

# **Des alliées sous nos pieds**

Edith Le Cadre – Professeure d'agronomie

# Les racines des plantes: une partie invisible et d'une grande complexité

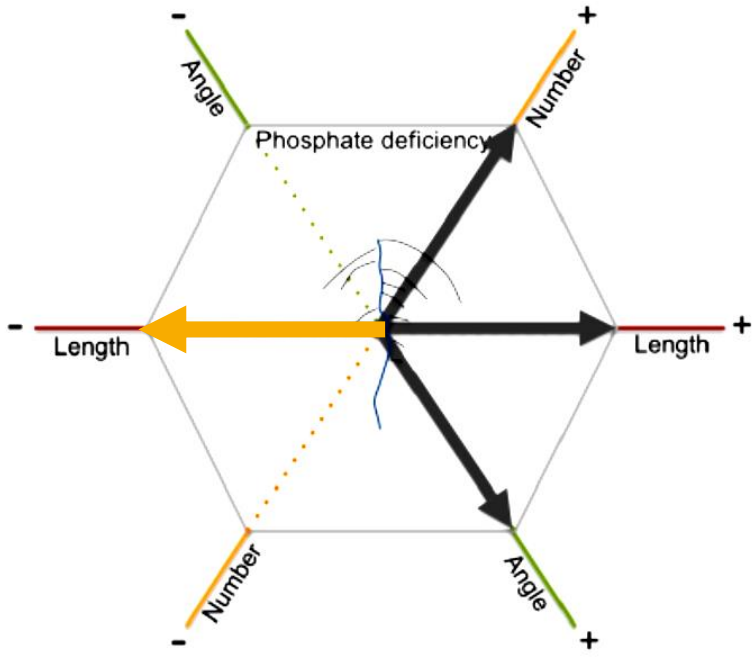
- Les connaissons nous vraiment ?



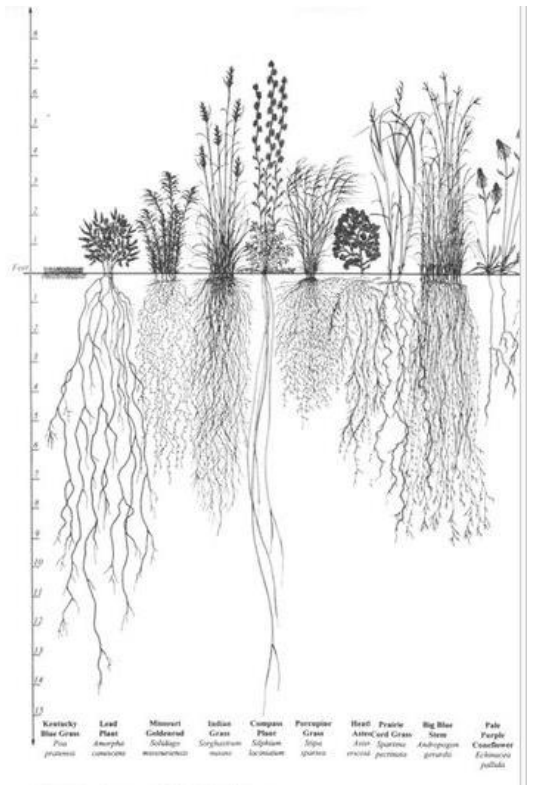
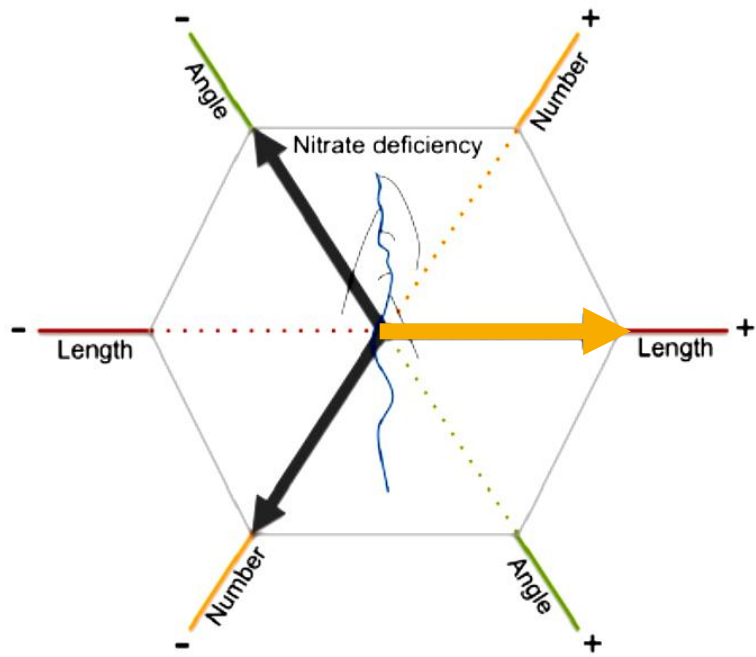
- Ancrage
- Lieu d'absorption des nutriments
- Communication entre plantes
- Et rôle écologique majeur via le cycle du carbone

# Les racines des plantes et l'adaptation à l'environnement

- Déficience en phosphore



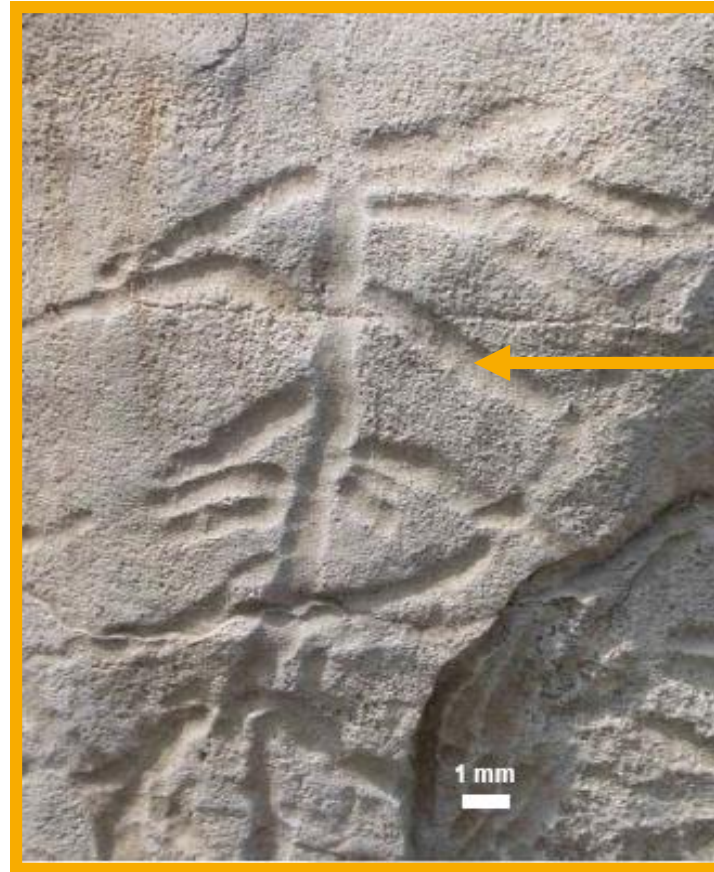
- Déficience en azote



Hodge et al. 2009. Plant Soil 2009; Kutschera, 1960; Pagès et al. 2004. Plant Soil

**Adaption de l'architecture du système racinaire en réponse à une déficience de nutriments**  
 (crédits: Ma X, Liu Y, Shen W, Kuzyakov Y (2021) Phosphatase activity and acidification in lupine and maize rhizosphere depend on phosphorus availability and root properties: Coupling zymography with planar optodes. Appl Soil Ecol 167:104029.)

# Les racines des plantes et l'adaptation à l'environnement : l'environnement des racines



## Rhizosphère

Zone du sol sous influence de l'activité des racines

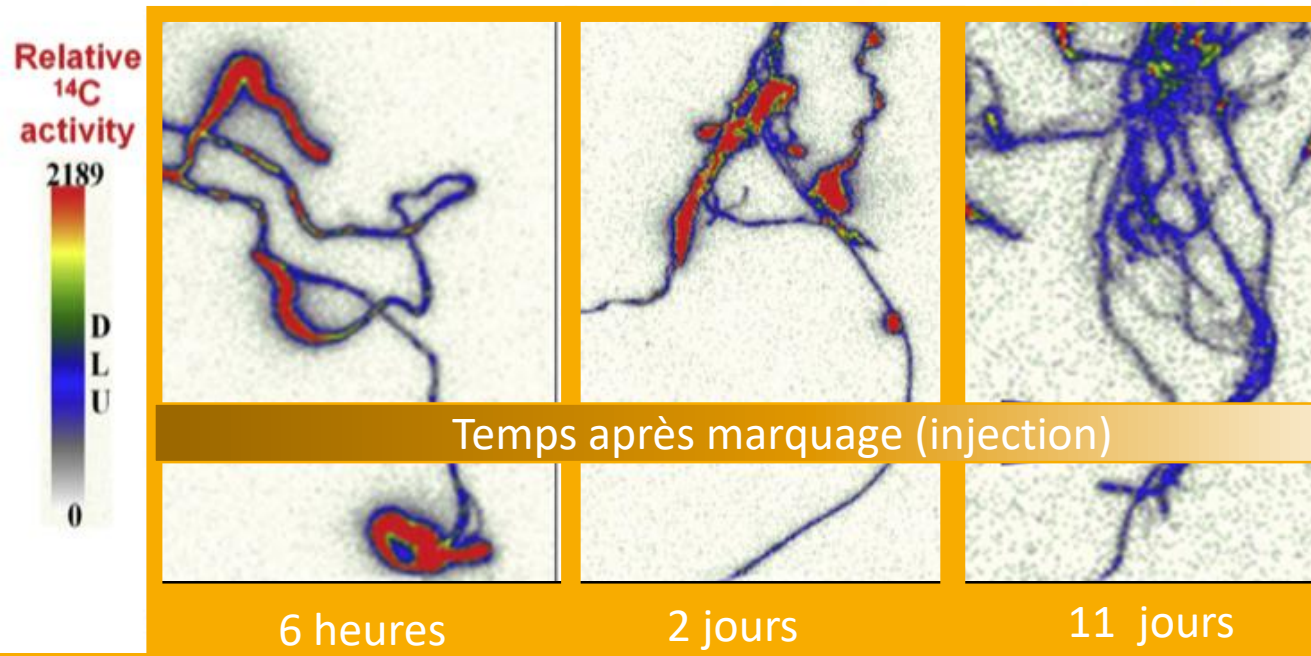
Empreinte d'un système racinaire sur une roche calcaire  
(crédits: B. Jaillard, INRAE)



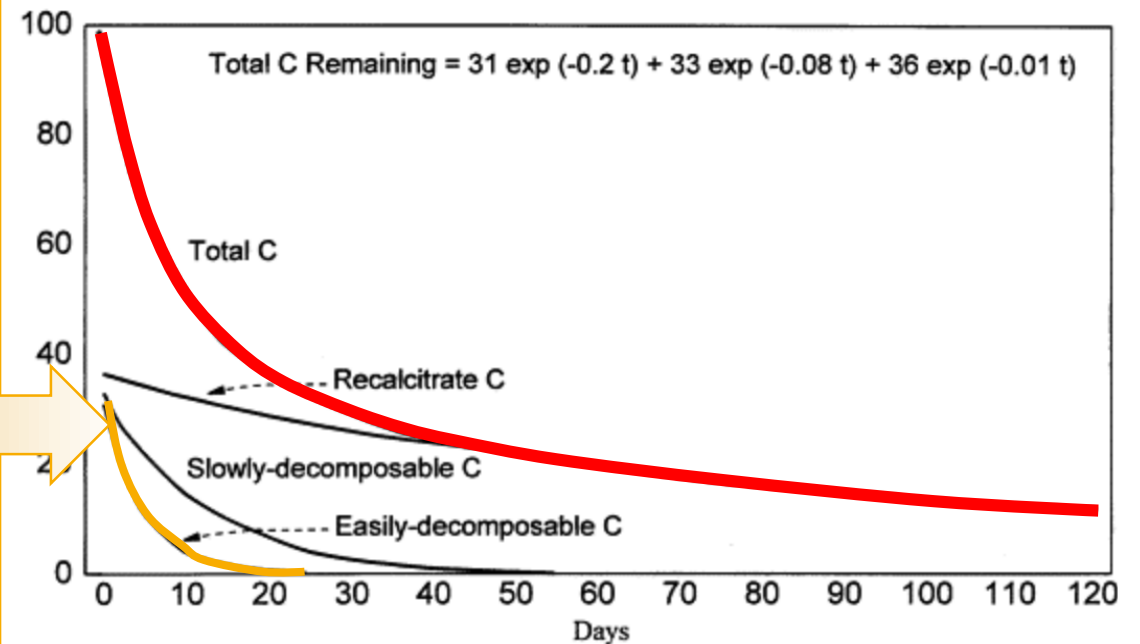
# La libération de carbone par les racines est en partie à l'origine de cette zone particulière

- Une partie du C fixé par la photosynthèse est libéré par les racines

- Rôle écologique (exsudats + racines) dans la dynamique du C du sol



% carbone racine restant



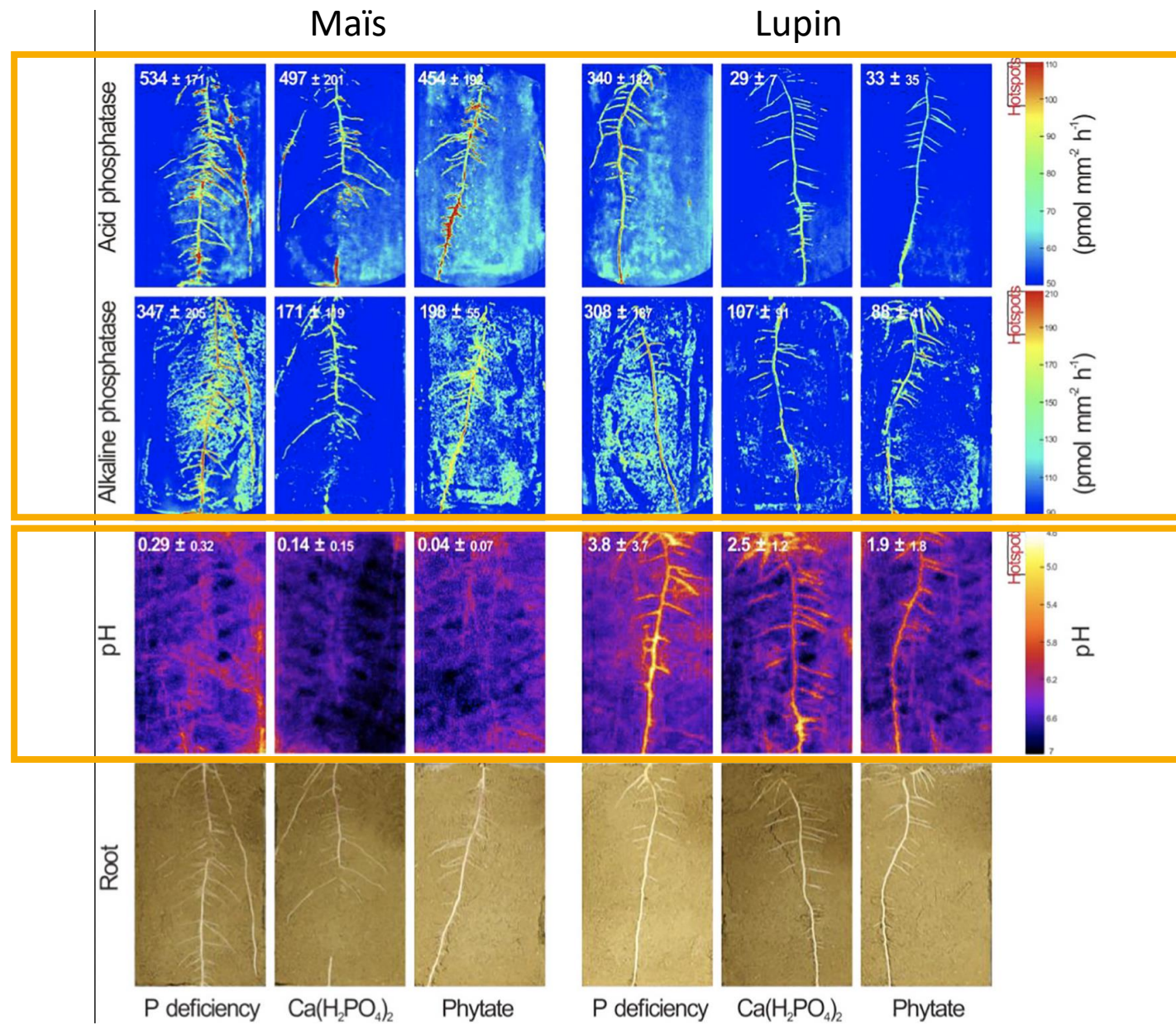
## Estimation de la libération de carbone photosynthésé par les racines

Kuzyakov Y, Blagodatskaya E (2015) Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review. *Soil Biology and Biochemistry* 83:184-199.

## Modélisation de la décomposition des racines et des exsudats dans le sol

Kelting DL, Burger JA, Edwards GS (1998) Estimating root respiration, microbial respiration in the rhizosphere, and root-free soil respiration in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 30 (7):961-968.

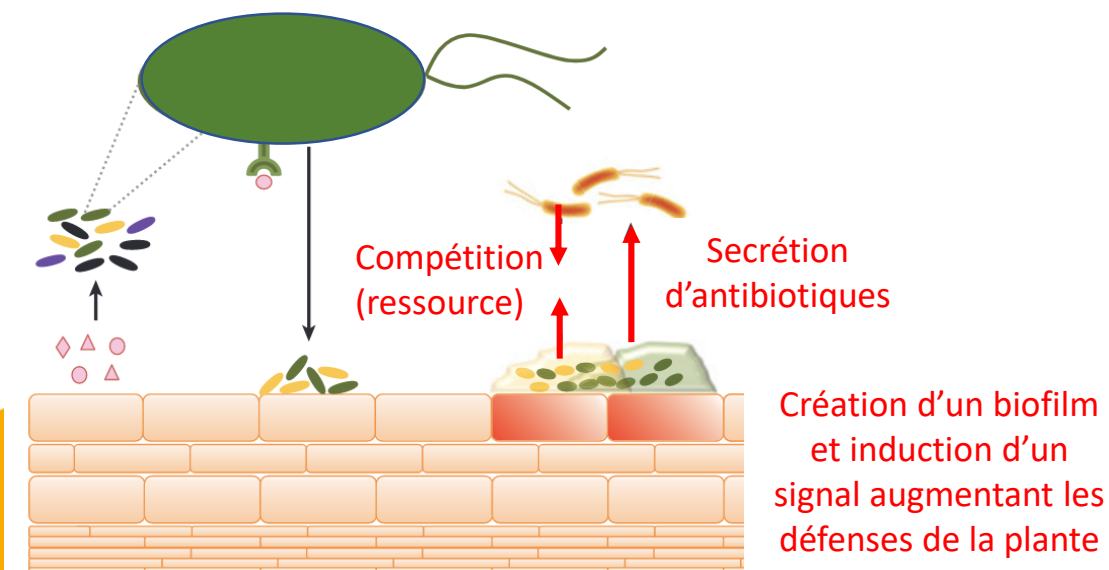
# La rhizosphère : zone d'influence de quelques mm mais radicalement différente du reste du sol



**Visualisation des modifications de l'environnement des racines**

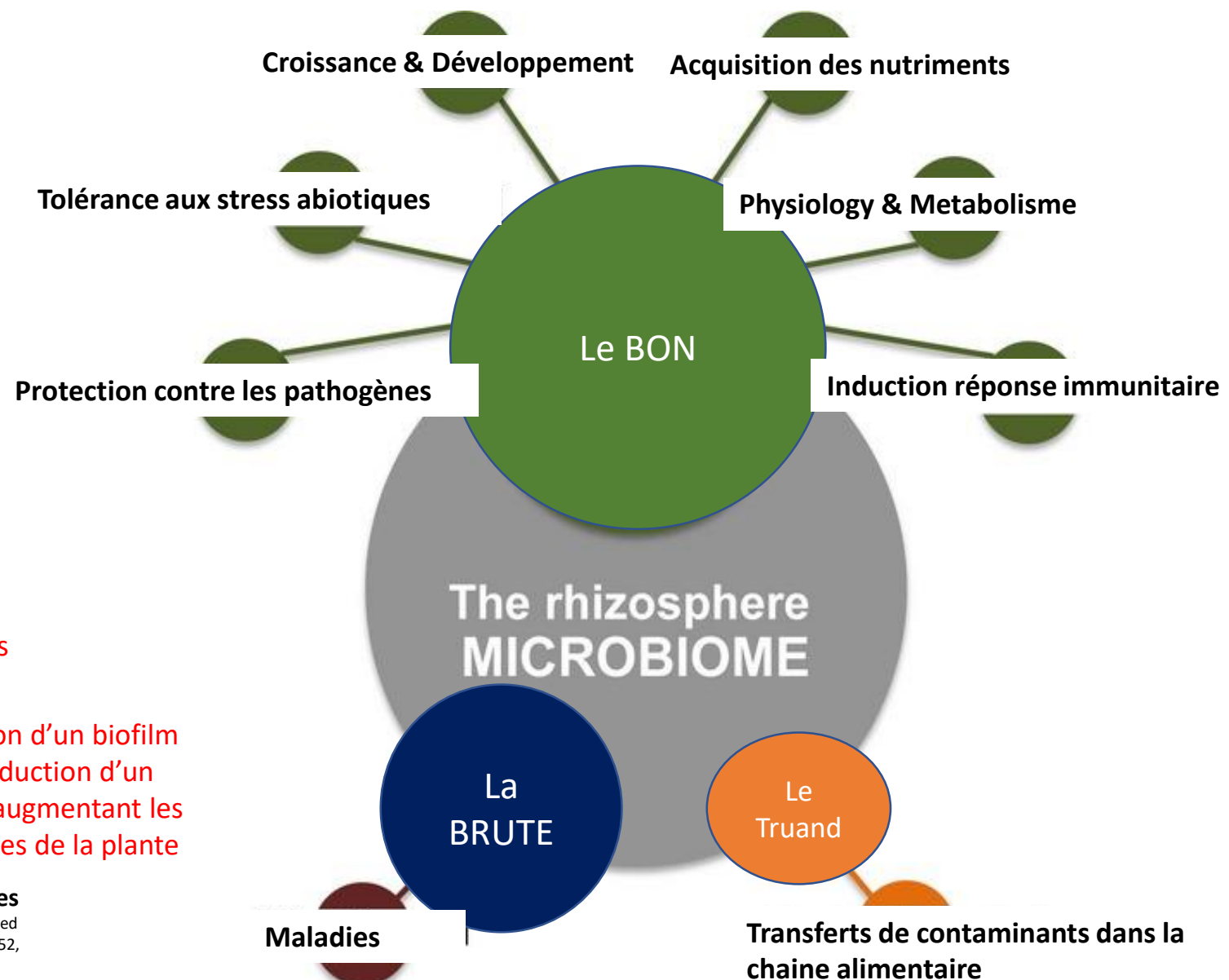
(crédits: Ma X, Liu Y, Shen W, Kuzyakov Y (2021) Phosphatase activity and acidification in lupine and maize rhizosphere depend on phosphorus availability and root properties: Coupling zymography with planar optodes. Appl Soil Ecol 167:104029.

# La rhizosphère : nutrition et santé des plantes



## La réponse immunitaire induite et la protection contre les pathogènes

Adapté de : Pieterse CMJ, Zamioudis C, Berendsen RL, Weller DM, Van Wees SCM, Bakker P (2014) Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes. In: VanAlfen NK (ed) Annual Review of Phytopathology, Vol 52, vol 52. Annual Review of Phytopathology. pp 347-375.

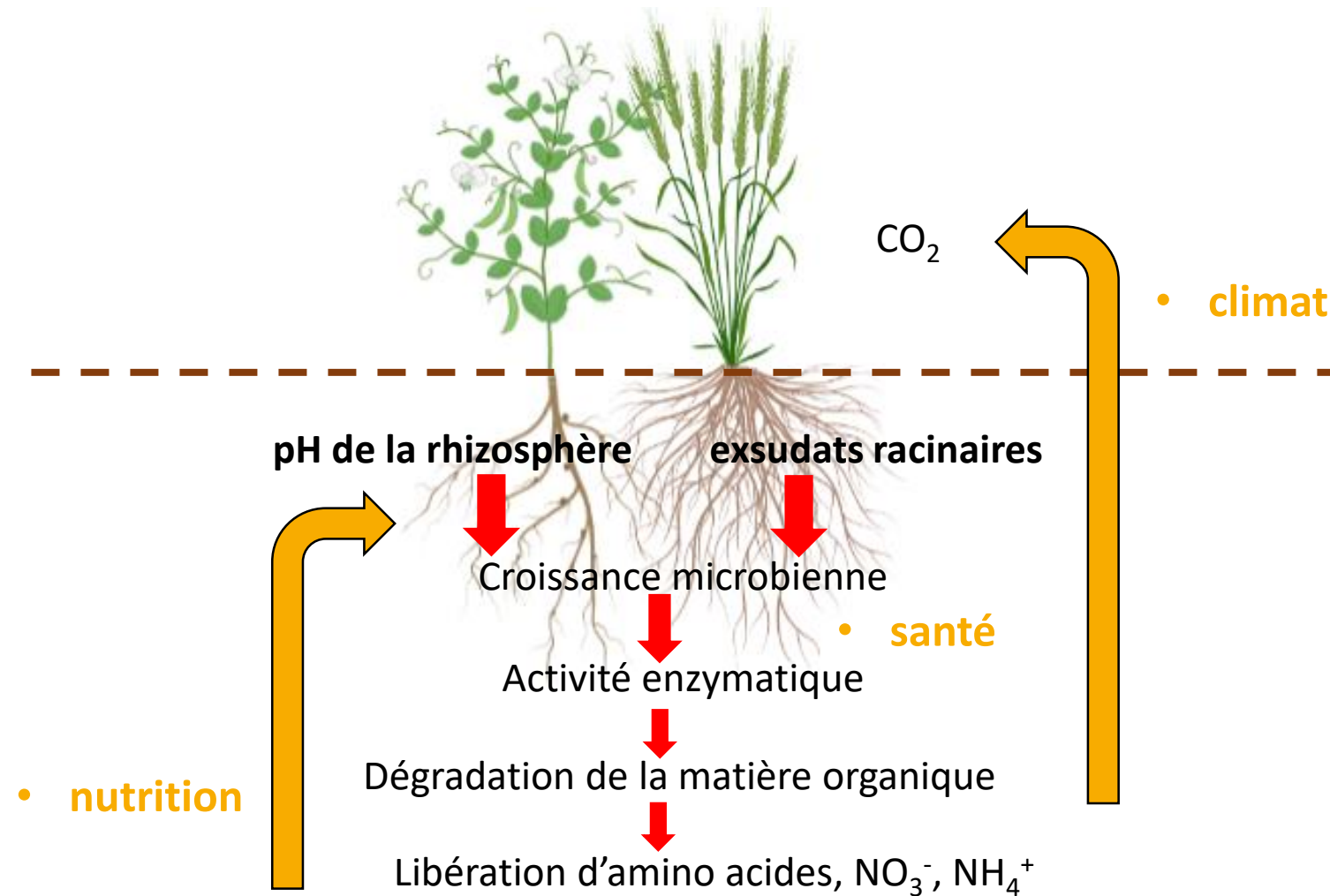


## Schéma des fonctions associées aux micro organismes de la rhizosphère

Buée M, De Boer W, Martin F, van Overbeek L, Jurkevitch E (2009) The rhizosphere zoo: An overview of plant-associated communities of microorganisms, including phages, bacteria, archaea, and fungi, and of some of their structuring factors. Plant and Soil 321 (1):189-212. doi:10.1007/s11104-009-9991-3

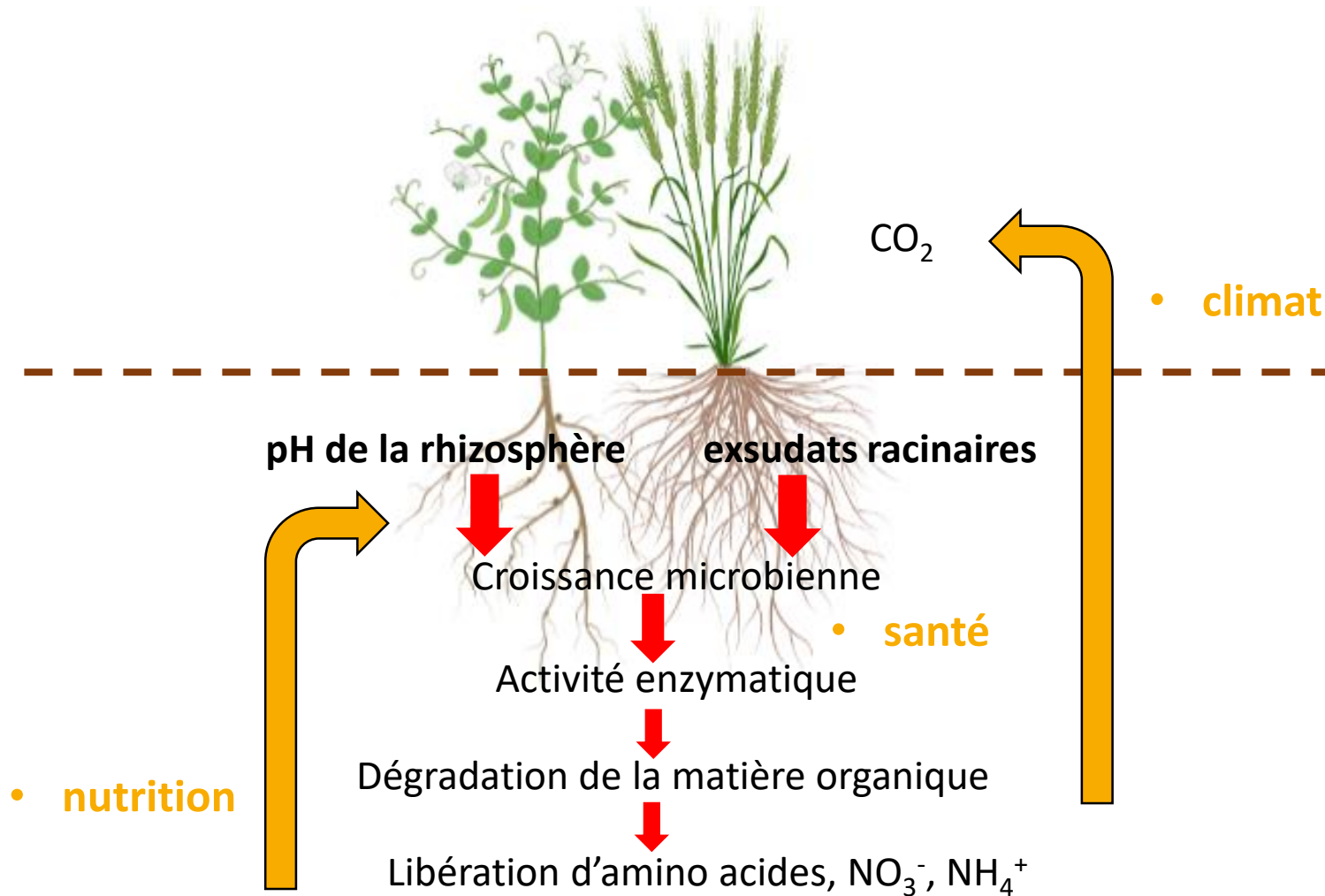


# Avec de multiples interactions, dont les pratiques agricoles qui peuvent diriger l'effet rhizosphère

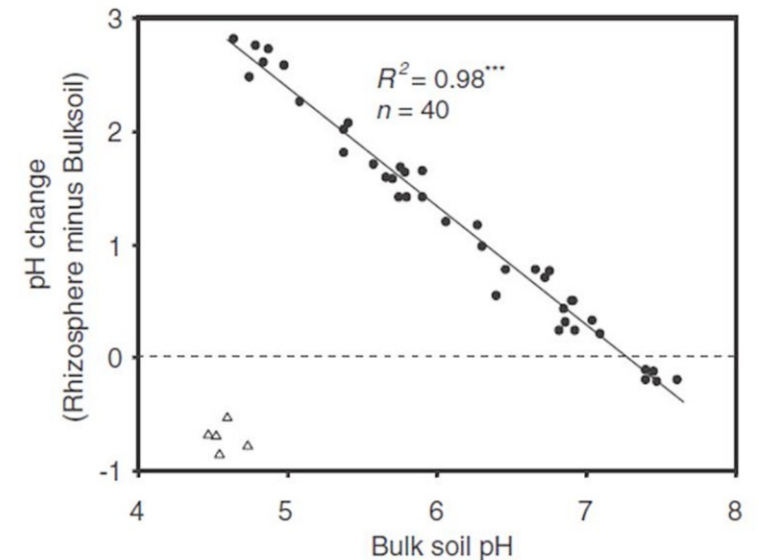




# Avec de multiples interactions, dont les pratiques agricoles qui peuvent diriger l'effet rhizosphère



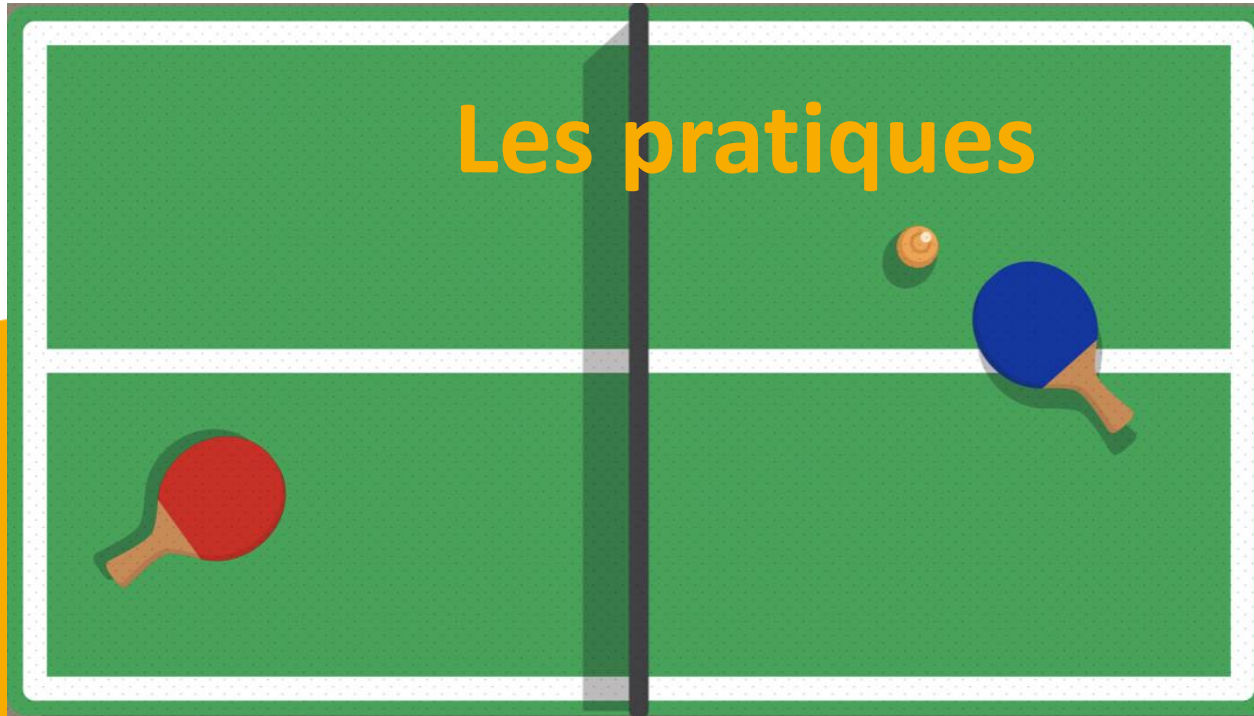
Ex. la fertilisation azotée et pH



Modification du pH par la forme d'azote apportée  
Crédits : Matthieu Bravin, CIRAD

# Les déterminants de l'effet rhizosphère

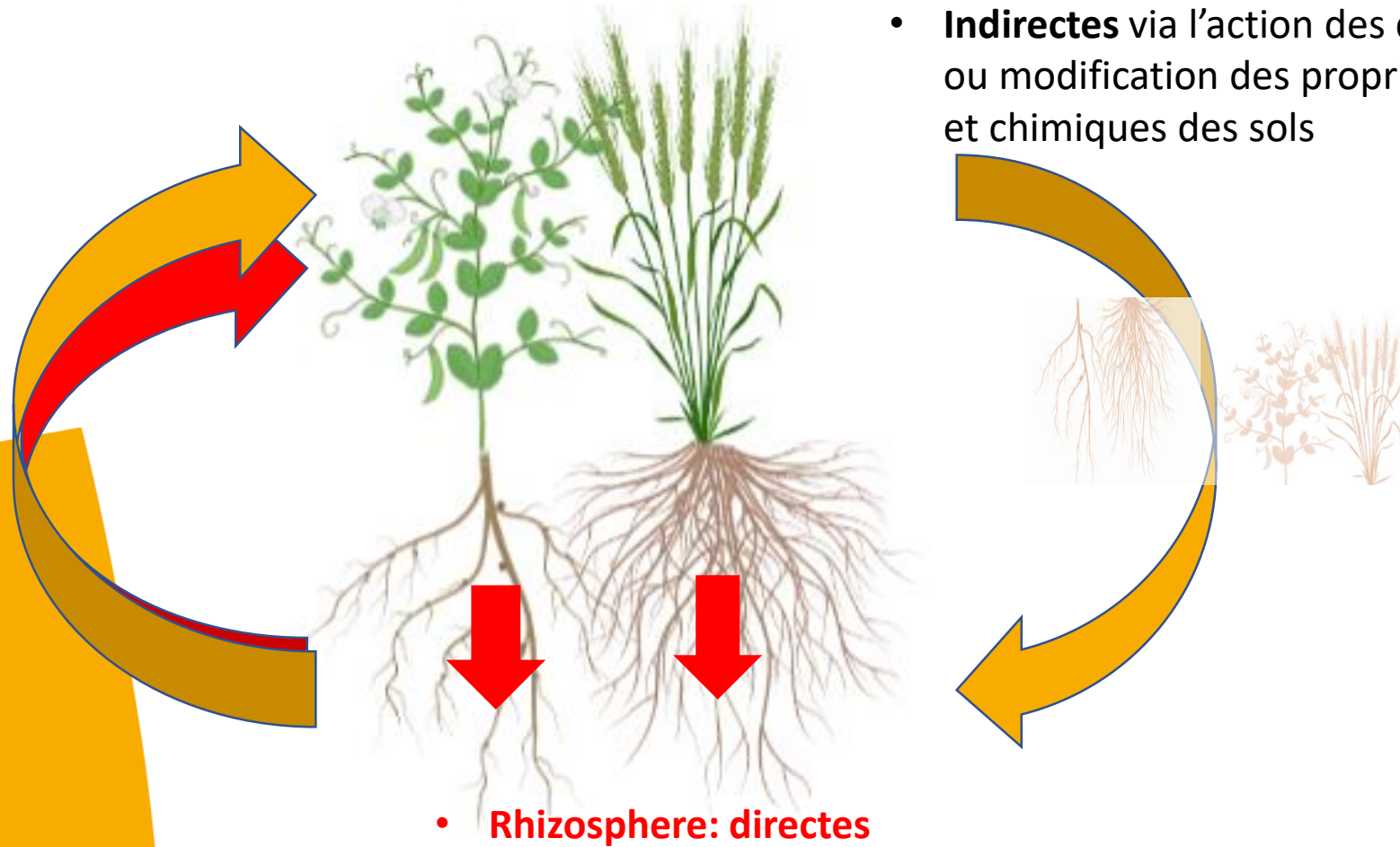
LA PLANTE



LE SOL

# Les interactions sol – plantes : renouveler notre regard sur le rôle des plantes

MEMOIRE



(crédits: X. Tang, Sichuan University, China)

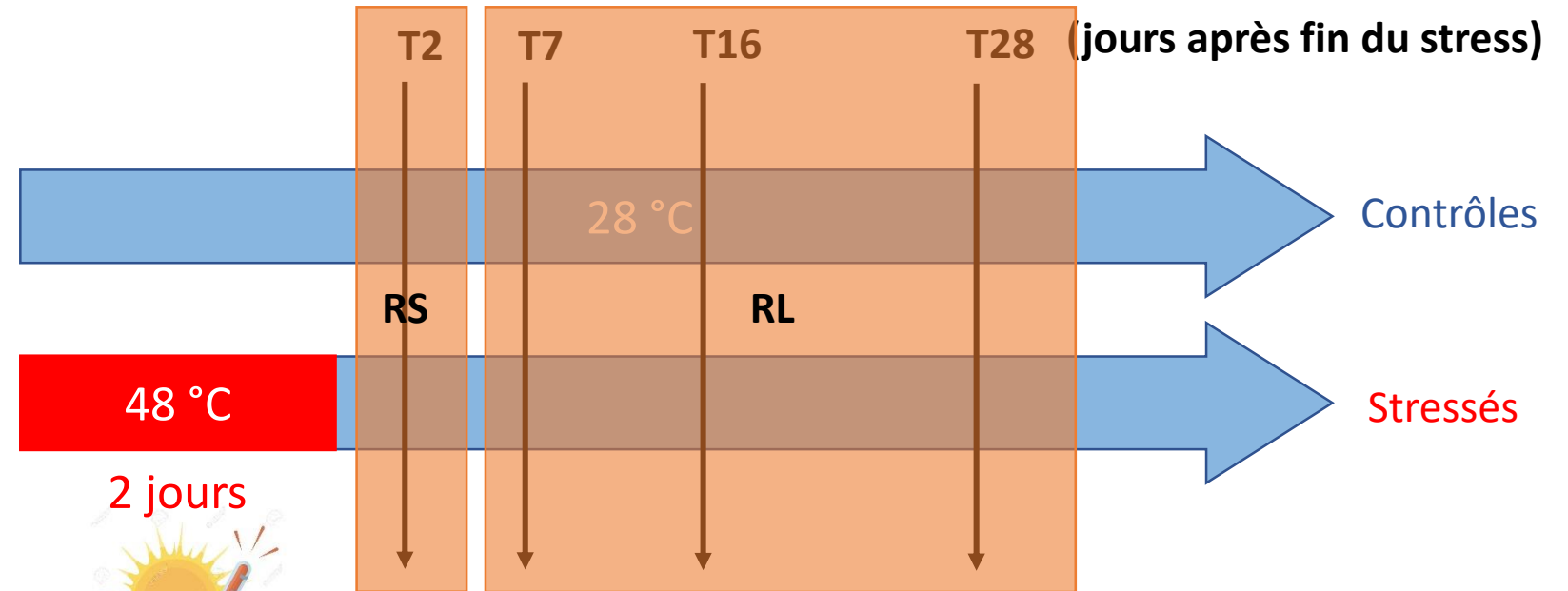
# Les interactions sol – plantes : renouveler notre regard sur le rôle des plantes

Précédent



Sols\* calcaire, méditerranéen  
(environs de Montpellier)

30/06/2022



## Variables réponses

- ✓ *Respiration Basale (BR)*
- ✓ *Respiration induite par substrat (SIR)*
- ✓ *Nitrification potentielle (NEA)*

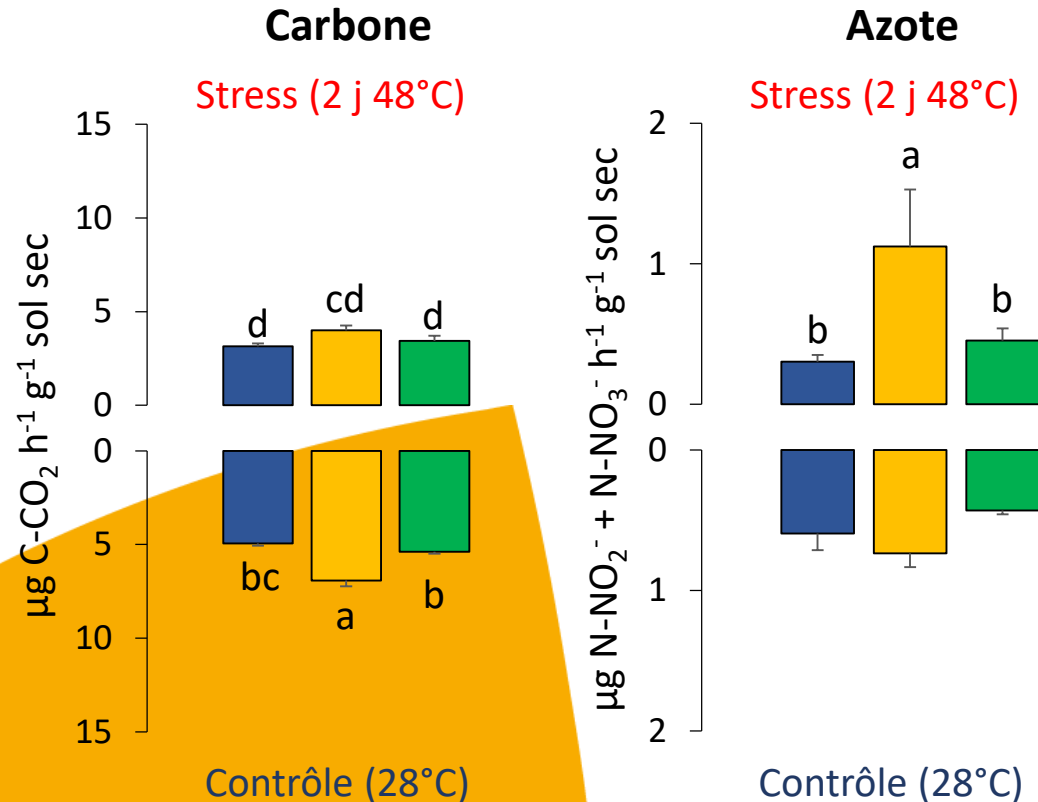
Cycle C

Cycle N

\* issus d'une culture en pots après récolte à floraison de la légumineuse)



# Les interactions sol – plantes : renouveler notre regard sur le rôle des plantes



- La stabilité du fonctionnement microbien après une perturbation est plus équilibrée **association légumineuse-céréale**) car elle permet de préserver à la fois le cycle du C (minéralisation) et du N (nitrification) pour le sol étudié
- L'association induirait un effet rhizosphère plus durable et touchant des communautés différentes ?

Capacité de revenir à un fonctionnement avant l'imposition d'un stress thermique (ex. vague de chaleur) de 48°C pendant 2 jours

Adapté de de Oliveira AB, Cantarel AAM, Seiller M, Florio A, Berard A, Hinsinger P, Le Cadre E (2020) Short-term plant legacy alters the resistance and resilience of soil microbial communities exposed to heat disturbance in a Mediterranean calcareous soil. Ecological Indicators 108.

# En conclusion

- La rhizosphère est un compartiment particulier du sol, celui avec lequel les plantes interagissent
- La rhizosphère : uniquement quelques mm mais d'une importance vitale pour l'adaptation et la défense des plantes
- Sous la dépendance conjointe du sol et des pratiques qui influencent ses propriétés
- Des capacités de la plante à modifier son environnement racinaire sont insuffisamment exploitées (**sélection variétale et pratiques à coordonner**)

# Merci pour votre attention

Le Cadre Edith

[edith.lecadre@institut-agro.fr](mailto:edith.lecadre@institut-agro.fr)