

LES SOLS SUPPRESSIFS

– Mélanie Cabrol –
– Mauricio González –
– Céline Poirier –

Projet pédagogique
Résistance des plantes aux
agents pathogènes
Supervisé par Elsa Ballini

**Qu'est-ce qu'un sol suppressif ? De quoi
est-il composé ? Est-il possible de rendre
un sol suppressif ?**

PPE 2018



INTRODUCTION

Les plantes sont le siège de nombreuses interactions avec leur environnement et le sol est le substrat principal pour leur développement. De nombreuses maladies telluriques sont présentes et les plantes ont développées des méthodes de lutte et notamment des associations avec les organismes du sol. Le concept des sols suppressifs se base sur la capacité de certains sols à limiter l'apparition de maladies du sol (causées par des bactéries, champignons, ou encore nématodes) en limitant leur développement^[1]. Ce phénomène est régi principalement par des facteurs d'origines biologiques (bactéries) mais certains facteurs abiotiques comme le pH ou la teneur en argile peuvent être très importantes pour comprendre la capacité de suppression des sols.

Plusieurs explications sur la capacité des microorganismes à contrôler certaines maladies ont été décrites depuis plus de 60 ans ^[2]. Le premier mécanisme repose sur la présence de bactéries bénéfiques qui colonisent la rhizosphère des plantes et entre en concurrence avec les pathogènes. La deuxième hypothèse repose sur les composés favorisant la croissance des cultures et permettant à la plante d'être plus résistante aux attaques de pathogènes (PGP) et la dernière hypothèse s'oriente vers l'étude de la production de métabolites secondaires par les microorganismes bénéfiques qui empêcheraient la croissance des pathogènes.

Cette fiche pédagogique a pour but de décrire les mécanismes de ce concept en détail, de présenter ses limites et de développer des perspectives agronomiques quant à son utilisation.



20-40% de pertes économiques sont provoquées par des phytopathogènes

Les agents pathogènes du sol **survivent** pendant de nombreuses années et sont très difficiles à combattre de manière durable ^[3]

La rhizosphère : définie comme étant la zone autour de la racine de la plante colonisée par une communauté unique de microorganismes en interactions entre eux et avec la plante

2 types de caractère suppressifs

Général

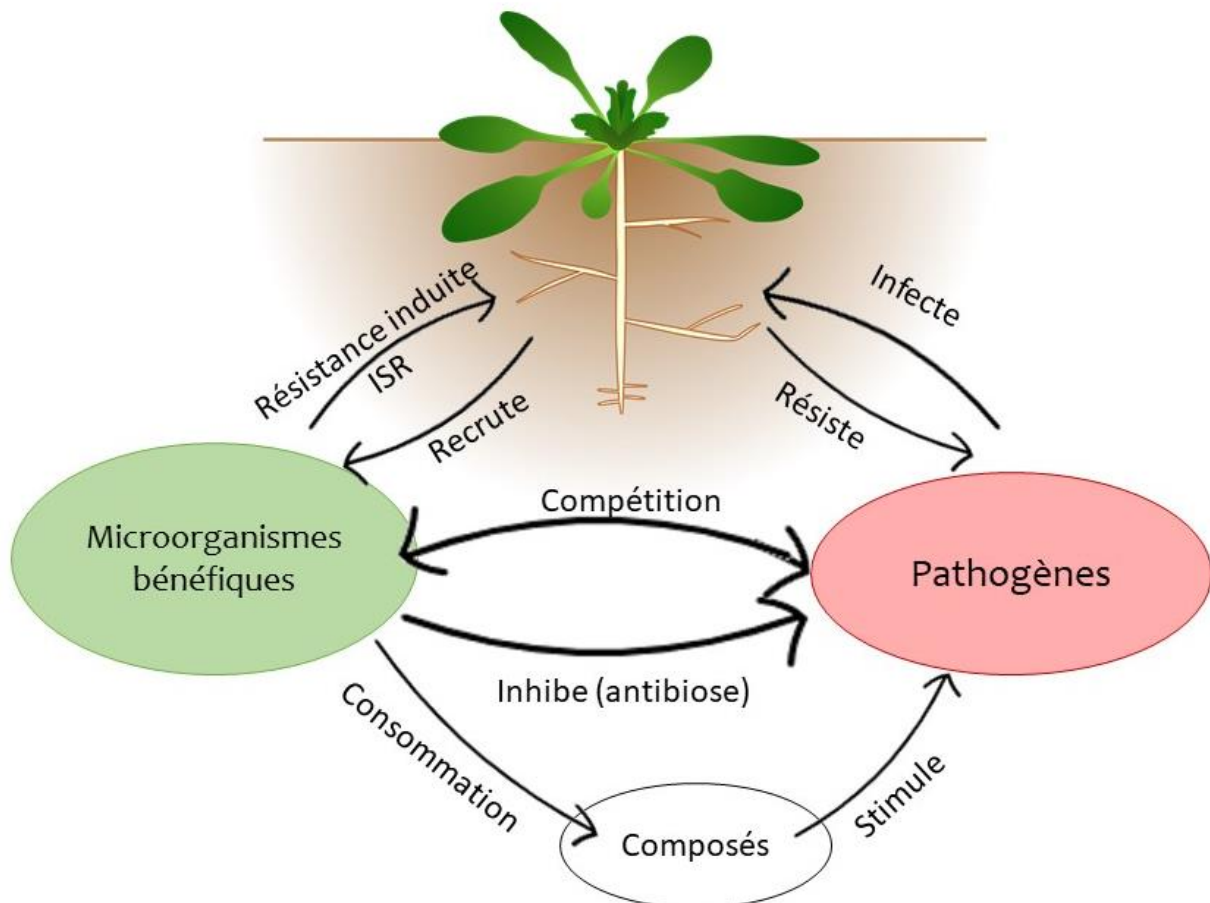
L'ensemble des microorganismes inhibent la croissance et l'activité des agents pathogènes par compétition et antagonismes ^[4]

Spécifique

Associé à un seul microorganisme contre un pathogène spécifique par antagonisme, antibiose ou compétition ^[4]

MÉCANISMES

- **Recrutement** de microorganismes bénéfique spécifique dans la rhizosphère par la production de composés carbonatés [3]
- Les microorganismes bénéfiques consomment des composés stimulant les pathogènes pour **empêcher** leur apparition [1]
- Une **compétition** pour les nutriments se met en place entre les microorganismes bénéfiques et pathogènes [3]
- Booste les capacités de défense de la plante en mettant en place un mécanisme de **résistance induite** [3][4]
- Production de composés antimicrobiens (enzymes lytiques, antibiotiques...) qui **inhibent** les pathogènes [1][3]
- Régulation de facteur de transcription de la plante pour **résister** aux pathogènes [3][4]



LIMITES

- Beaucoup d'exemples de sols suppressifs dépendent d'une monoculture (cas du blé) pour augmenter la capacité de suppression du sol à chaque saison de culture, cela peut avoir comme conséquence une **augmentation d'autres ravageurs ou d'adventices**.
- L'inoculation d'un sol infecté avec du sol connu comme étant suppressif est peu envisageable si les volumes nécessaires sont trop importants.
- **Manque de connaissances** pour rendre les sols suppressifs reproductibles à grande échelle.
- Des interactions complexes existent entre les différents microorganismes et le **manque de connaissance** est un frein à la prédiction des comportements des microorganismes lors d'inoculations.
- Les conditions d'installation d'un sol suppressifs sont extrêmement **dépendantes** du **climat** et du type **physico-chimique** du sol.



REMARQUES

Qu'en est-il de la persistance des sols suppressifs ?

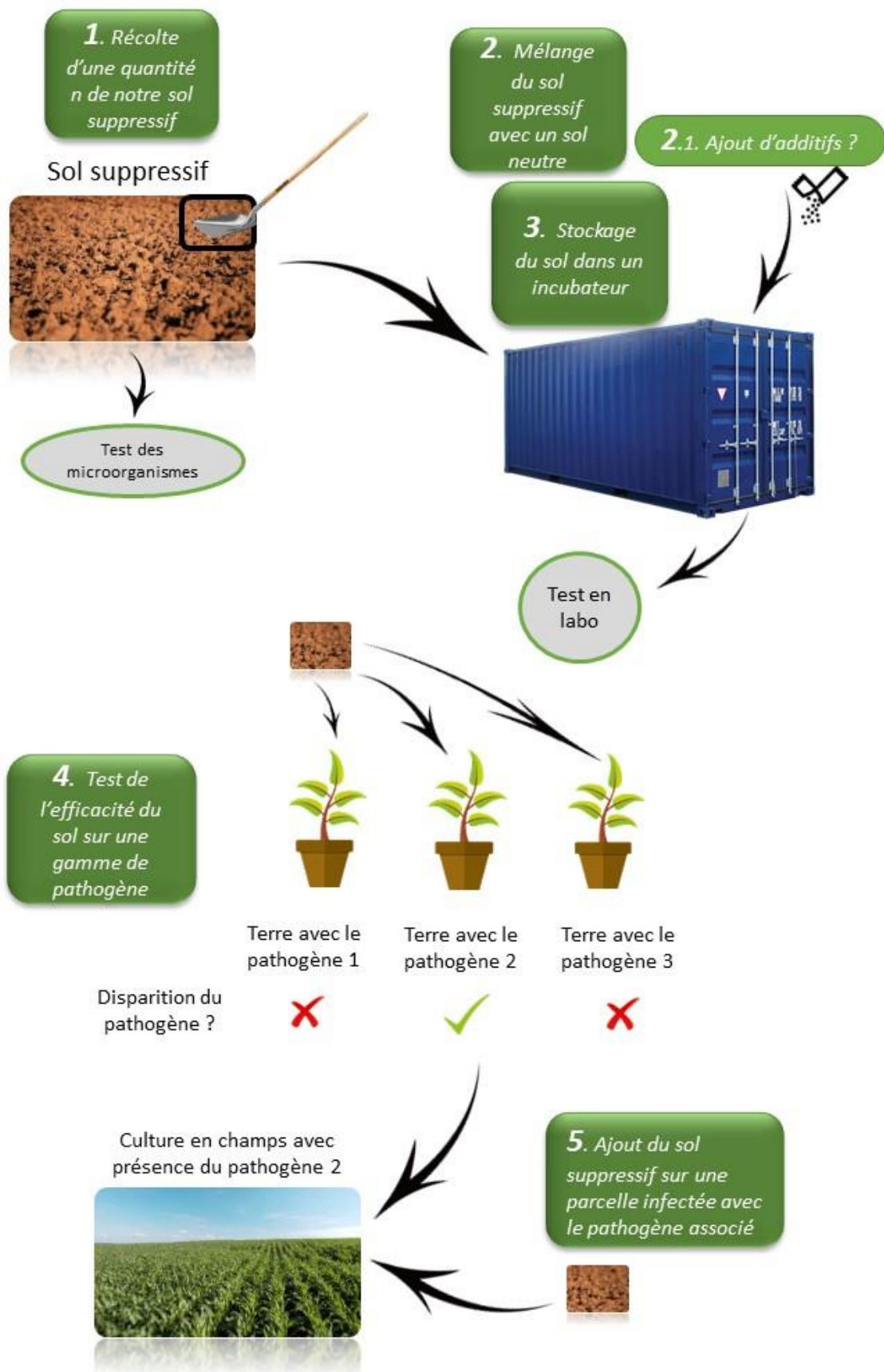
- Certains sols conservent leurs capacités suppressives pendant des périodes prolongées et cela, même lorsqu'ils sont laissés nus [3].
- D'autres ne se développent qu'après plusieurs années de monoculture et disparaissent aussitôt lorsque la culture change [3].

Les principales interactions connues

- *Alcaligenes sp.*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas spp.*, Actinomycetes, et certaines souches des *Fusarium oxysporum* non pathogènes peuvent lutter contre la fusariose causée par un *F. oxysporum* pathogène [4][5].
- La gale commune de la pomme de terre causée par *Streptomyces scabies* peut disparaître grâce à d'autres *Streptomyces spp.* non pathogènes ayant une capacité à produire des antibiotiques à large spectre [4].
- *Pseudomonas spp. fluorescents* qui produisent le composé antifongique 2,4-diacétylphloroglucinol (DAPG) permet de réguler le piétin-échaudage du blé causé par le champignon *Gaeumannomyces graminis* [3].

⇒ **LE TRANSFERT OU LA REPRODUCTION DES COMPOSANTS COMPLEXES QUI CONTRIBUENT A RENDRE CES SOLS SUPPRESSIFS CONSTITUE SOUVENT UN OBJECTIF MAJEUR DES PROGRAMMES DE RECHERCHE.**

PEUT-ON IMAGINER UN SYSTÈME DE PRODUCTION DE SOL SUPPRESSIF À GRANDE ÉCHELLE ?





DÉVELOPPEMENT DU PROJET

2 & 5. Quelle est la quantité de terre à prélever et à épandre ?

- Il a été montré qu'un transfert du pouvoir de suppression dans un sol neutre stérilisé au préalable est possible par addition de 0,1% à 10% de sol suppressif [4][6].

2.1. Peut-on ajouter des additifs pour améliorer la capacité de suppression d'un sol ?

- Le pH et la quantité de matière organique est important pour la croissance microbienne, un ajout de chaux ou de compost peut être envisageable [6]. Des nutriments favorables à la multiplication des microorganismes bénéfiques peut aussi être envisagé.

3. Quel est le temps d'incubation nécessaire pour rendre un sol neutre suppressif et combien de temps peut-on le stocker ?

- Il n'y a pas de temps de latence après inoculation pour qu'un sol atteigne sa capacité maximale de suppressivité. Le temps de stockage est dépendant du type de micro-organisme mais s'il est persistant, il peut être stocker pendant plusieurs années [3].

4. Pourquoi les tests d'efficacité sur différents pathogènes sont-ils importants ?

- Il existe plusieurs pathogènes dans un sol cultivé, les sols suppressifs sont spécifiques à certains pathogènes, c'est pourquoi il faut réaliser ces tests pour être sûr de la performance de suppressivité [4][6].

5. Sous quelle forme peut-on exporter les sols à la sortie des incubateurs ?

- L'utilisation d'épandeur à compost d'une capacité comprise en 15 et 20 tonnes par hectare permet de répandre le sol d'une manière homogène et efficace [7]. Un labour superficiel pourrait permettre de répartir au mieux les microorganismes dans les premiers centimètres du sol.



RÉFÉRENCES

- [1] Mazzola M., 2002. Mechanisms of natural soil suppressiveness to soilborne diseases. *Antonie van Leeuwenhoek*, 81, 557-564.
- [2] Schrot M.N., Hancock J.G., 1982. Disease-Suppressive Soil and Root-Colonizing Bacteria. *Science*, 216, 1376-1381.
- [3] Berendsen R.L., Pieterse C.M.J., Bakker P.A.H.M., 2012. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in plant Science*, 17, 478-486.
- [4] Weller D.M., Raaijmakers J.M., McSpadden Gardener B.B., Thomashow L.S., 2002. Microbial Populations Responsible for Specific Soil Suppressiveness to Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 309-48.
- [5] Cha J.Y., Han S., Hong H.J., Cho H., Kim D., Kwon Y., Kwon S.K., et al., 2016. Microbial and biochemical basis of a Fusarium wilt suppressive soil. *The ISME Journal*, 10, 119-29.
- [6] Mendes R., Kruijt K., de Bruijn I., Dekkers E., van der Voort M., Schneider J.H.M., et al. 2011. Deciphering the rhizosphere microbiome for disease-suppressive bacteria. *Science*, 332, 1097-1100.
- [7] Rousselet M., Mazoyer J., 2006. Évaluation des performances des épandeurs de fumier : premiers résultats selon la norme NF EN 13080. *Ingénieries - EAT, IRSTEA*, 79-92.