



Carrefours de l'innovation
agronomique



De la connaissance de la biologie des sols et de ses fonctions, à son pilotage

18 octobre 2018 | Conseil Régional Bourgogne-Franche-Comté | DIJON

Valorisations des interactions sol – plante pour la nutrition et la santé des plantes

Edith Le Cadre

en collaboration avec :

Matthieu Carof, Anne Laperche, Patrice Cannavo, Safya Menasseri, Olivier Godinot, Maria Manzanares-Dauleux, Mélanie Julbault, René Guenon, Anne Jaffrezic, Guenola Pérès

edith.lecadre@agrocampus-ouest.fr



Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Les racines, la partie cachée des plantes

- **Partie 1. Les systèmes racinaires**
- **Partie 2. La rhizosphère**
- **Partie 3. Valorisations agronomiques**



... dans un océan de complexité

Adapté de Ryan et a. 2016. Ann. Bot.

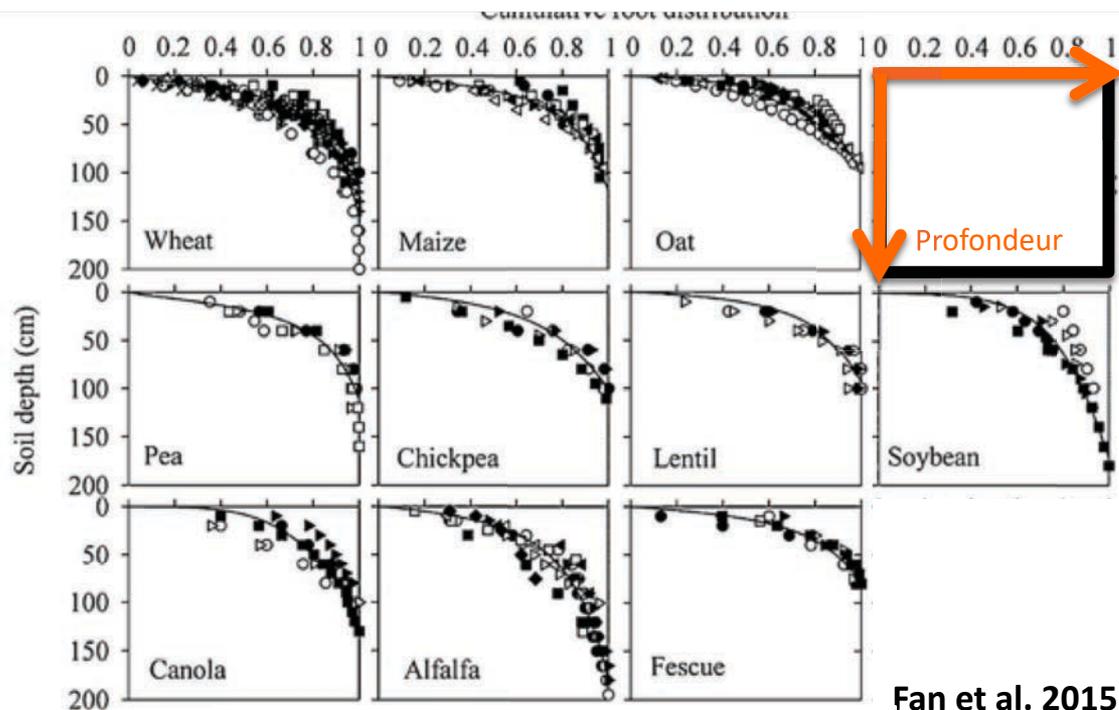


Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Partie 1. Les systèmes racinaires



Distribution cumulée
des racines

Profondeur

- ... y compris chez les plantes cultivées
- Beaucoup de racines dans les 20 premiers cm

Fan et al. 2015. Field Crop research



Carrefours de l'innovation
agronomique

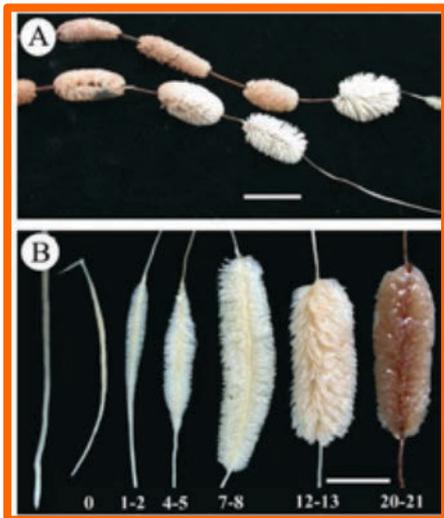


18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Partie 1. Les systèmes racinaires

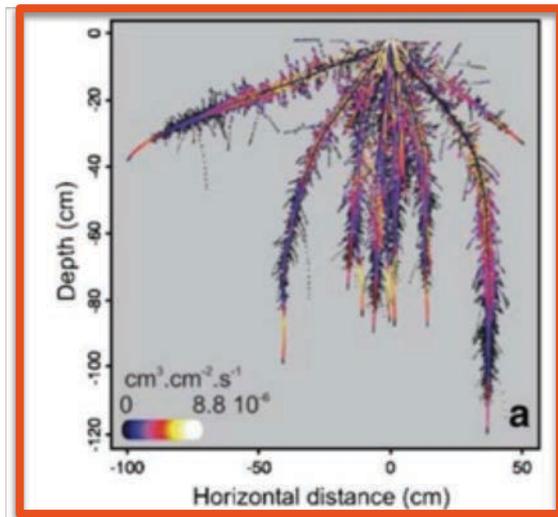
- Il existe une très grande diversité de racines au sein d'un système racinaire

Diversité morphologique



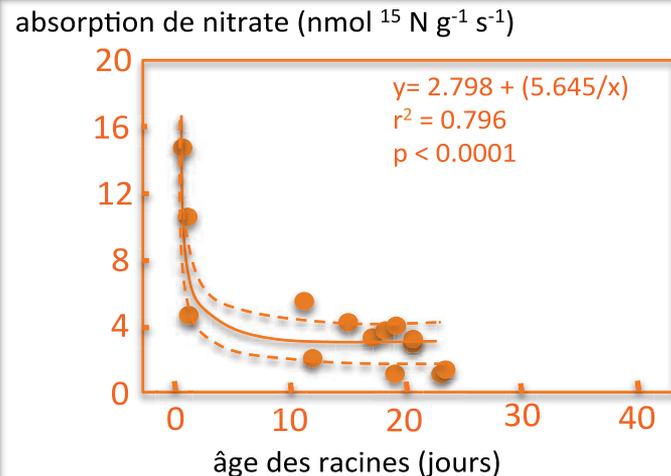
Shane & Lambers. 2005 Plant Soil

Diversité fonctionnelle



Hodge et al. 2009. Plant Soil
Repris de Doussan et al. 1999. Agronomie

Diversité physiologique



Volder et al. 2005. New Phytologist



Partie 1. Les systèmes racinaires

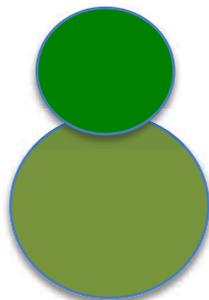
- **Disponibilité forte des nutriments du sol & eau**

Compétition pour la lumière



- **Disponibilité faible des nutriments & eau du sol**

Compétition pour l'eau et nutriments



- **Plasticité du système racinaire en réponse aux conditions limitantes**
- **Les plantes peuvent s'adapter en modifiant l'allocation de biomasse**

HETERORHIZIE « heterorhizy »

Adapté de Lambers, Chapin, Pons. 2008. Plant Physiological Ecology. Ed. Springer



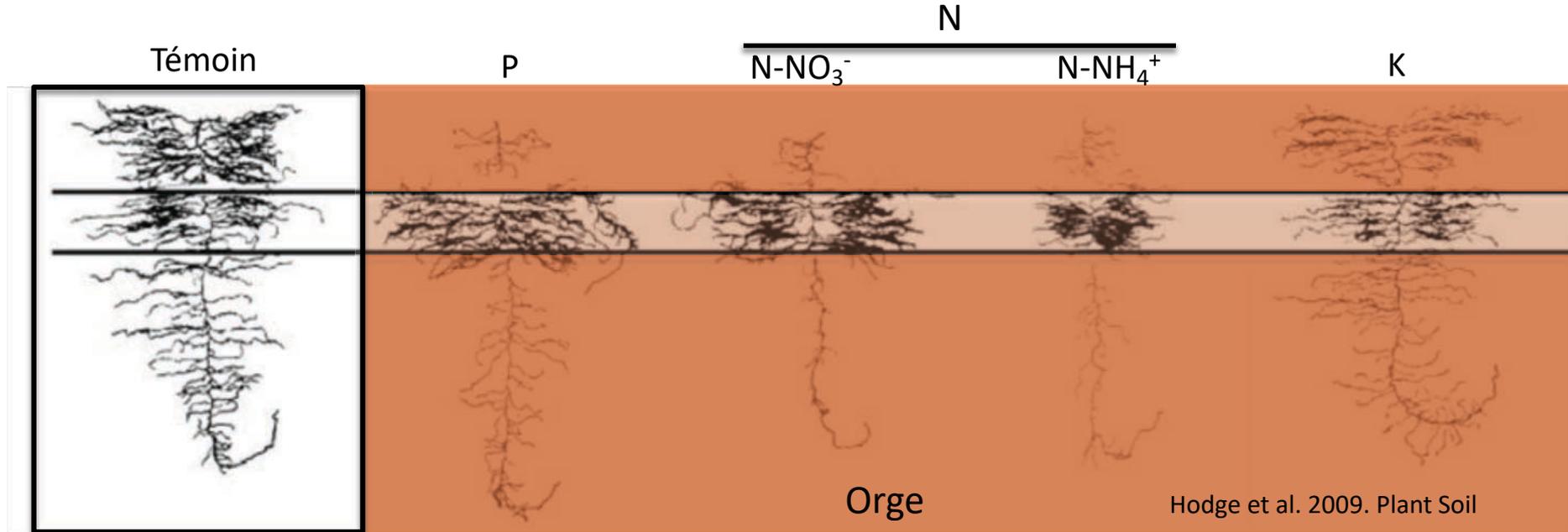
Carrefours de l'innovation
agronomique



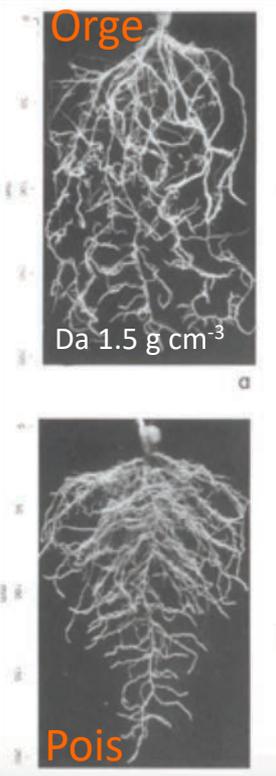
18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Partie 1. Les systèmes racinaires

- Augmentation du nombre et types de racines (I, II) mais pas pour K
- Distinction des espèces à croissance rapide/lente



Plasticité oui, mais ...



- En conditions normales (nutriments, eau, température), la principale contrainte à l'exploration du sol par les racines est la résistance du sol (**compaction**)

Stirzake et al. 1996. Plant Soil



Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Les racines, la partie cachée des plantes

- **Partie 1. Les systèmes racinaires**
- **Partie 2. La rhizosphère**
- **Partie 3. Valorisations agronomiques**



... dans un océan de complexité

Adapté de Ryan et a. 2016. Ann. Bot.

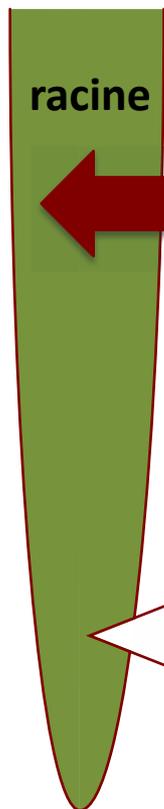


Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

La rhizosphère : zone de sol influencée par l'activité des racines



racine

absorption

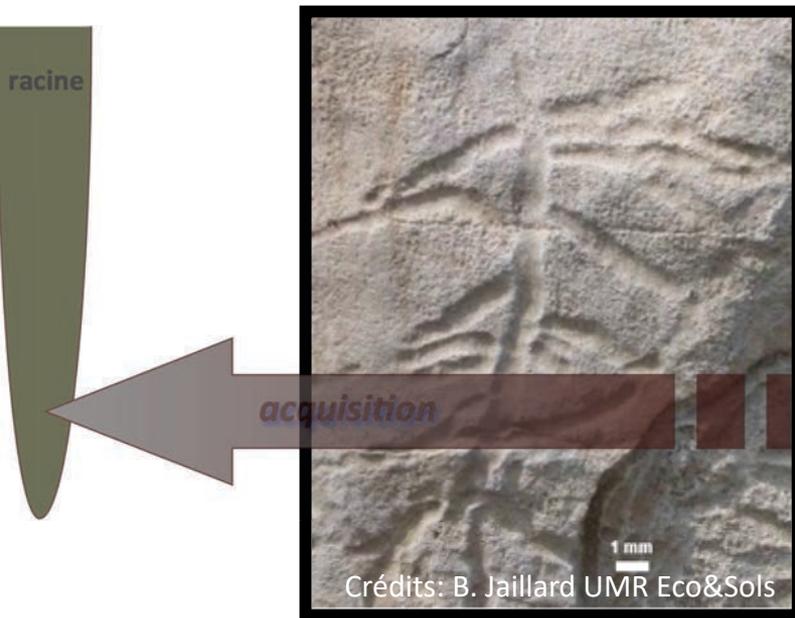
- La **rhizosphère** est un lieu d'interaction entre la plante et le sol

acquisition (Clarkson, 1985; Hinsinger, 1998) : ensemble des processus impliqués dans la **mobilisation** dans le sol, puis l'absorption d'un élément en solution par la plante

acquisition



La rhizosphère : zone de sol influencée par l'activité des racines

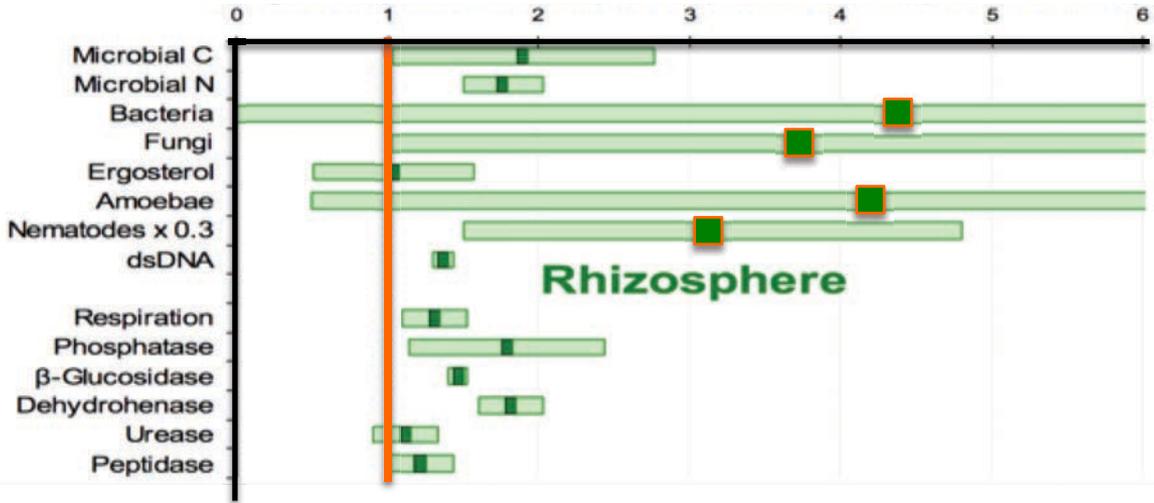


- Exsudation de molécules carbonées solubles (**interaction** avec les organismes du sol)
- Forte activité biologique stimulée par la libération de carbone au voisinage des racines



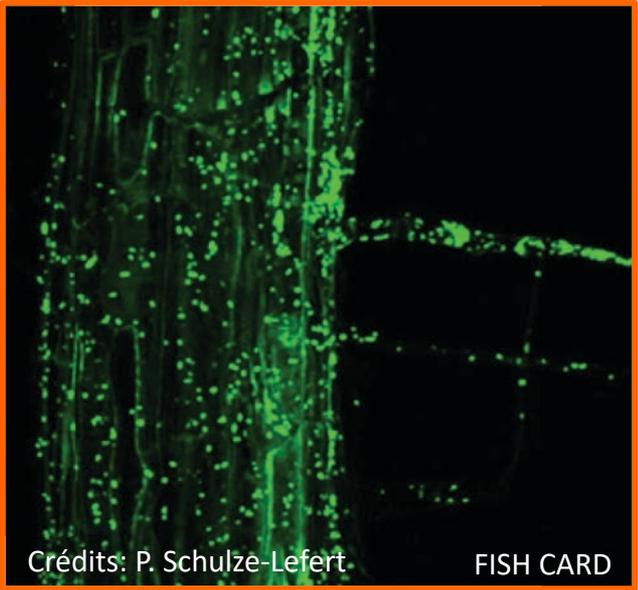
La rhizosphère : zone de sol influencée par l'activité des racines

Changement après ajout C comparé au sol non rhizosphérique



■ moyenne des changements

Kuzyakov & Blagodatskaya. 2015. Soil Biol.Biochem



Crédits: P. Schulze-Lefert

FISH CARD

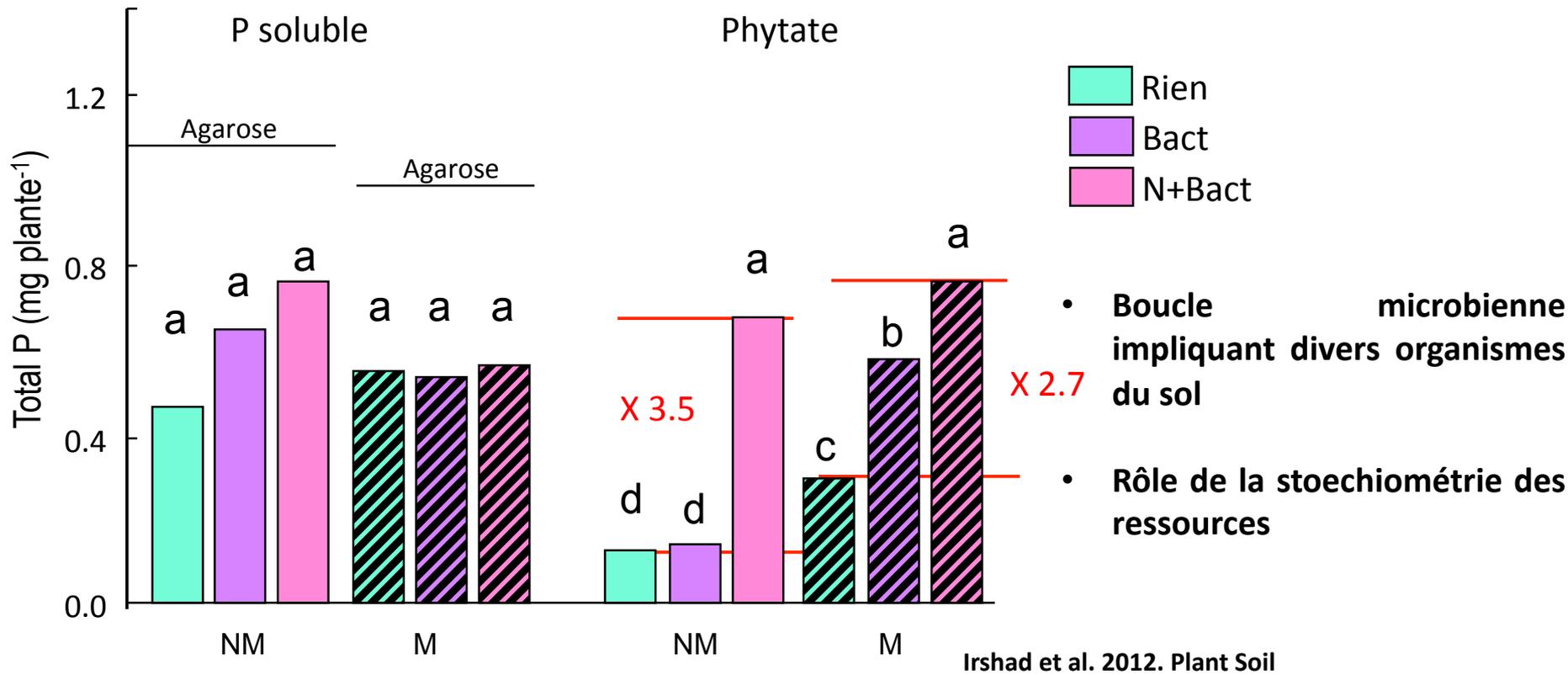


Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

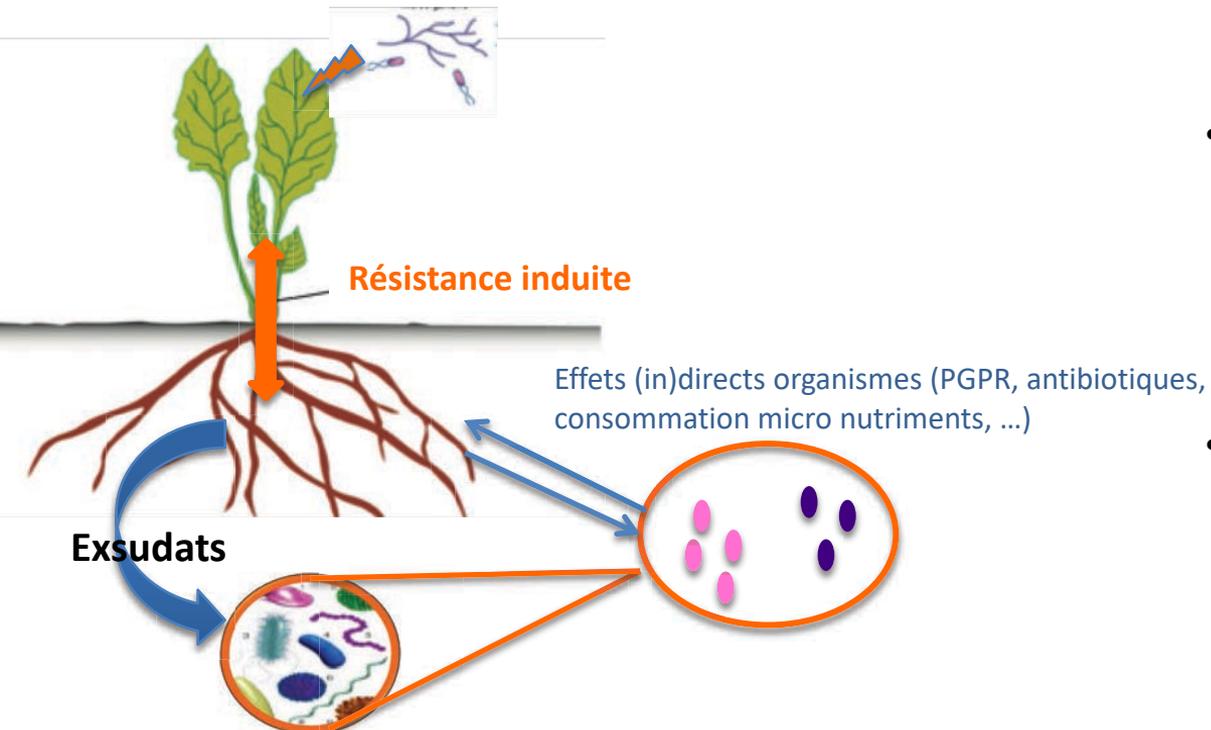
La rhizosphère : zone de sol influencée par l'activité des racines



- Boucle microbienne impliquant divers organismes du sol
- Rôle de la stoechiométrie des ressources



La rhizosphère : zone de sol influencée par l'activité des racines



- Au travers de leurs exsudats les racines recrutent des organismes : **génome étendu des plantes HOLOBIONTE**
- Réseau complexe d'interactions pouvant induire une **résistance systémique induite**

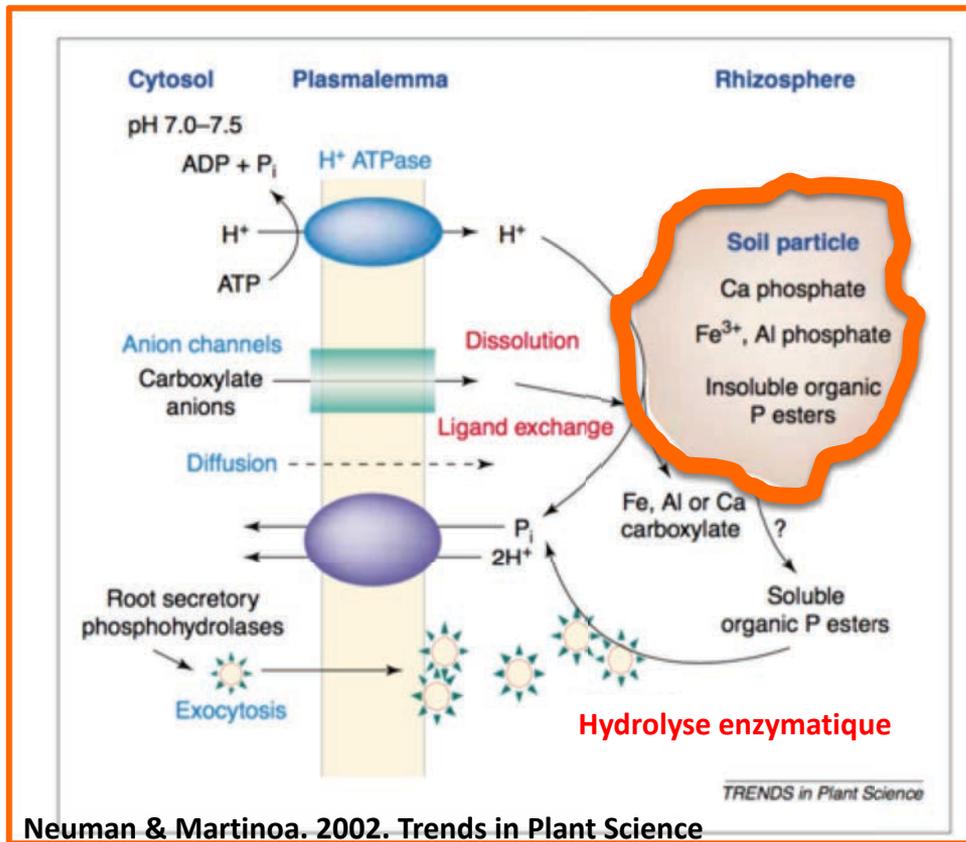
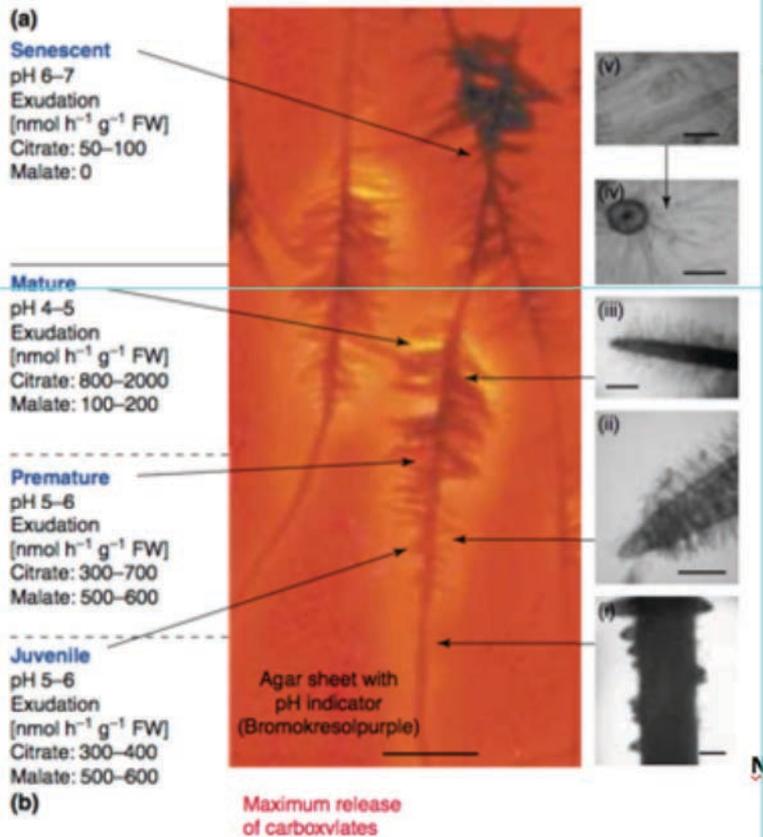


La rhizosphère : zone de sol influencée par l'activité des racines



- Exsudation de molécules carbonées solubles (**interaction** avec les organismes du sol)
- Modifications des propriétés chimiques (**pH**)
- Modification des propriétés physiques





Les racines, la partie cachée des plantes

- **Partie 1. Les systèmes racinaires**
- **Partie 2. La rhizosphère**
- **Partie 3. Valorisations agronomiques**



... dans un océan de complexité

Adapté de Ryan et a. 2016. Ann. Bot.



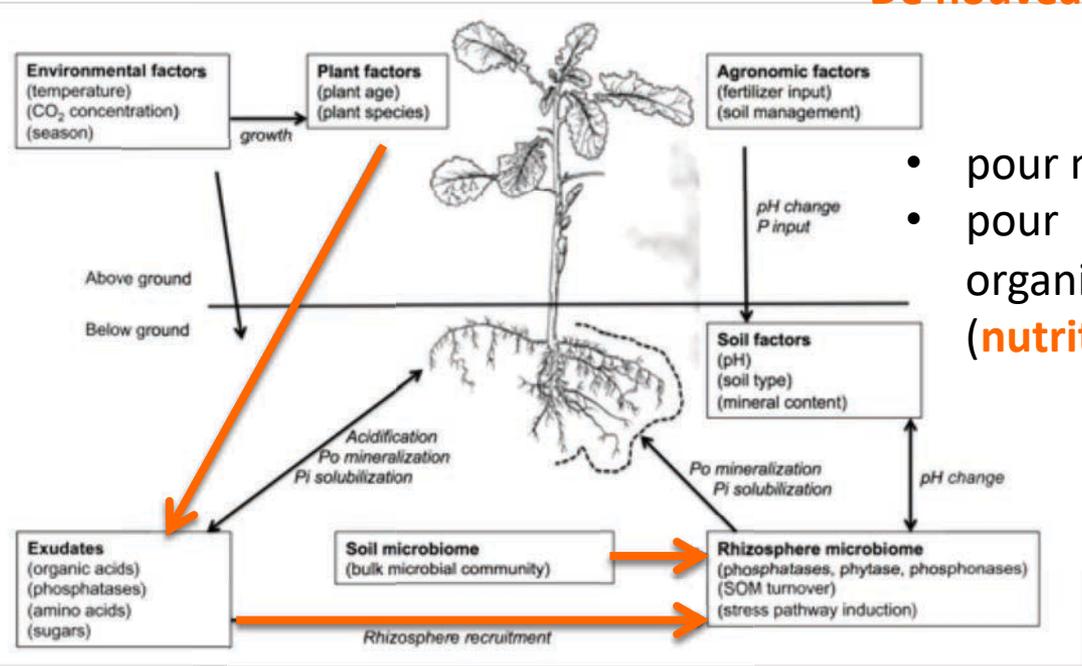
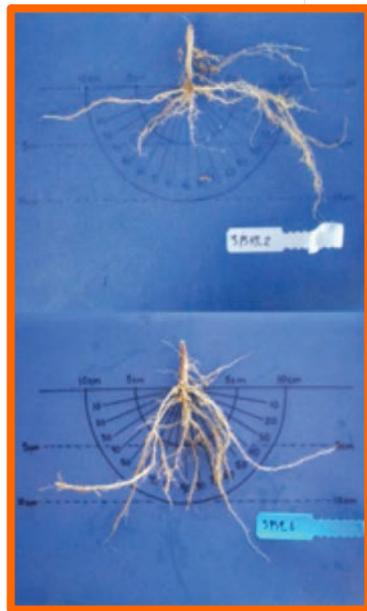
Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Valorisation des interactions sols-plantes

- De nouveaux ideotypes



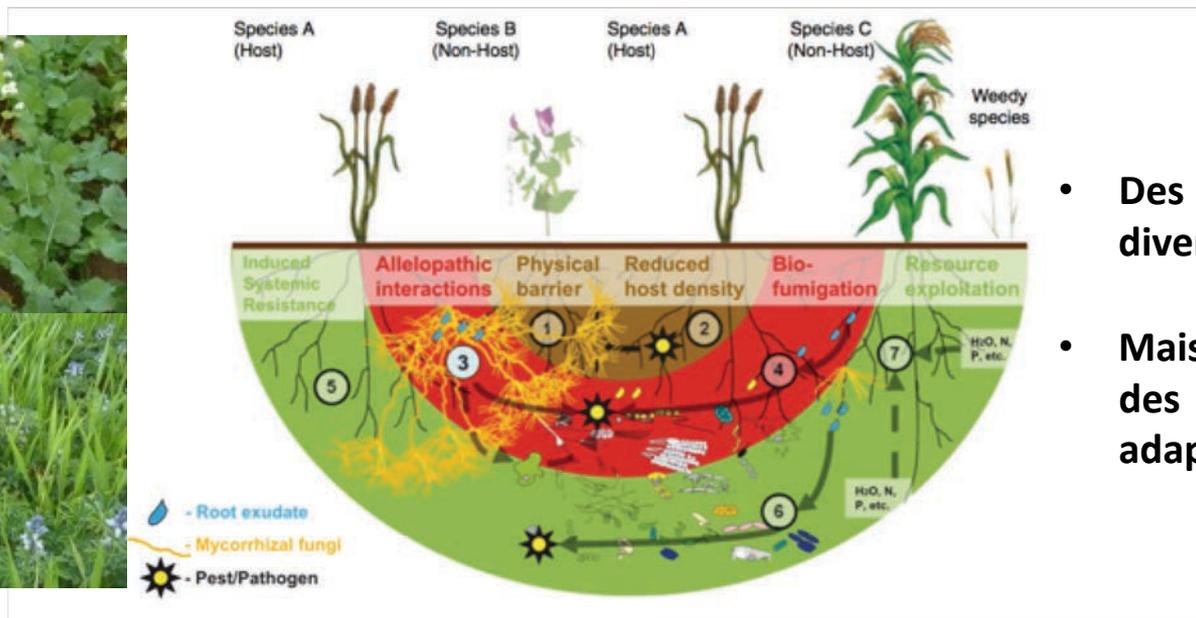
- pour mieux explorer le sol
- pour interagir avec les organismes du sol (**nutrition & santé**)

Lynch. 2011. Plant Physiol.

Hunter et al. 2014. Frontiers Plant Science



Valorisation des interactions sols-plantes



- Des systèmes de cultures diversifiés (ex. associations)
- Mais besoin de **quantification** des effets rhizosphère pour adapter les pratiques

Ehrman & Ritz, 2014. Plant Soil



Carrefours de l'innovation
agronomique



18 octobre 2018
Conseil Régional | DIJON

Interactions sols-plantes



Des interactions complexes, mais une source importante d'innovations à mobiliser pour une agriculture plus économe en intrants

