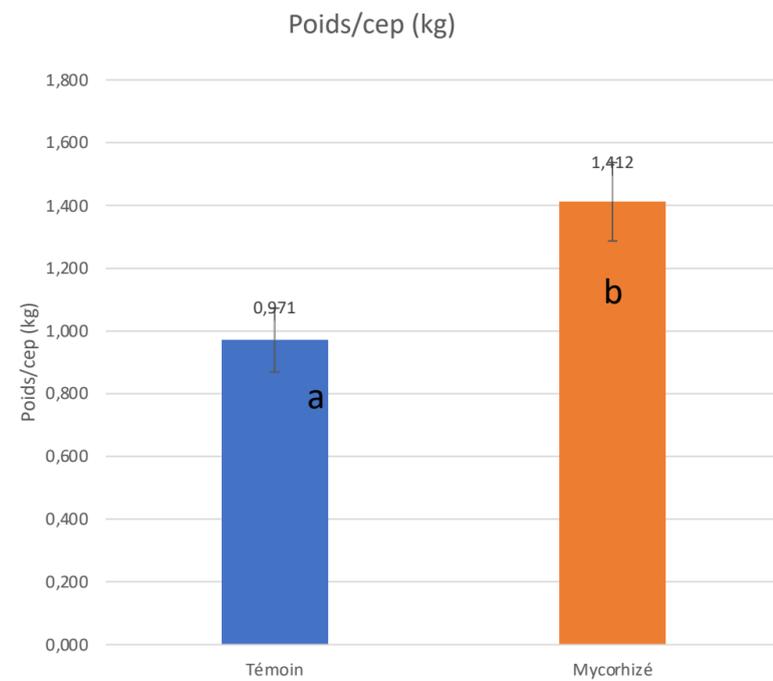
Delta¹³C mesuré sur les sucres du moût

Renseigne de la contrainte hydrique subie par la vigne pendant la phase de maturation



Document confidentiel

Mesure des gains : Maintien de rendement



- ✓ Rendement à la récolte (poids/cep) plus élevé pour la modalité mycorhizée + 45 %
- ✓ Différence de rendement due au poids d'une grappe

Nos enjeux technologiques

Recherche et Développement

Production

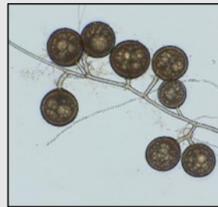
Formulation

Aide au développement Deeptech (ADD)



950k€ - 07/2021-07/2024

1. Une biobanque de CMA unique en Europe



Isolement, conservation et identification de plusieurs dizaines d'espèces de CMA

2. Un mycobioréacteur pour produire des milliards de spores de CMA



Mise en place d'un pilote pour des essais de mycorhization en hydroponie

3. Des outils de diagnostic performants et innovants



Développement d'outils pour une meilleure détection et quantification de la mycorhization

Projet PrACMAN

1. Produire en masse dans une serre intelligente, autonome et connectée



- Développer un système de culture verticale
- Automatiser la traçabilité des unités de production
- Automatiser la surveillance des cultures

2. Augmenter significativement la productivité dans nos unités de production



- Trouver la plante piège optimale
- Stimuler la symbiose
- Diminuer la durée du cycle de production

3. Réduire drastiquement l'empreinte carbone de notre système de production



Evaluer l'impact de notre système de production et l'améliorer en sélectionnant un substrat plus durable, en le recyclant et en utilisant une fertilisation organique

Concours I-Nov Projet MYCOAGRI



332k€ - 01/2021-07/2024

1. Optimisation de la formulation du produit fini



- Améliorer la conservation
- Améliorer la viabilité
- Améliorer le dosage

2. Faciliter l'évaluation des gains de la mycorhization



Développement d'un outil pour mesurer facilement l'impact de la solution MYCOPHYTO

3. Analyse qualitative de l'impact de la mycorhization



Analyse qualitative des molécules d'intérêt ou indésirables du produit fini



Nos collaborations universitaires

Impact qualitatif de la mycorhization

UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR
INSTITUT D'INNOVATION
ET DE PARTENARIATS
ARÔMES • PARFUMS • COSMÉTIQUES



Dr. Sylvain Antoniotti
Directeur de Recherche

Objectif : Connaître l'impact de la colonisation des racines de *Rosa centifolia* par les CMA sur la quantité et la qualité de l'huile essentielle et de l'eau de rose.



➤ La mycorhization n'entraîne pas de modification majeure dans le profil chimique de l'huile essentielle et de l'eau de rose extraits de *Rosa centifolia*

Séquençage du génome de CMA



UNIVERSITÀ
DI TORINO

Dr. Alessandra
Salvio di Fossalunga



Dr. Franco
Magurno

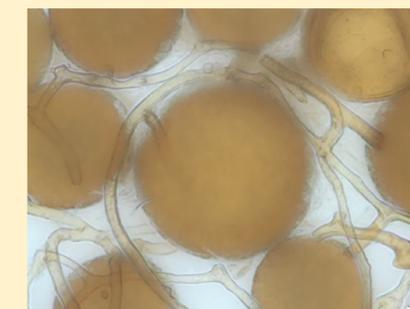
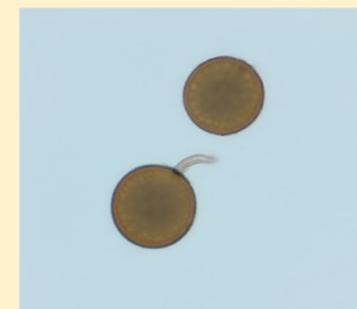
Objectif : Séquençage du génome de nouvelles espèces de champignons mycorhiziens isolées par MYCOPHYTO

Séquençage du premier génome bactérien : 1995

Séquençage du premier génome humain : 2001

Séquençage du premier génome de CMA : 2013

- Complexité à séquencer les génomes de CMA : symbiote obligatoire
- A ce jour, des génomes de seulement une vingtaine d'espèces de CMA partiellement séquencés



Rhizoglyphus silesianum MYV0
Souche isolée par MYCOPHYTO :
Plateau de Valensole (04-PACA)

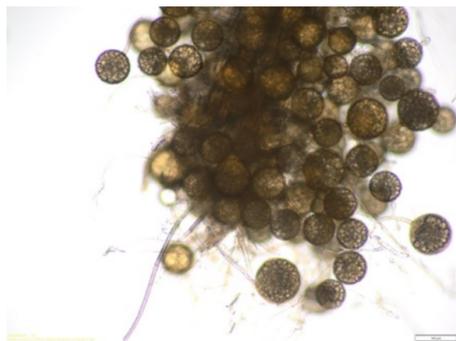
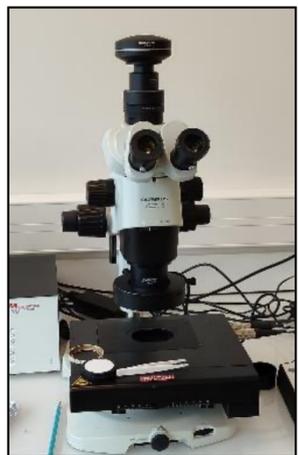
Objectif séquençage de ce premier génome courant 2023



Des améliorations clés à déverrouiller

Comment évaluer avec plus de précision la quantité de propagules actives présentes dans un mix de CMA ?

Méthode actuellement basée sur un comptage de spores :



Toutes les spores sont-elles viables ?

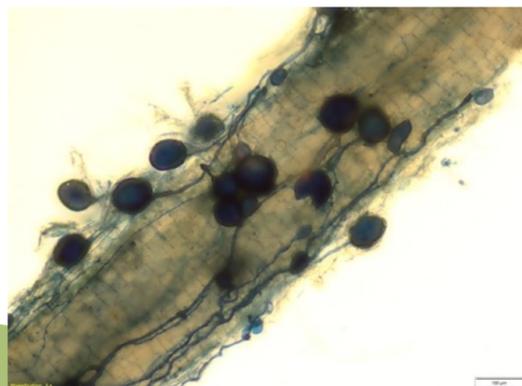


Les spores sont-elles le seul organe de dispersion ?

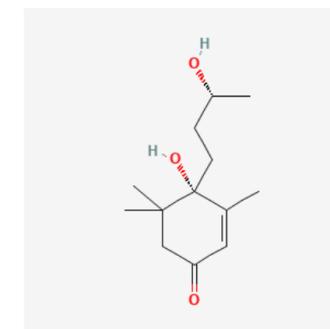


Comment évaluer plus efficacement la mise en place de la symbiose ?

Méthode actuellement basée sur une coloration des racines pour une observation au microscope :



Existe-il des marqueurs de la mycorrhization facilement détectables ?



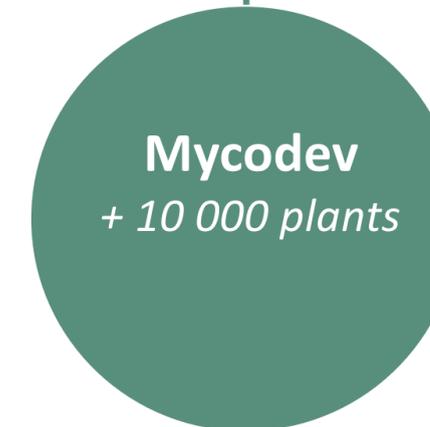
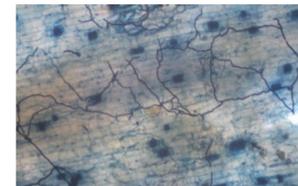
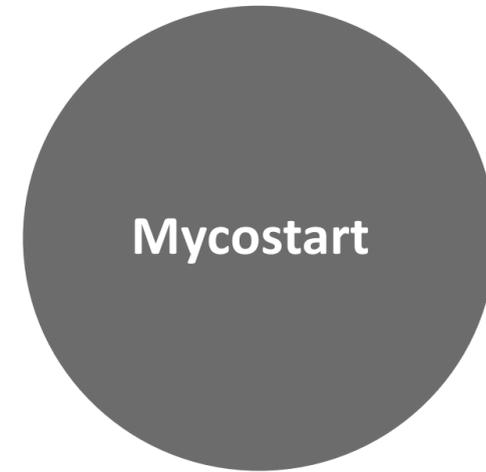
Nos offres à destination des professionnels



Parcelle d'étude, avec le rang désherbé et l'inter-rang enherbé



Réalisation des prélèvements Sol de la parcelle sur le rang (milieu) et sur l'inter-rang (droite)



Document confidentiel

Notre positionnement : de la science à l'application agricole

Des performances techniques validées:

- + *entre 20 et 70% de rendement*
- Résilience au stress hydrique : *+20% d'eau disponible*
- Amélioration de la résistance aux maladies
- Baisse des intrants chimiques : jusqu'à 20%
- Qualité nutritive, gustative, olfactive améliorée

Adapter nos cocktails aux différents contextes:

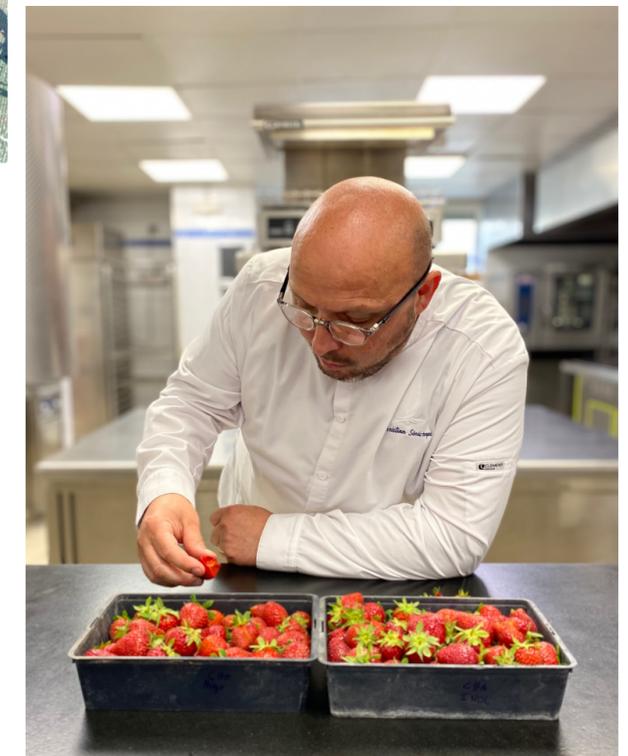
- Respecter la biodiversité
- Accroissement naturel des plantes
- Respect du terroir et de ses caractéristiques

Une expertise R&D en constante évolution:

- Pour adapter les formulations
- Pour créer de nouveaux produits
- Pour expérimenter de nouvelles solutions

Accompagner les agriculteurs dans la transition:

- Accompagner les agriculteurs à mieux comprendre leurs problématiques
- Offrir des services et de l'accompagnement au-delà des produits





Justine.lipuma@mycophyto.fr
MYCOPHYTO - 45 bd marcel Pagnol,
06130 Grasse

www.mycophyto.fr

Cultivons l'équilibre de la nature