

Les effets bénéfiques de la biodiversité sur la vie du sol

M.-A. SELOSSE

Muséum nat. d'Histoire naturelle, Paris

Universités de Gdansk (Pologne) & Kunming (Chine)





I

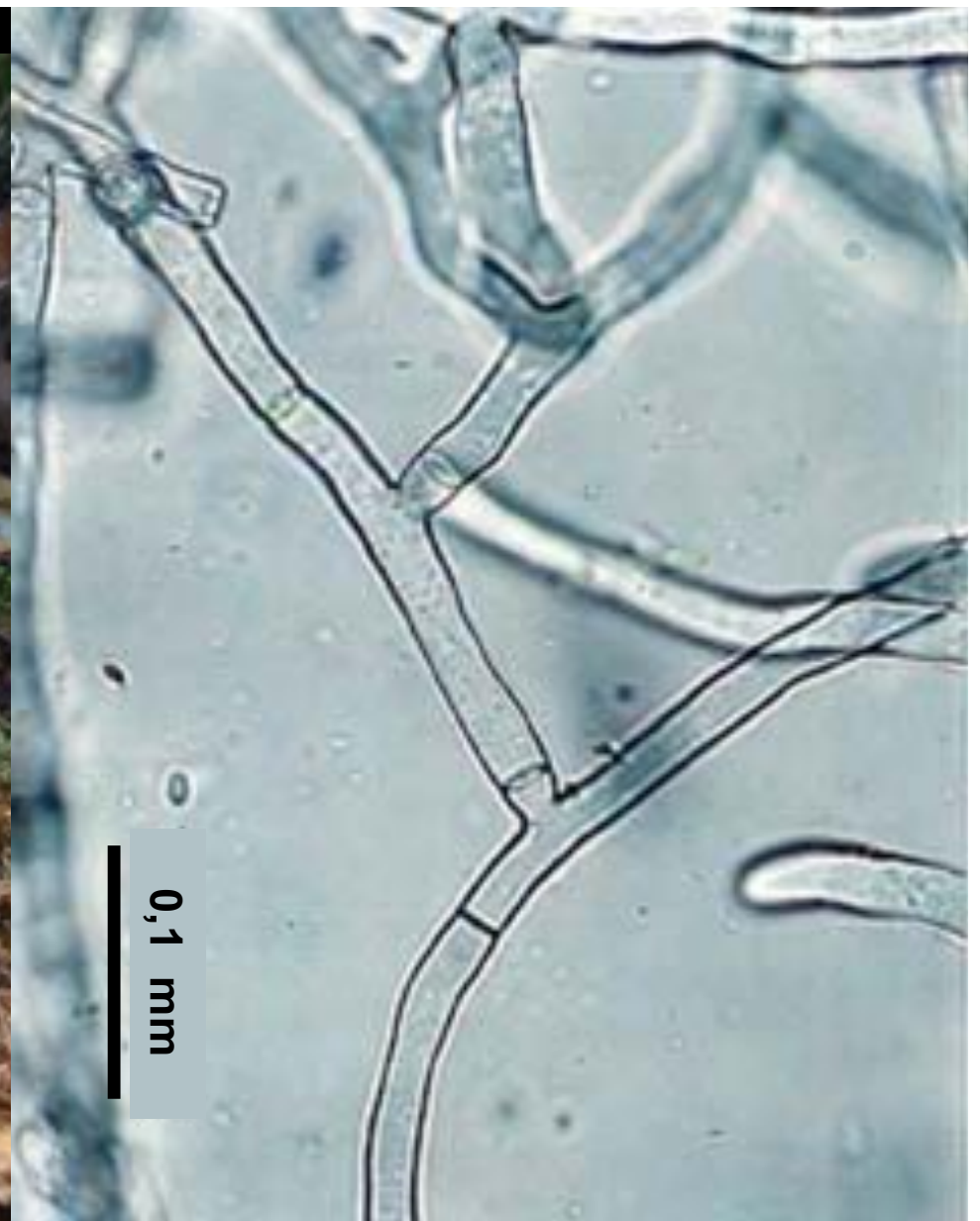
Diversité microbienne



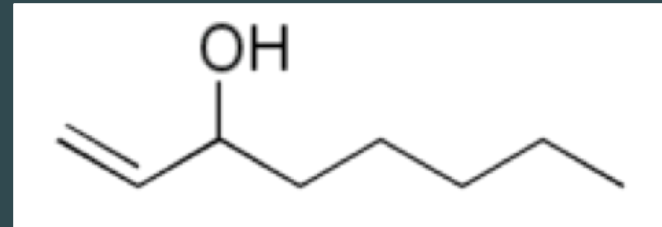
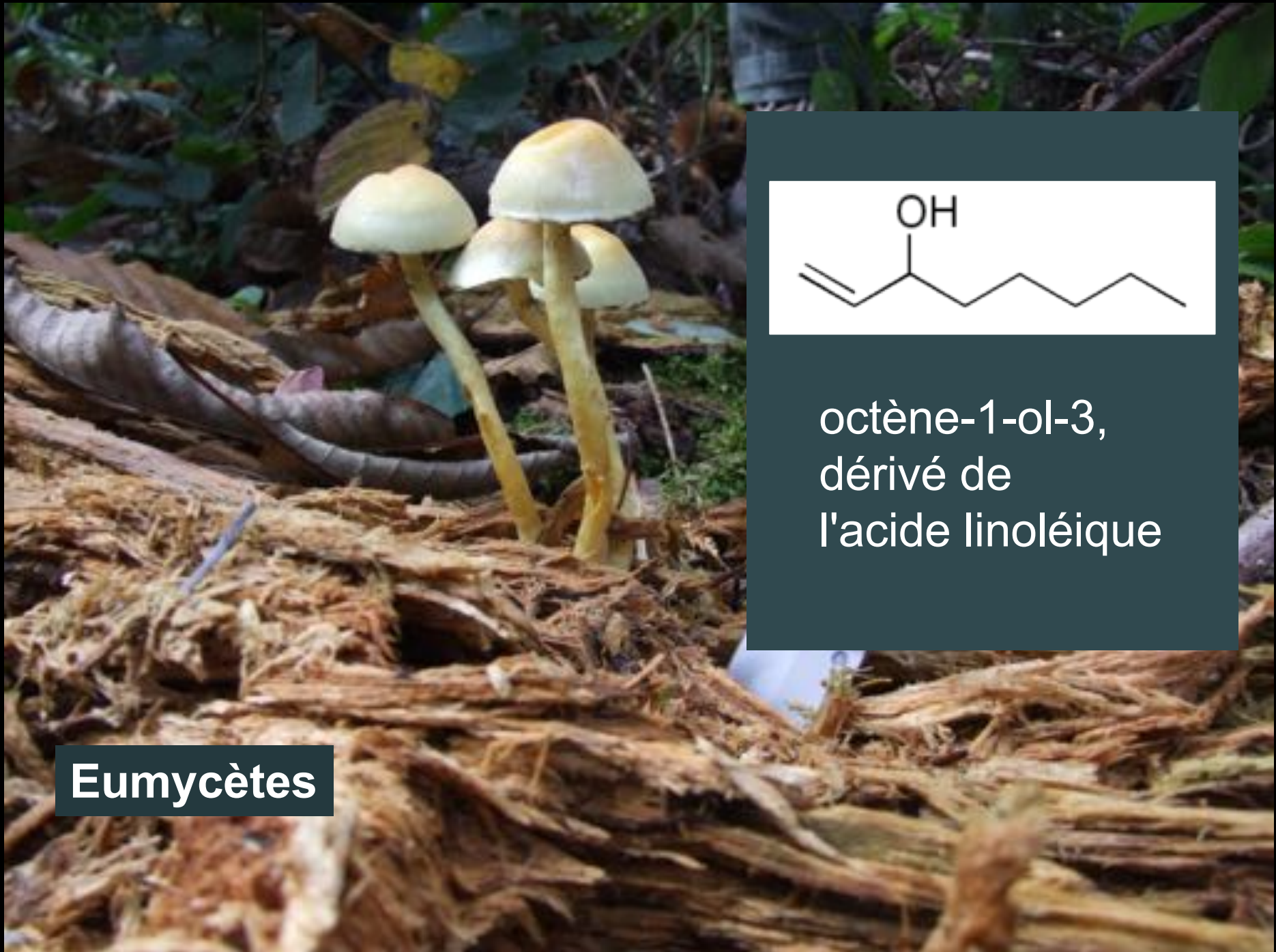
Eumycètes



Eumycètes

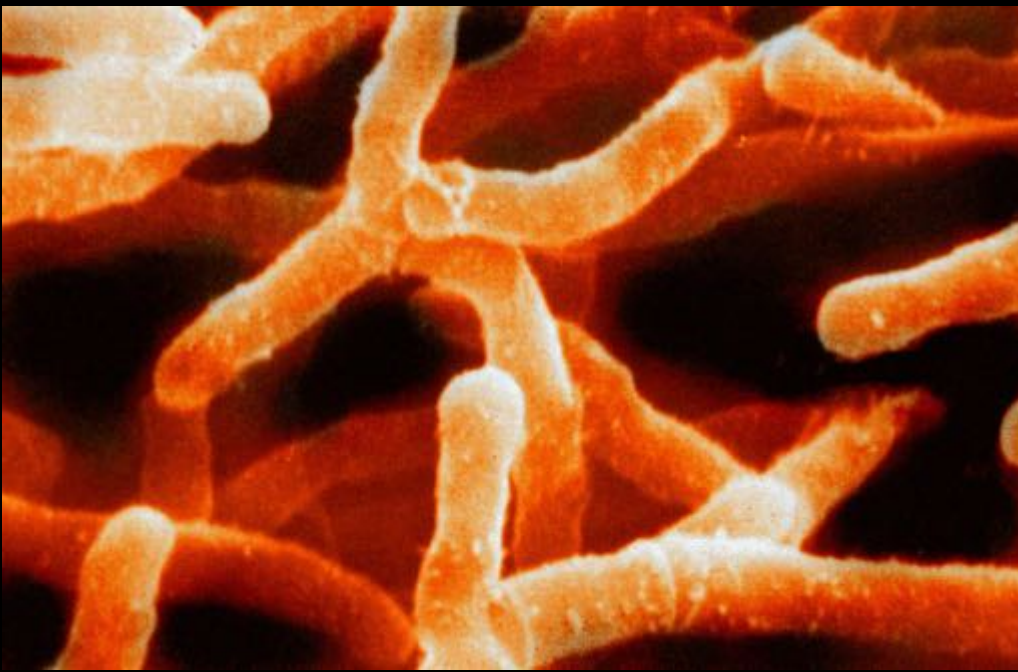


0,1 mm



octène-1-ol-3,
dérivé de
l'acide linoléique

Eumycètes

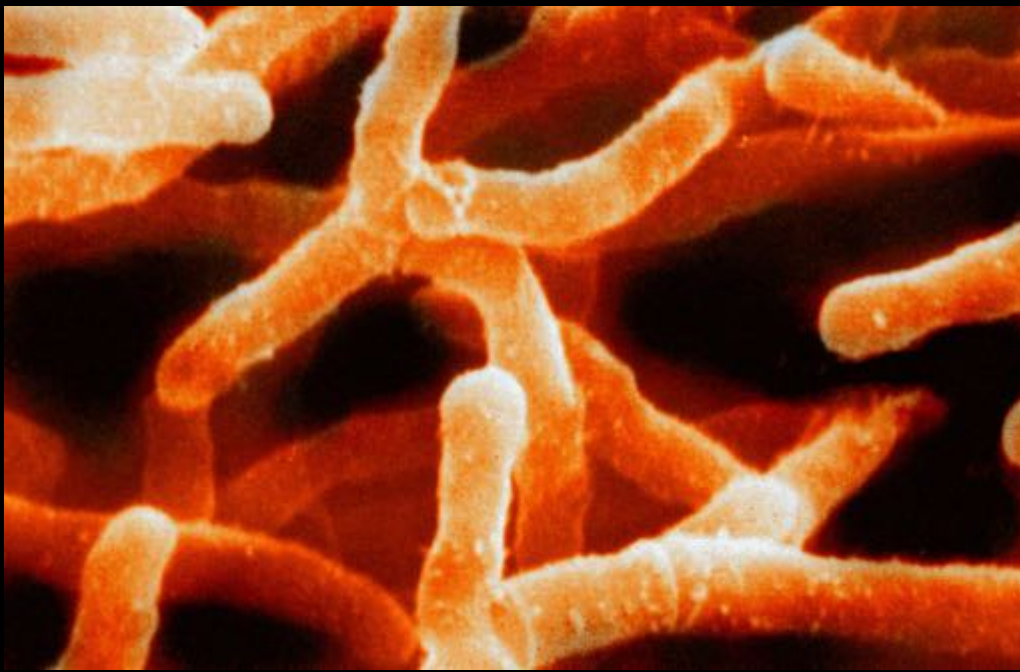


Actinomyces



Streptomyces

**Actinomycètes =
Actinobactéries**

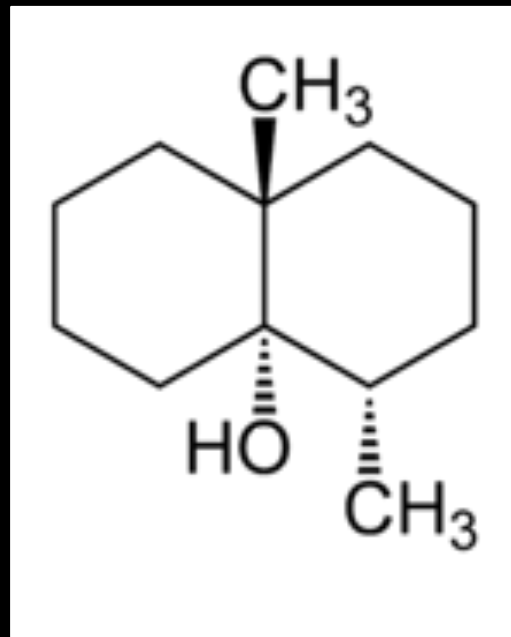


Actinomyces



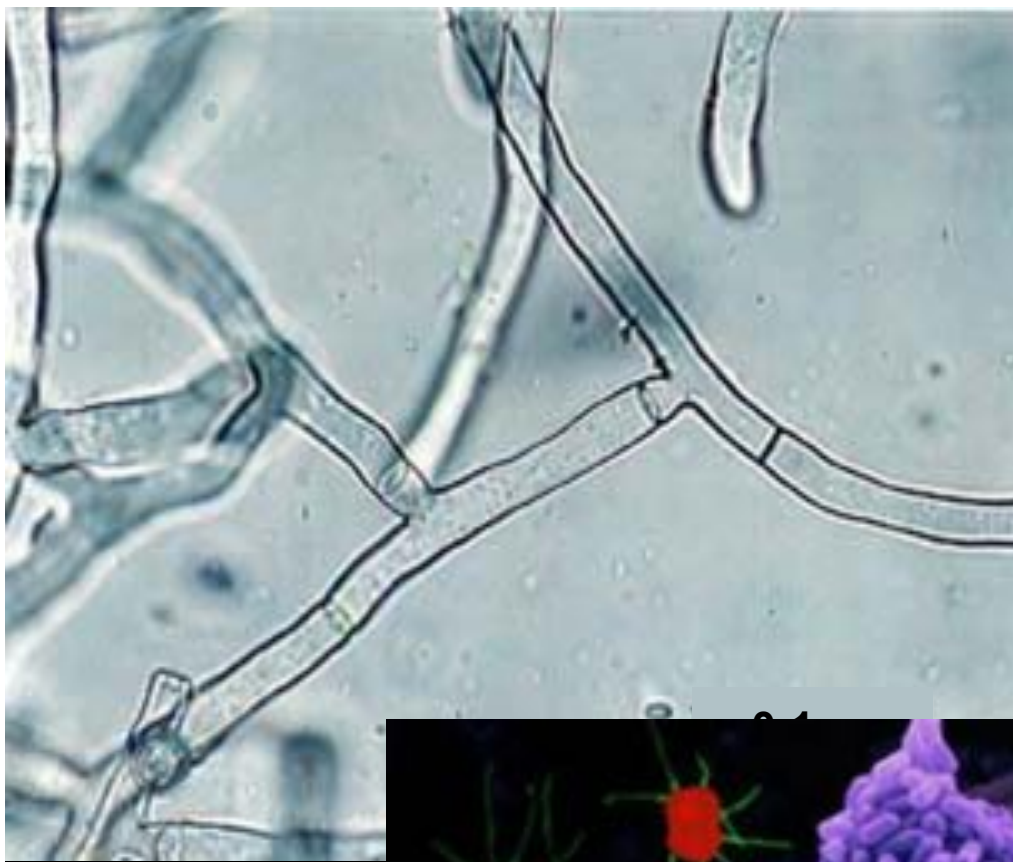
Streptomyces

**Actinomycètes =
Actinobactéries**

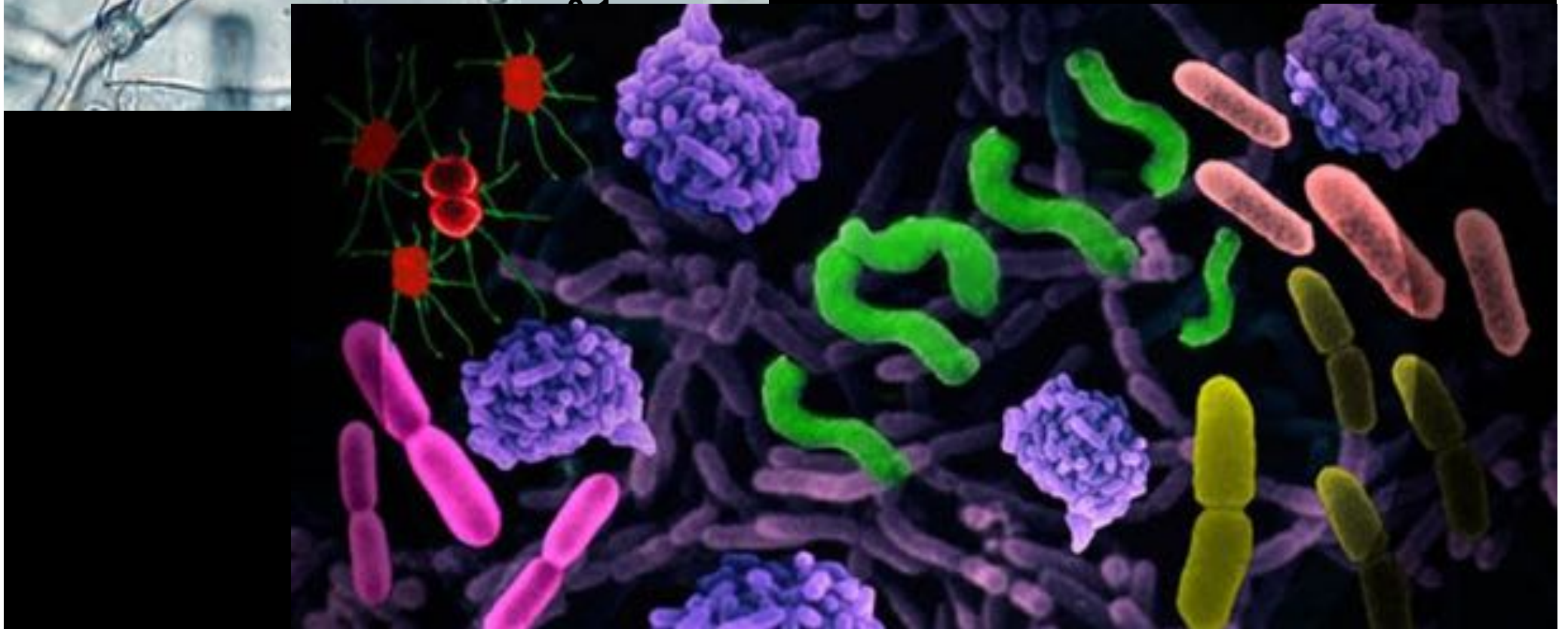


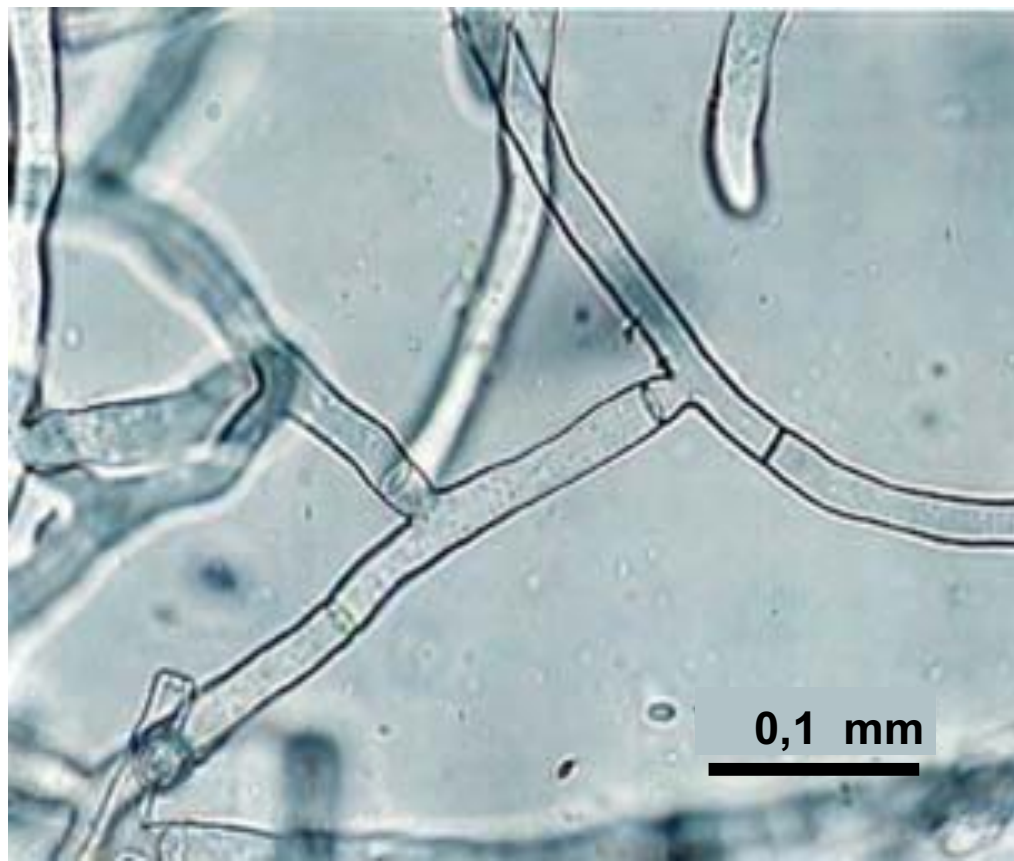
La géosmine :

L'odeur de terre
(et de pluie !)

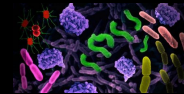


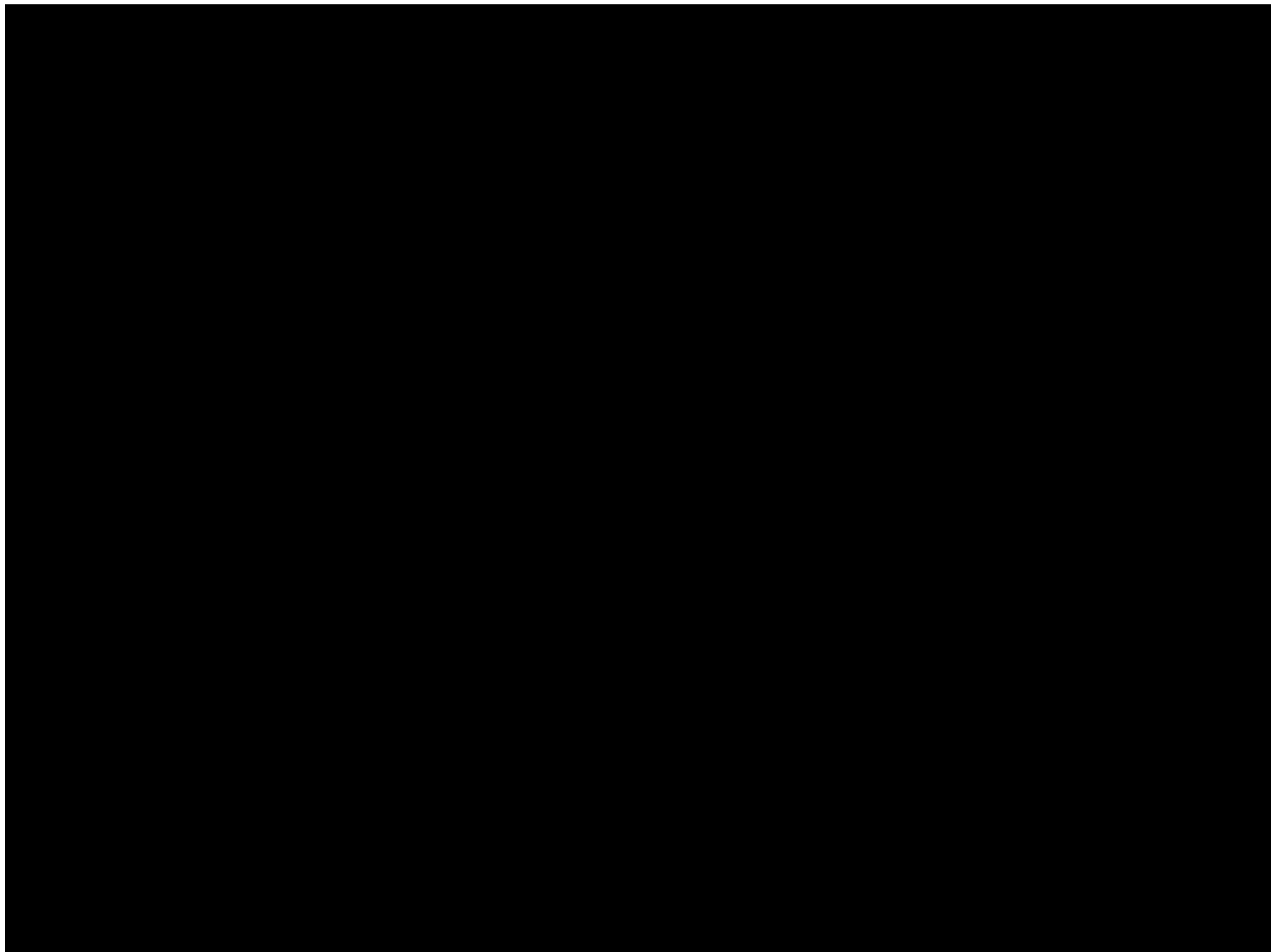
Bactéries et champignons

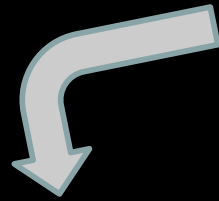




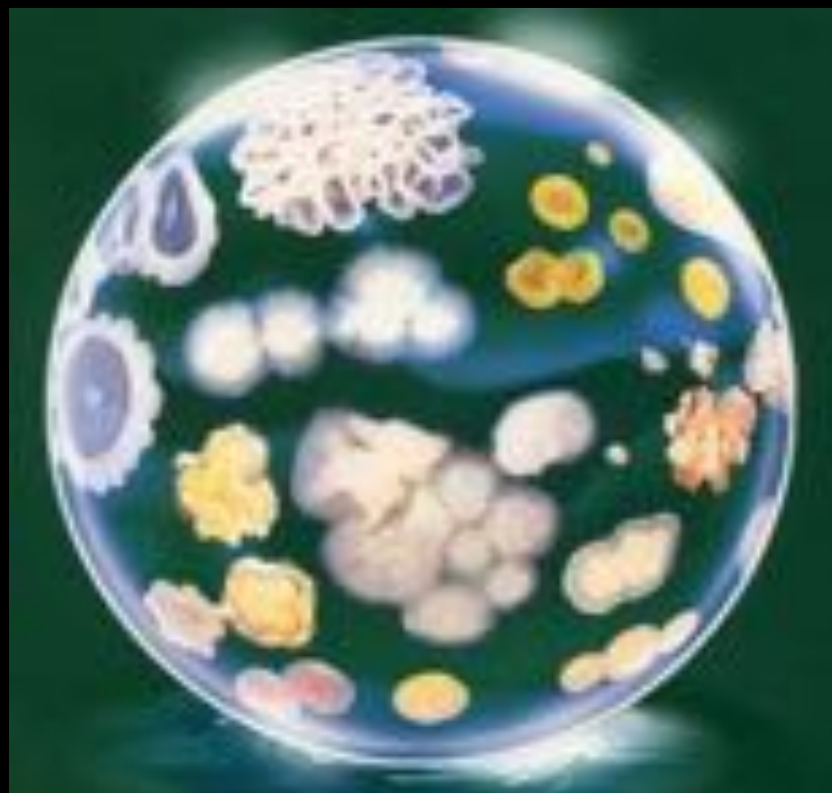
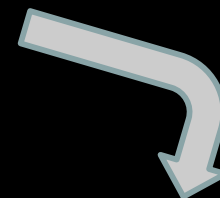
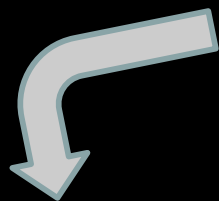
Bactéries et champignons







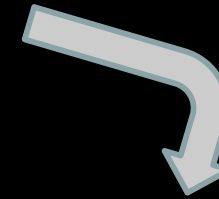
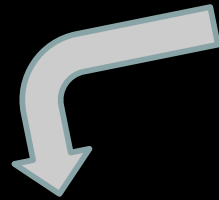
x



x



y



x



y

$x/y = 1\%$ de la biodiversité

Dans 1 g de sol forestier tempéré (sec)...

$10^5 - 10^7$ bactéries (de 10^3 à 10^5 espèces)

$10^3 - 10^5$ espèces de champignons

10^3 protozoaires d'espèces variées

des algues en surface...

... animaux (5-10 mg/m²) et racines,
soit **6,4 t/ha de biomasse fraîche**

**23% des espèces connues (contre
13% dans les océans)**

25% des espèces animales terrestres

**50 à 75% de la biomasse vivante des
écosystèmes terrestres**

II

Diversité fonctionnelle



Décomposeurs





Décomposeurs

« si les êtres microscopiques disparaissent de notre globe, la surface de la terre serait encombrée de manière morte et de cadavres de tout genre, animaux et végétaux. (...) Sans eux, la vie deviendrait impossible, parce que l'œuvre de la mort serait incomplète »

Fixation d'azote



Fixation d'azote



Fixation d'azote



Rhizobiums

Fixation d'azote



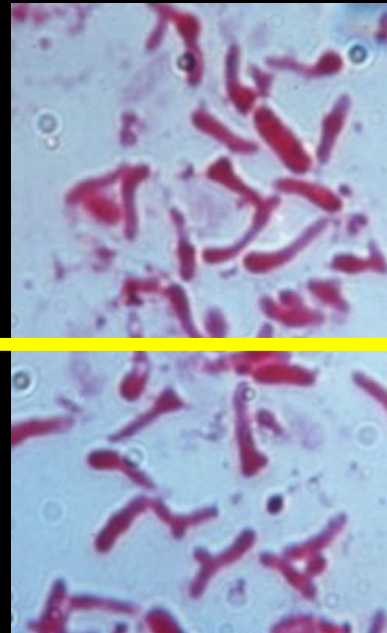
Rhizobiums

Fixation d'azote

N_2 atmosphérique
+ énergie cellulaire

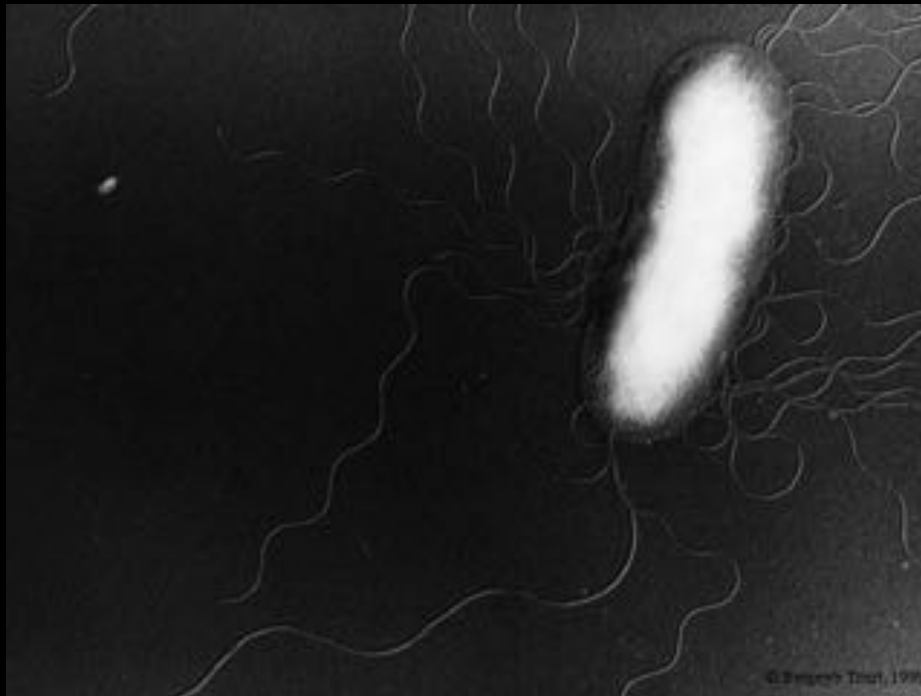


Acides
aminés



Rhizobiums

Fixation d'azote



Azospirillum

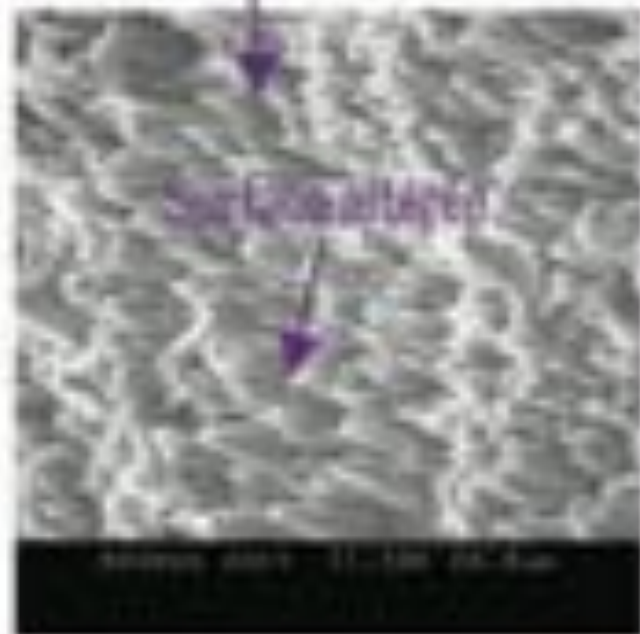
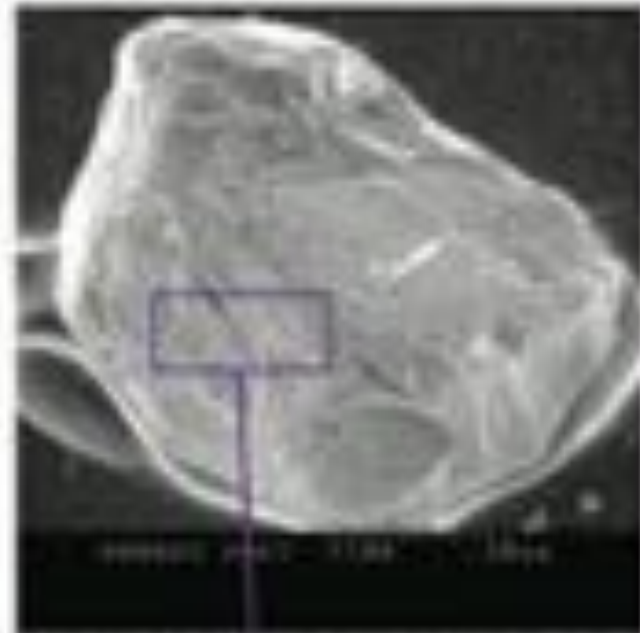
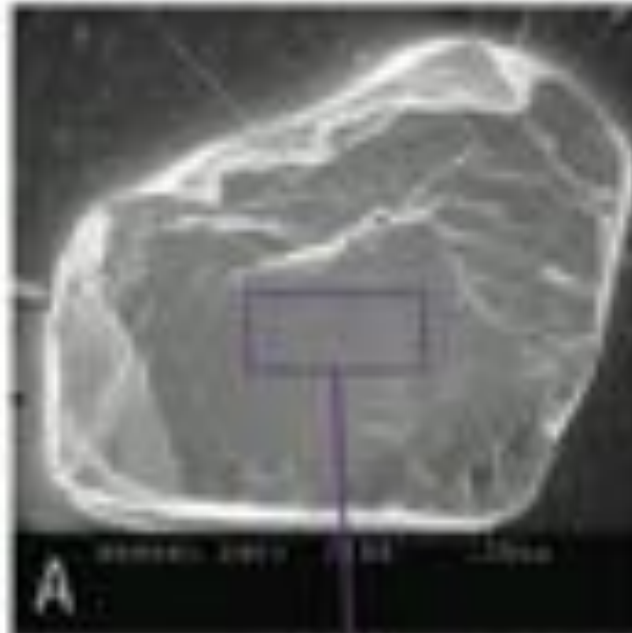


Azotobacter

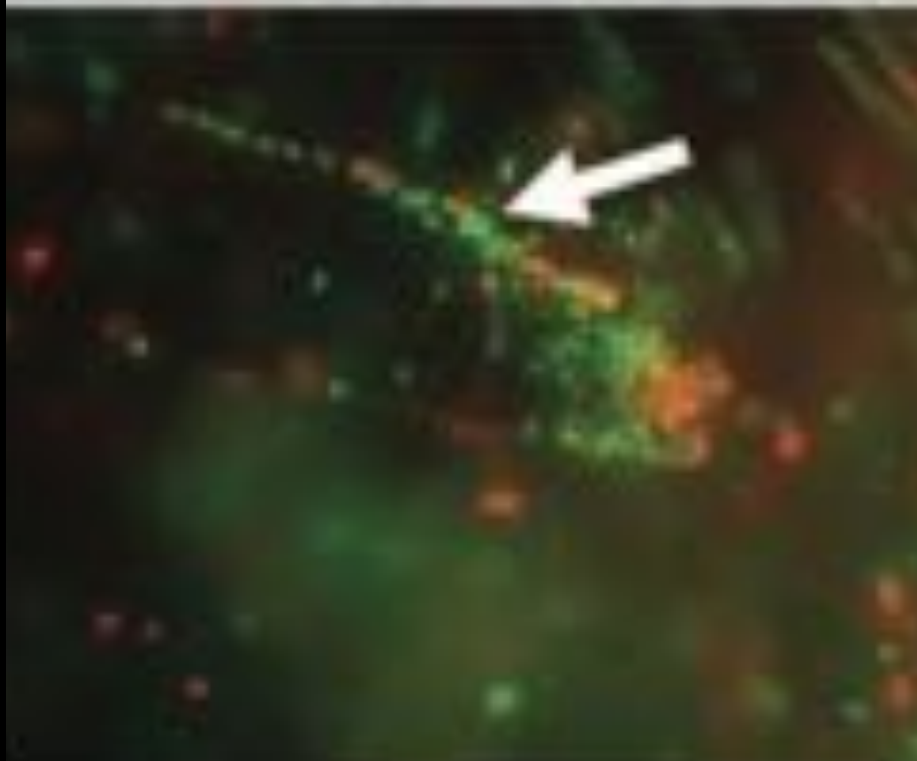
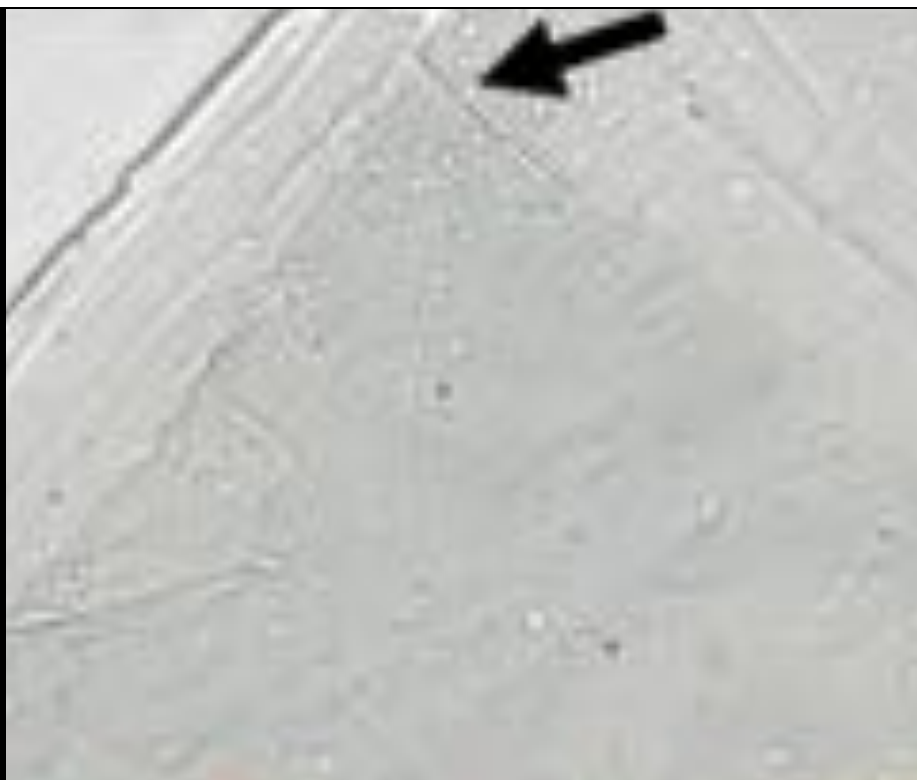
Apatite

Sans action biologique

Avec action biologique

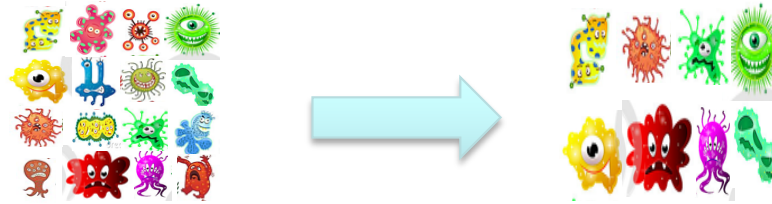


Biotite



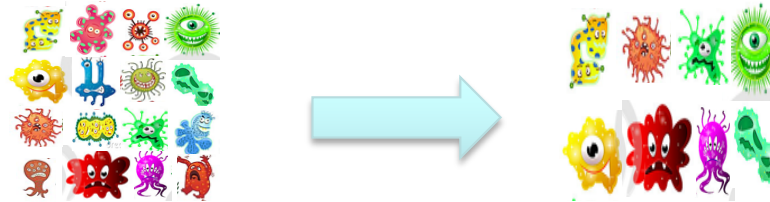
Quelques démonstrations expérimentales

Baisse de 30% de la diversité microbienne d'un sol

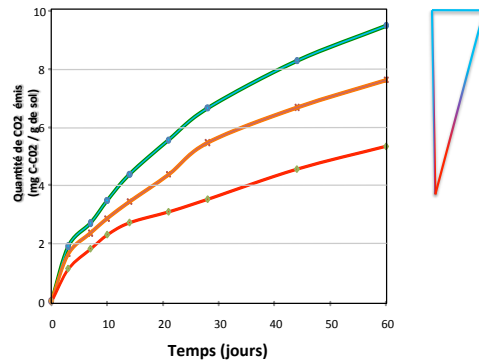


Quelques démonstrations expérimentales

Baisse de 30% de la diversité microbienne d'un sol

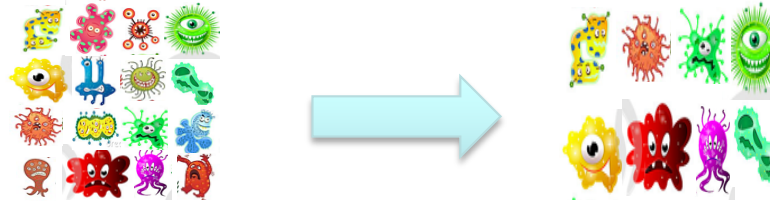


Baisse de 40% de
la minéralisation
de la MO

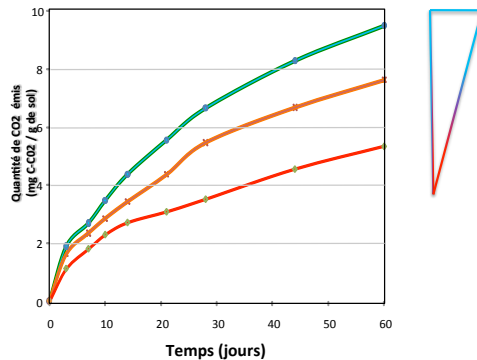


Quelques démonstrations expérimentales

Baisse de 30% de la diversité microbienne d'un sol



Baisse de 40% de la minéralisation de la MO

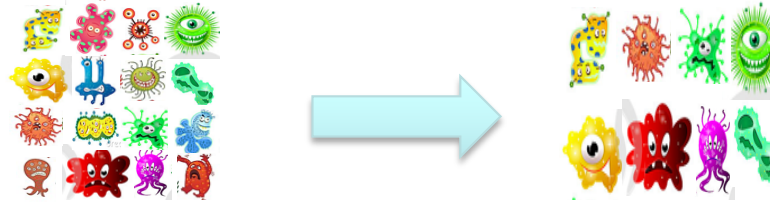


Perte de 50% de la productivité végétale

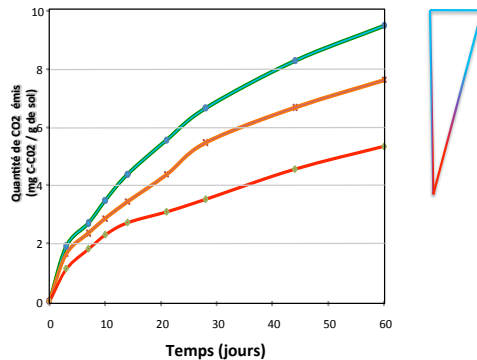


Quelques démonstrations expérimentales

Baisse de 30% de la diversité microbienne d'un sol



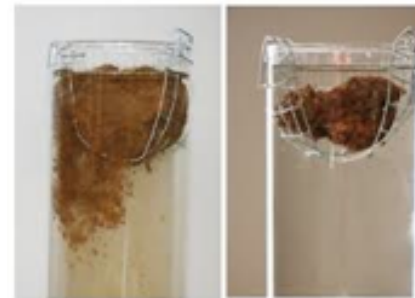
Baisse de 40% de la minéralisation de la MO



Perte de 50% de la productivité végétale

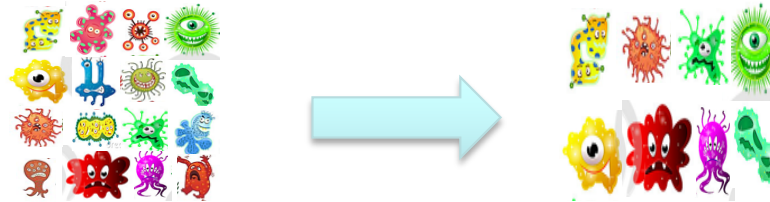


Perte de 50% de la stabilité structurale du sol

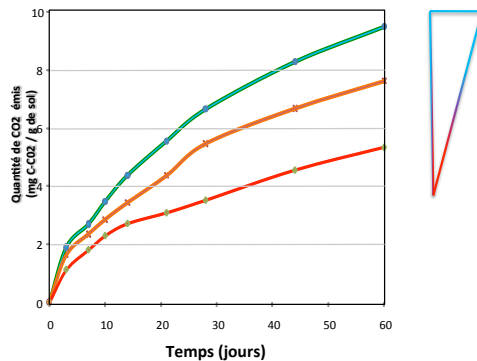


Quelques démonstrations expérimentales

Baisse de 30% de la diversité microbienne d'un sol



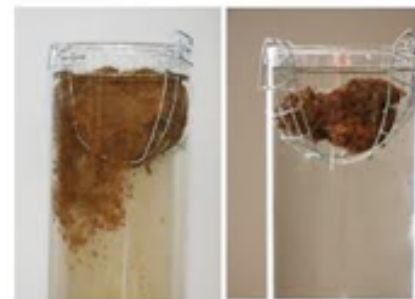
Baisse de 40% de la minéralisation de la MO



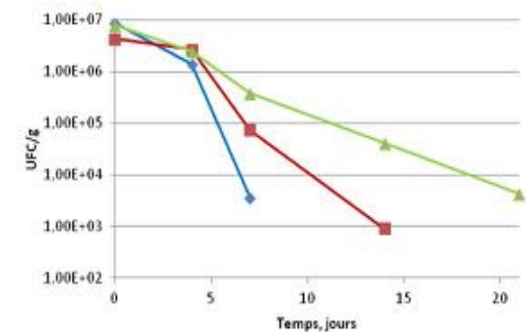
Perte de 50% de la productivité végétale



Perte de 50% de la stabilité structurale du sol

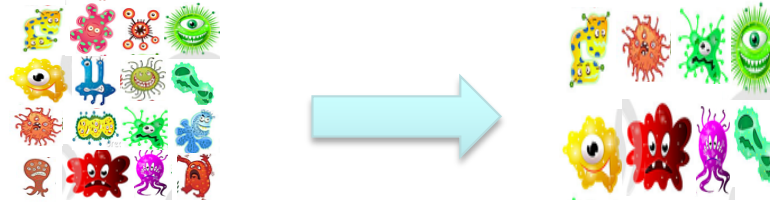


Augmentation du temps de survie (x5) des pathogènes dans le sol

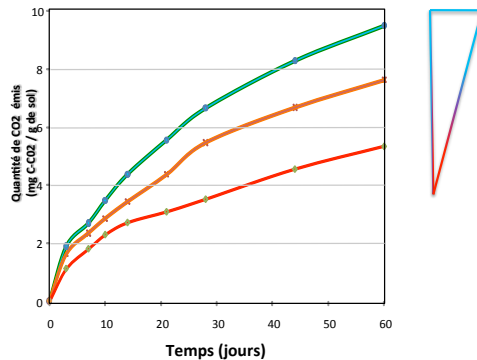


Quelques démonstrations expérimentales

Baisse de 30% de la diversité microbienne d'un sol



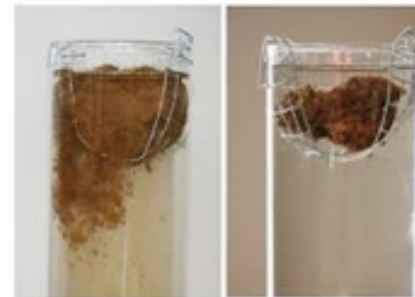
Baisse de 40% de la minéralisation de la MO



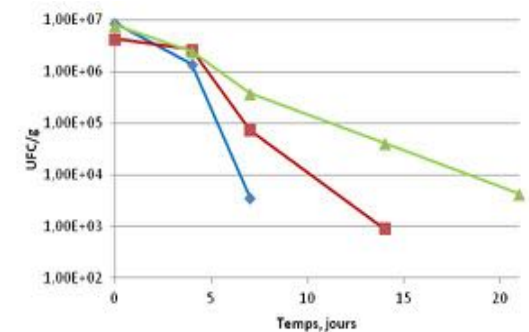
Perte de 50% de la productivité végétale



Perte de 50% de la stabilité structurale du sol



Augmentation du temps de survie (x5) des pathogènes dans le sol



**Fertilité
biologique**

**Fertilité
physique**

**Effet
barrière**

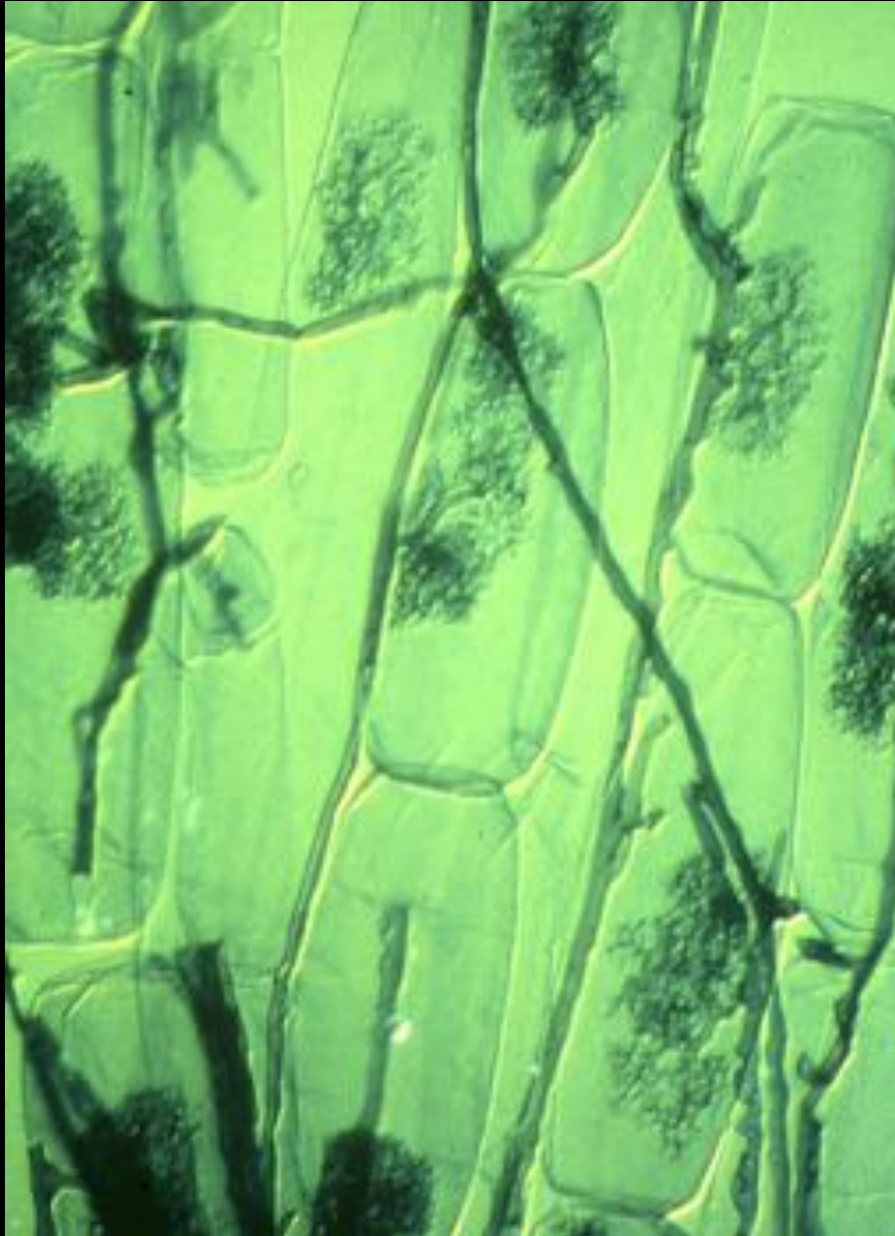
Endomycorhizes à arbuscules



Endomycorhizes à arbuscules



Endomycorhizes à arbuscules



Endomycorhizes à arbuscules



1 km d'hyphes / m de racine

100 m d'hyphes / cm³ de sol

une interface accrue 10 000 x

... pour un coût 100 x moindre

Endomycorhizes à arbuscules

Parmi les arbres :

Frênes

Noyers

Erables

Rosacées (pommiers,
poiriers, sorbiers,
aliziers, abricotiers,
cerisiers...

Liquidambars



III

Etat des sols et usages

Atlas français des **Bactéries du sol**



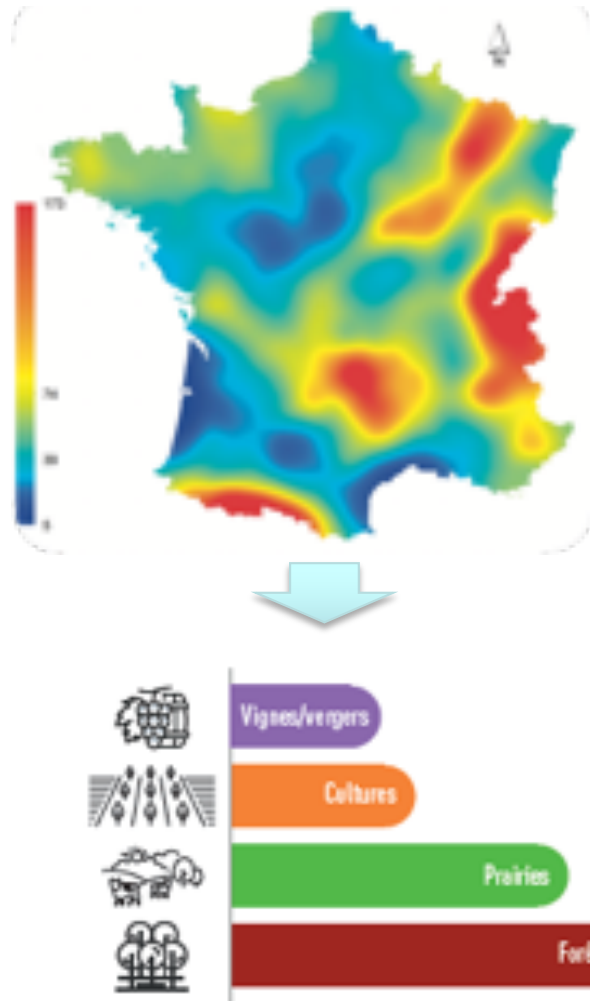
Bakile KARIMI
Nicolas CHEMIDLIN PREVOST BOURE
Samuel DEQUIEDT, Sébastien TERRAT
Lionel RANJARD

biotope
ÉDITIONS

MUSÉUM
PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES

La biodiversité des sols

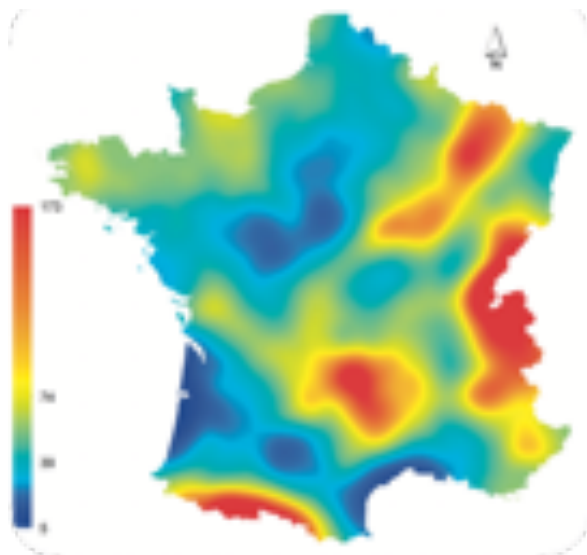
Biomasse moléculaire microbienne
Microgramme ADN/g de sol



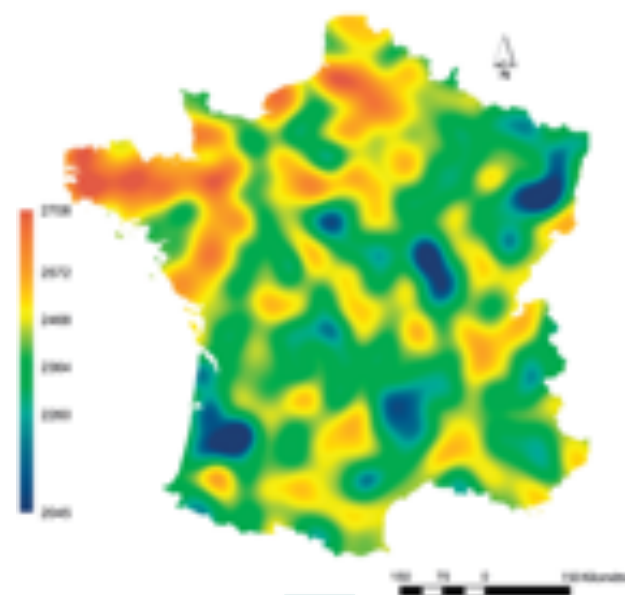
Les sols agricoles ont une faible biomasse microbienne

La biodiversité des sols

Biomasse moléculaire microbienne
Microgramme ADN/g de sol

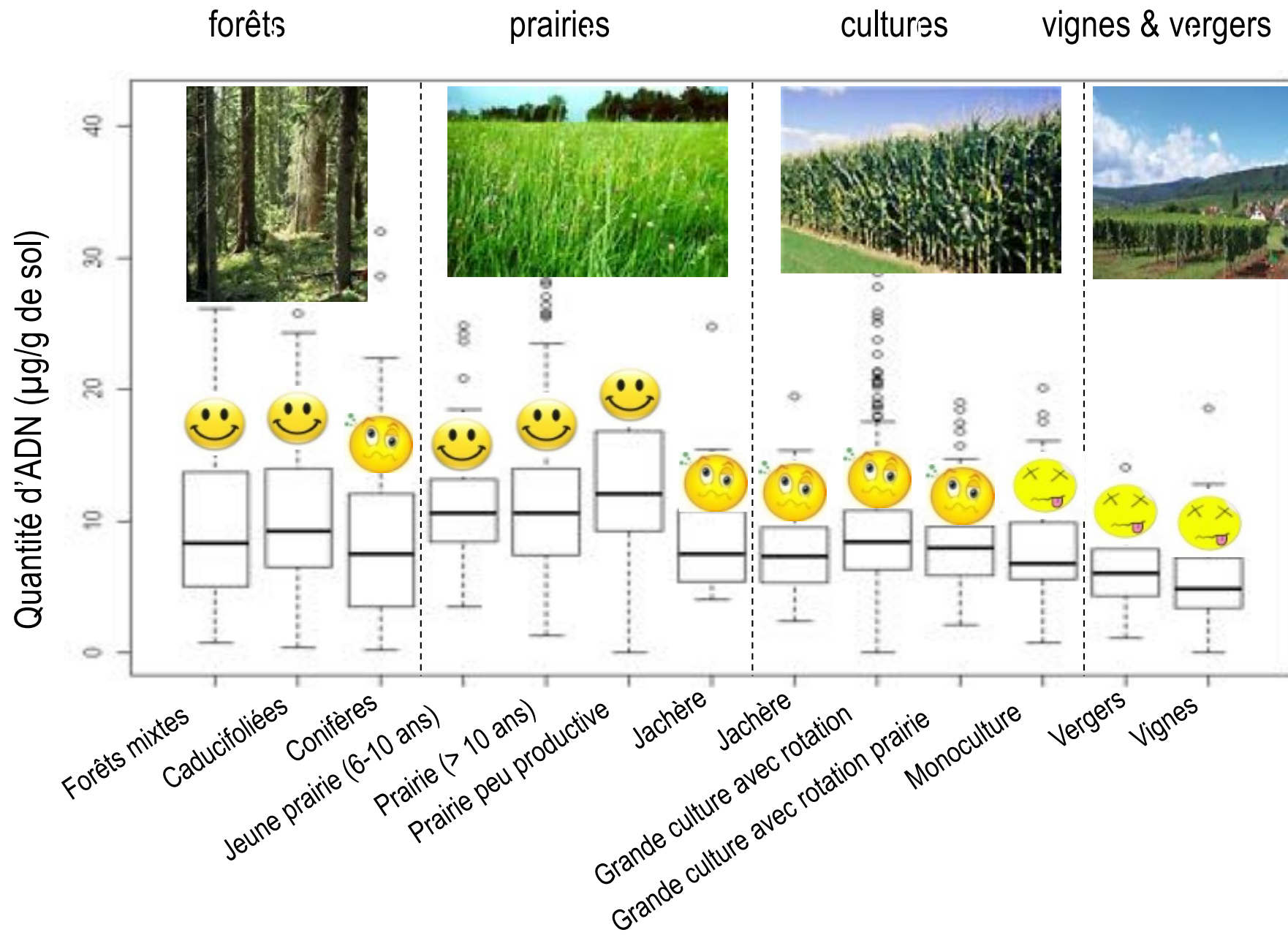


Diversité bactérienne



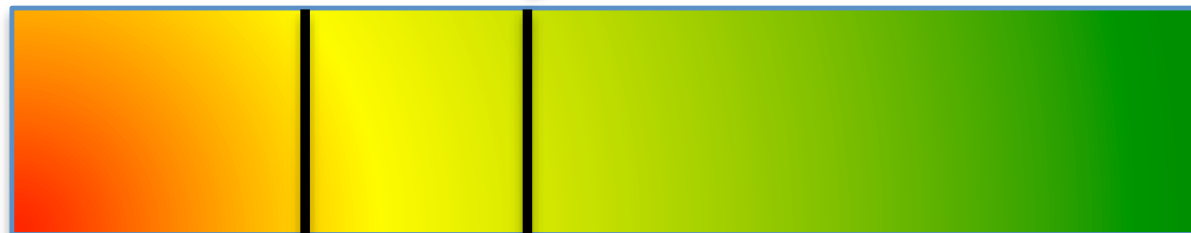
**Les sols agricoles ont une faible biomasse microbienne
mais une diversité bactérienne importante**

La biodiversité des sols



**Seuil critique
(-30% VR)**

Valeur de référence



10% – 55% – 35%

Seuil critique
(-30% VR)

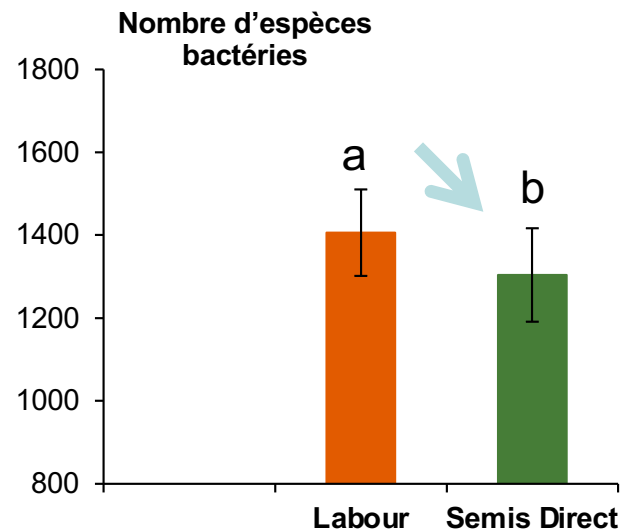
Valeur de référence



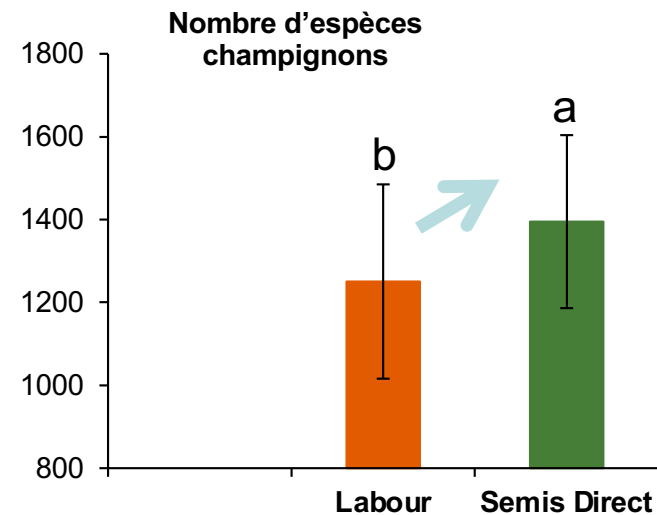




Communautés de bactéries



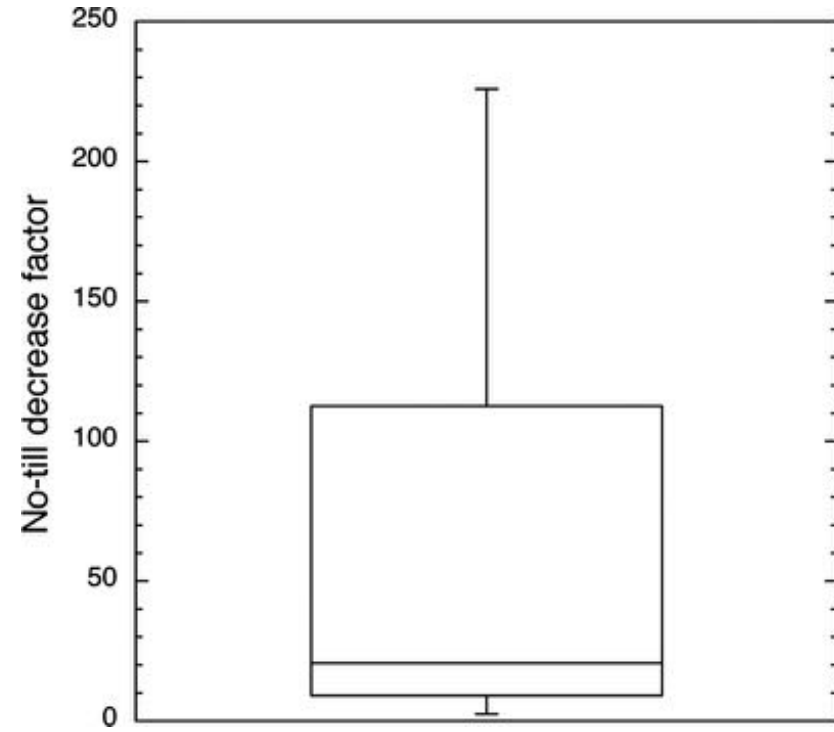
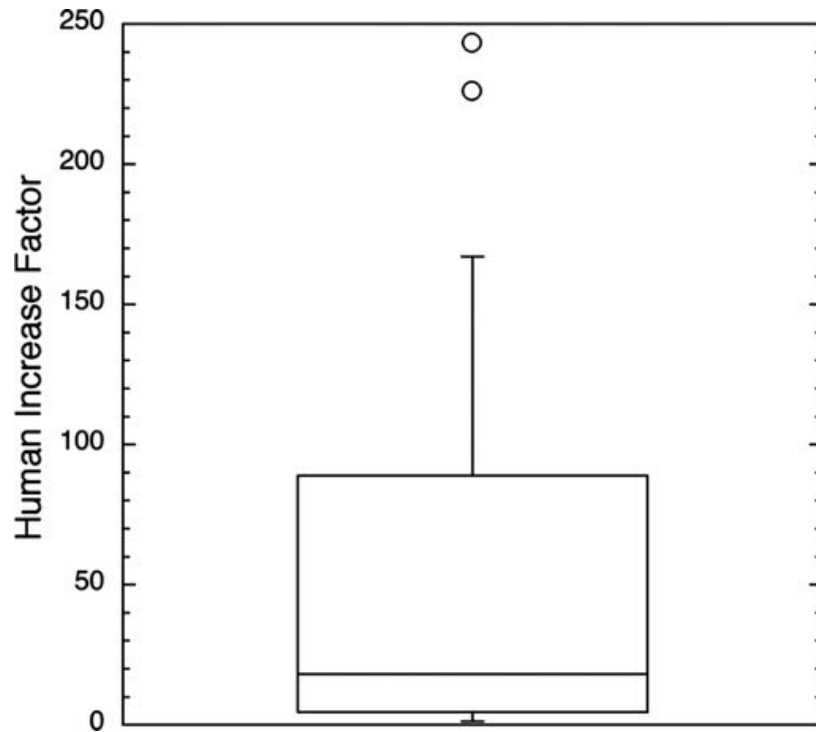
Communautés de champignons



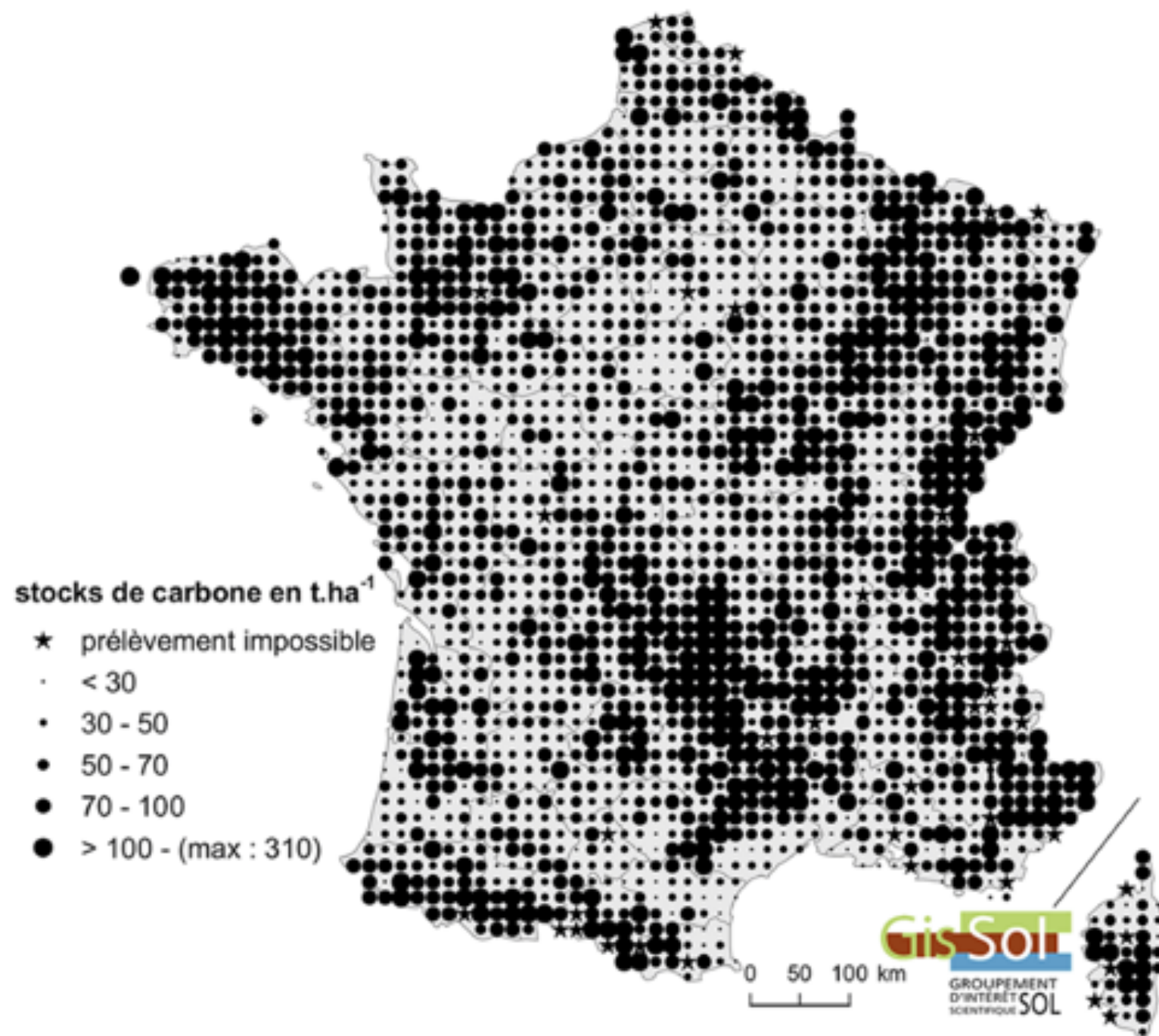
**Labour augmente la diversité bactérienne
mais baisse la diversité de champignons**

Effet du labour sur l'érosion

Effet de l'arrêt du labour



Taux d'augmentation ou de réduction
de l'érosion

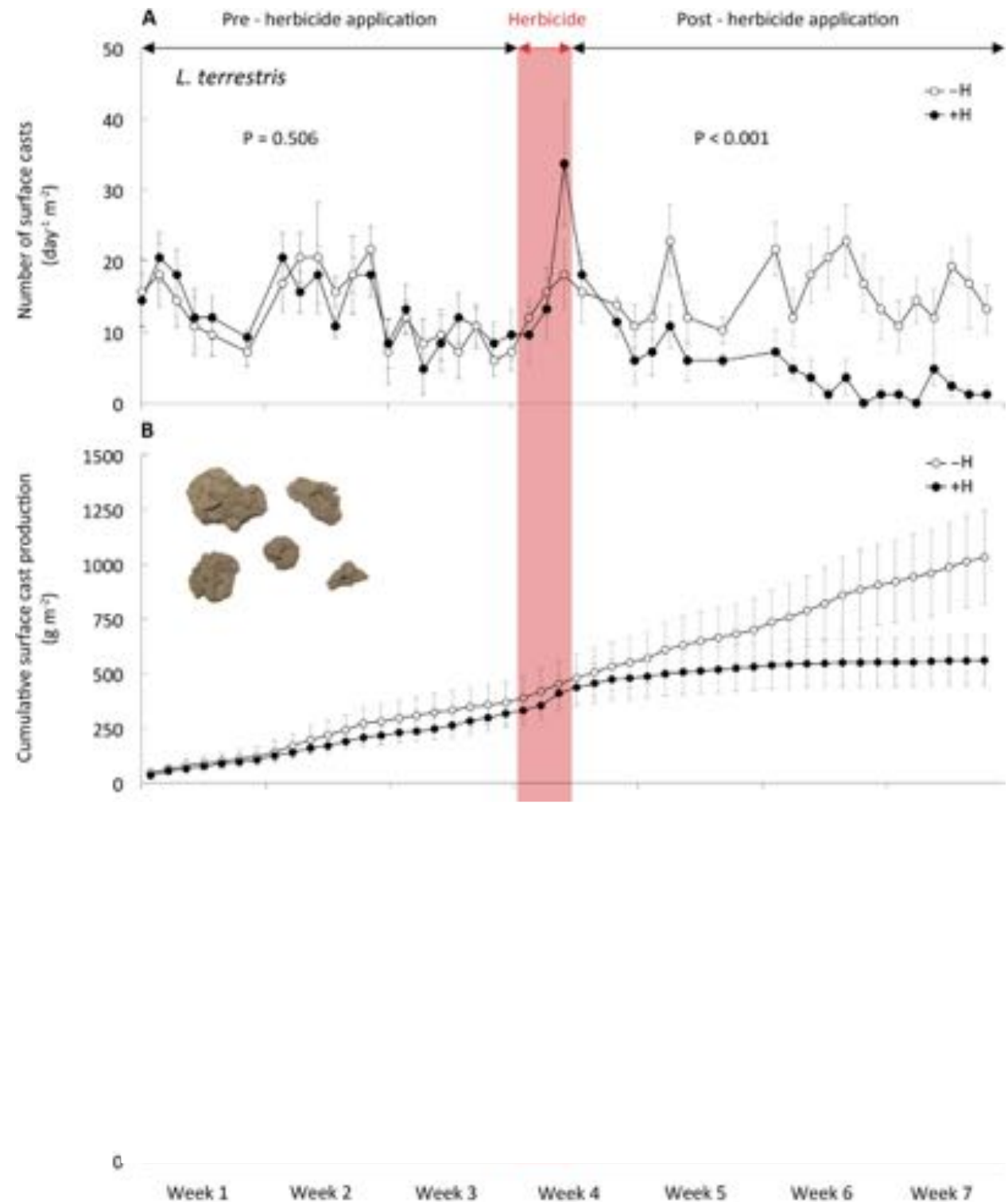


Du glyphosate...

Nombre de
turricule
(par j et m²)

Total de
turricule
(par an et m²)

Semaines



Du glyphosate...

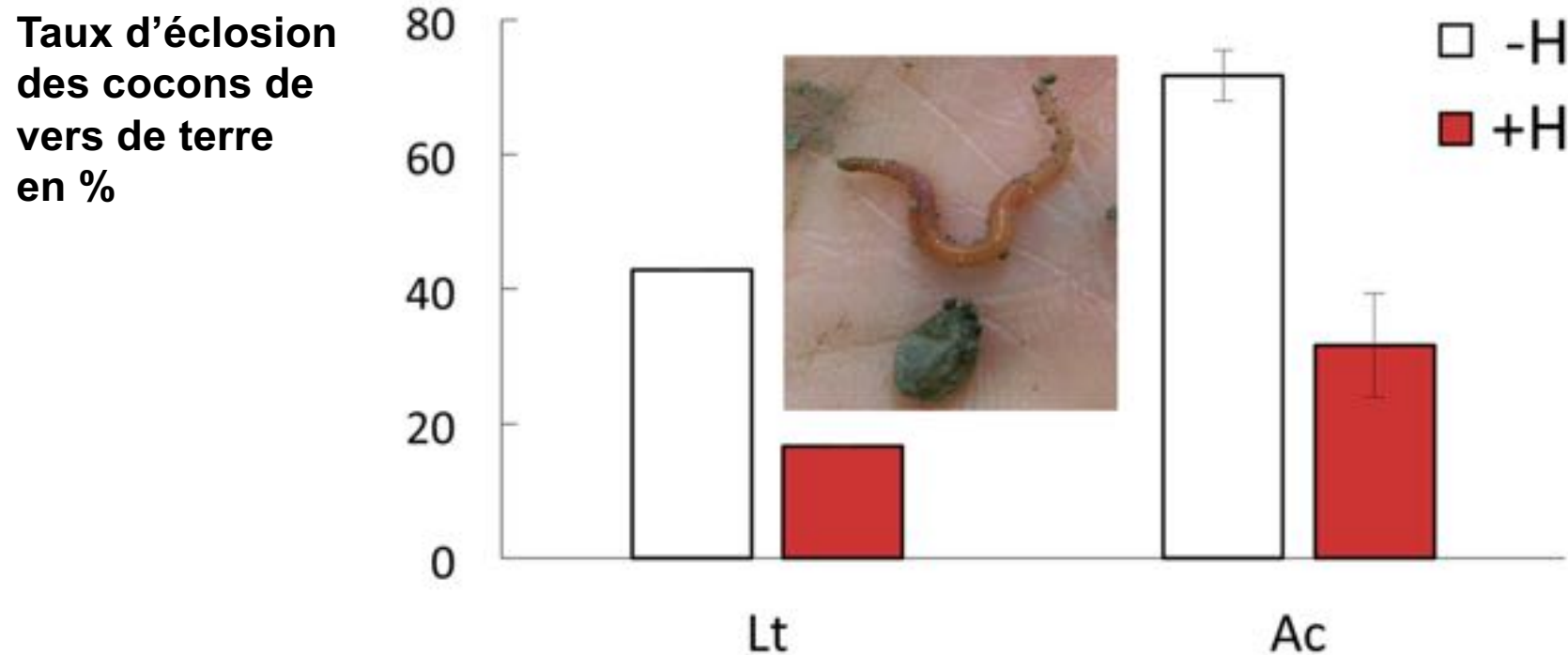
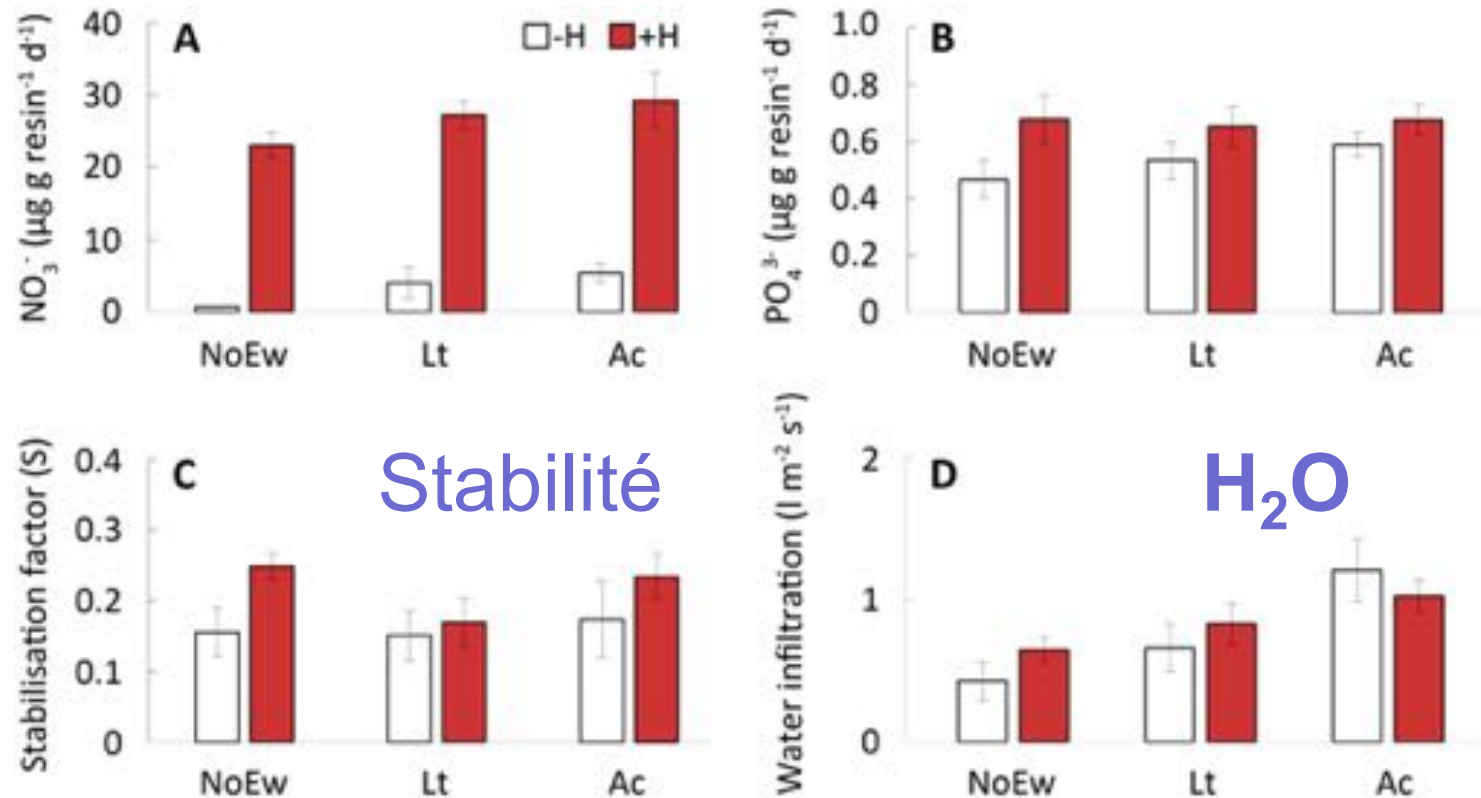


Figure 3. Percentage of cocoons with hatchlings of a vertically burrowing (*L. terrestris*, Lt) or a soil dwelling earthworm species (*A. caliginosa*, Ac) collected from mesocosms without (–H) and with (+H) herbicide application. (Lt: N = 1–2, Ac: N = 6, mean \pm SE). Inset shows a cocoon with a freshly hatched *L. terrestris*.

Du glyphosate...

N

P

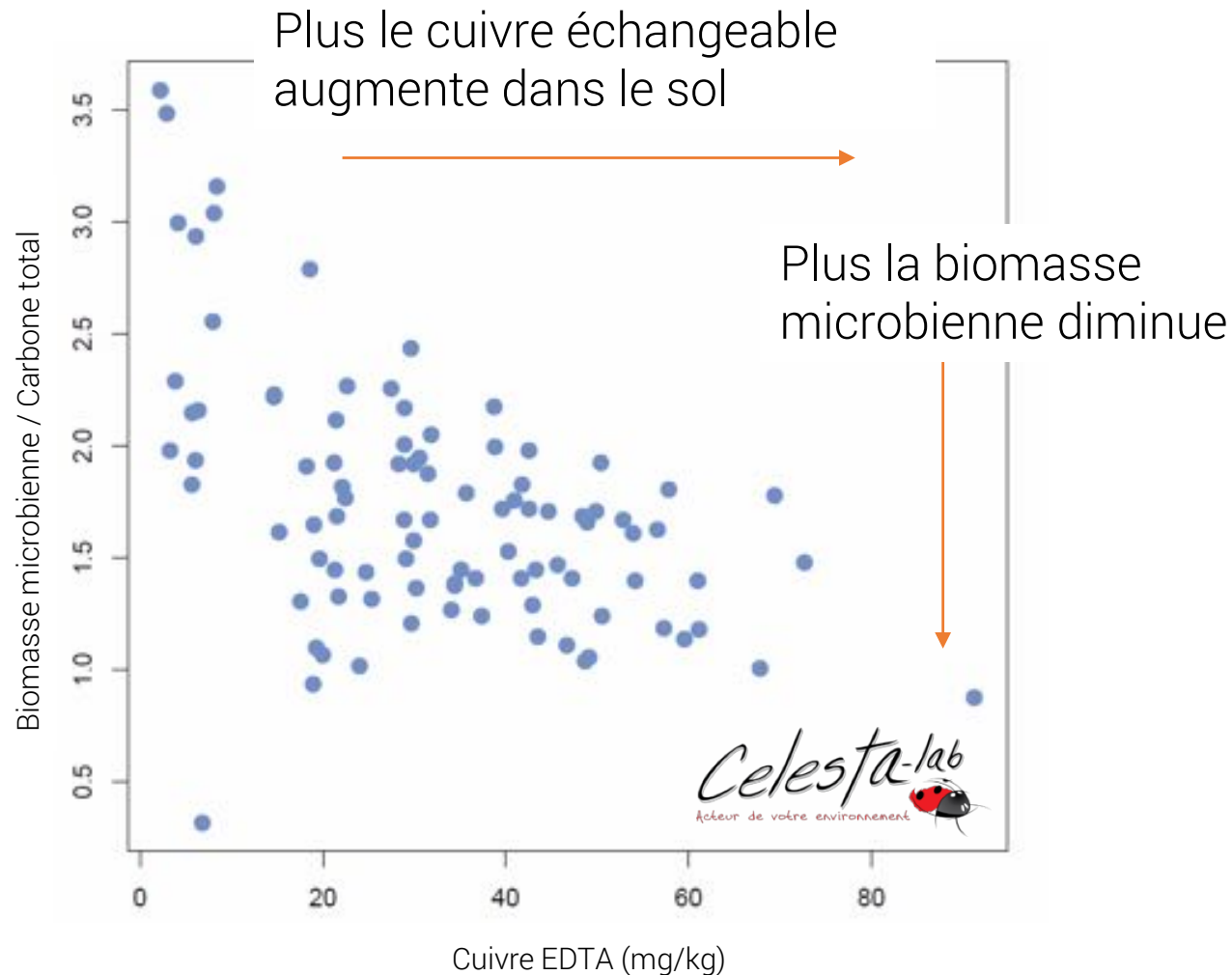


Stabilité

H_2O

Figure 4. Soil parameters affected by herbicide application (-H, without herbicide; +H, with herbicide application) in response to the presence of different earthworms (NoEw, no earthworms; Lt, *L. terrestris*; Ac, *A. caliginosa*). (A) Plant available nitrate (NO_3^-), (B) plant available phosphate (PO_4^{3-}), (C) soil stabilisation factor, and (D) water infiltration rate. (N = 6, mean \pm SE).

Du cuivre...



Cuivre EDTA méthode interne selon NFX 31-120
Biomasse microbienne par fumigation extraction selon FD ISO 14240-2
Carbone organique méthode interne selon NF ISO 14235

Résultats obtenus sur 100 terres en arboriculture d'une zone géographique homogène : le rapport biomasse microbienne/carbone total étudié est un bon indicateur de la qualité de l'environnement pour la vie du sol. Normalement plus il y a de carbone (= de matière organique, MO) plus il y a de biomasse microbienne (BM). Ainsi pour éviter de comparer des sols très différents en teneur de MO (et donc potentiellement en BM), une division par ce terme permet de mettre en avant l'effet sur la BM plutôt qu'un lissage dû à la MO.

Celesta-lab
Acteur de votre environnement





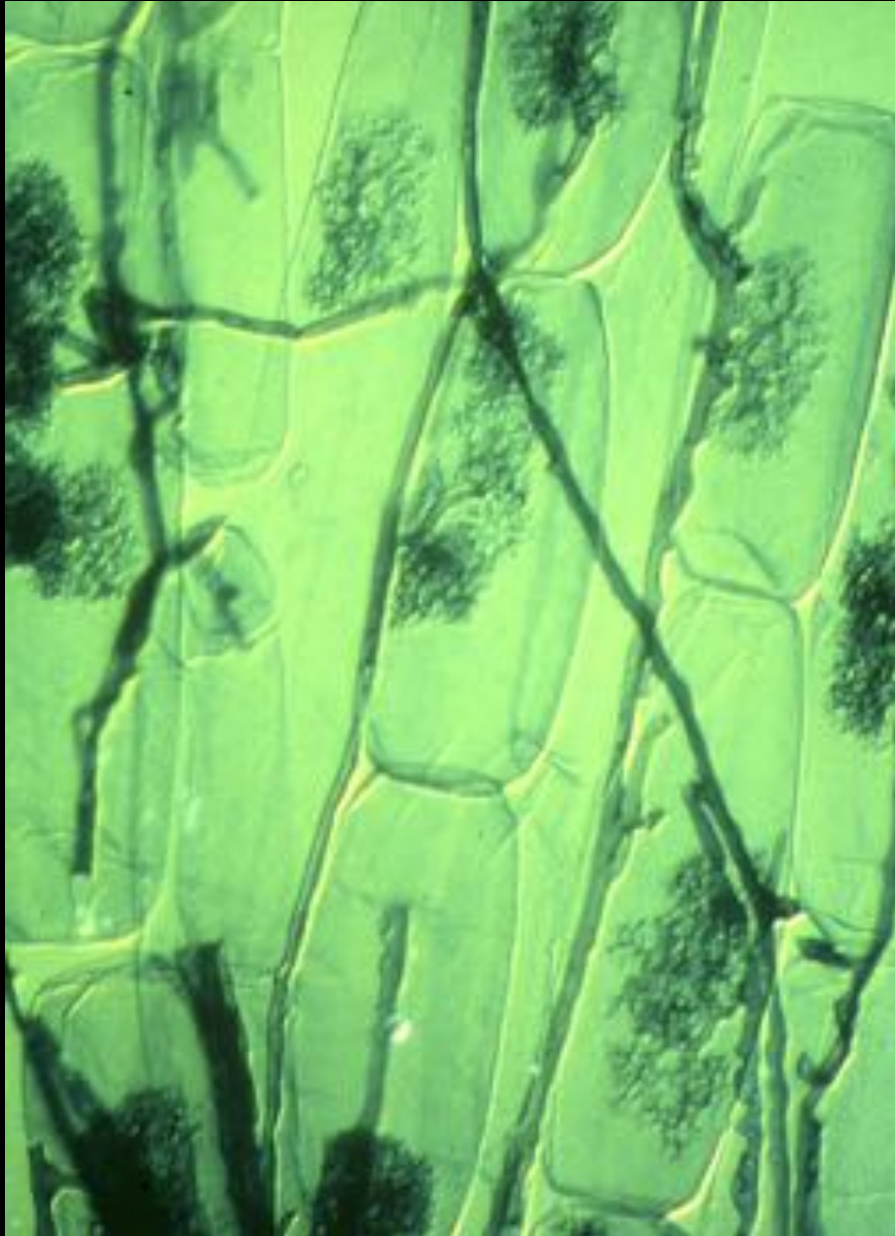
IV

Piloter les microbes par les plantes

Fixation d'azote



Endomycorhizes à arbuscules







**noyer
±
maïs**



**543 espèces de champignons
sur l'ensemble des échantillons**



**543 espèces de champignons
sur l'ensemble des échantillons**

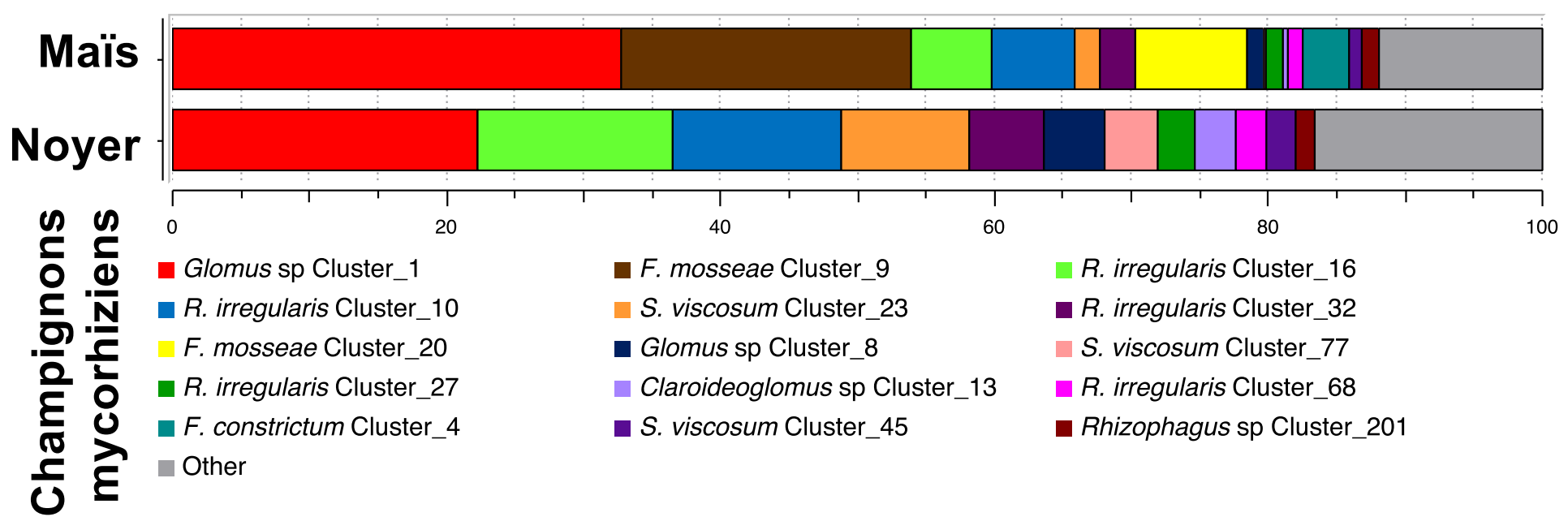
**265 espèces en commun sur les
modalités avec couvert**

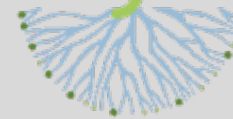


**543 espèces de champignons
sur l'ensemble des échantillons**

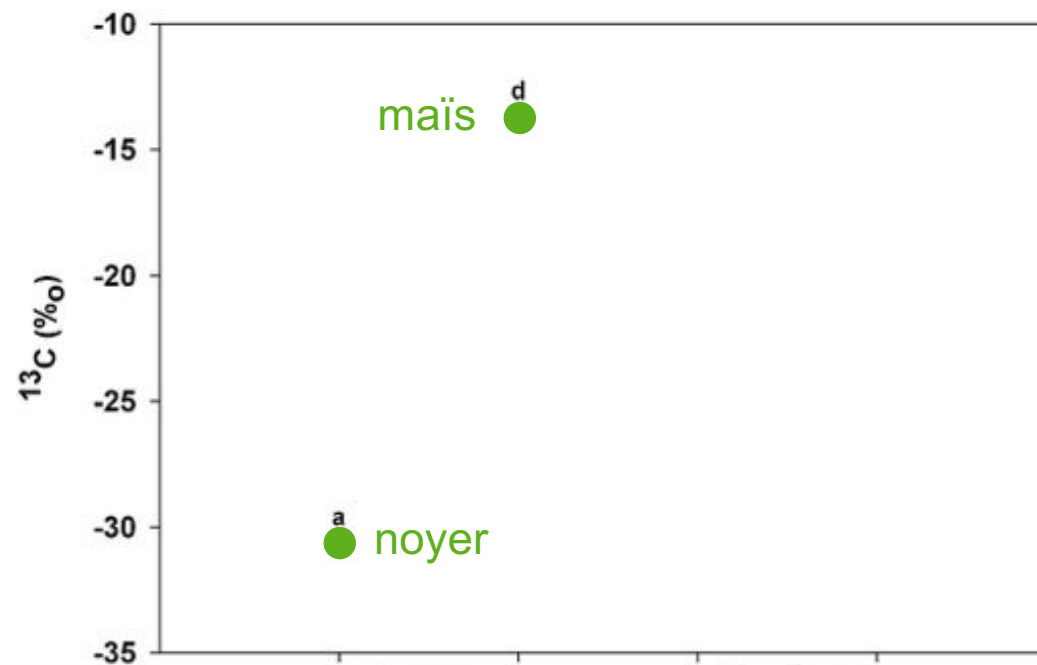
**265 espèces en commun sur les
modalités avec couvert**

**59 espèces non retrouvés en
l'absence d'arbre**

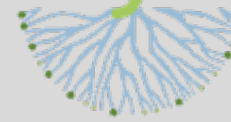




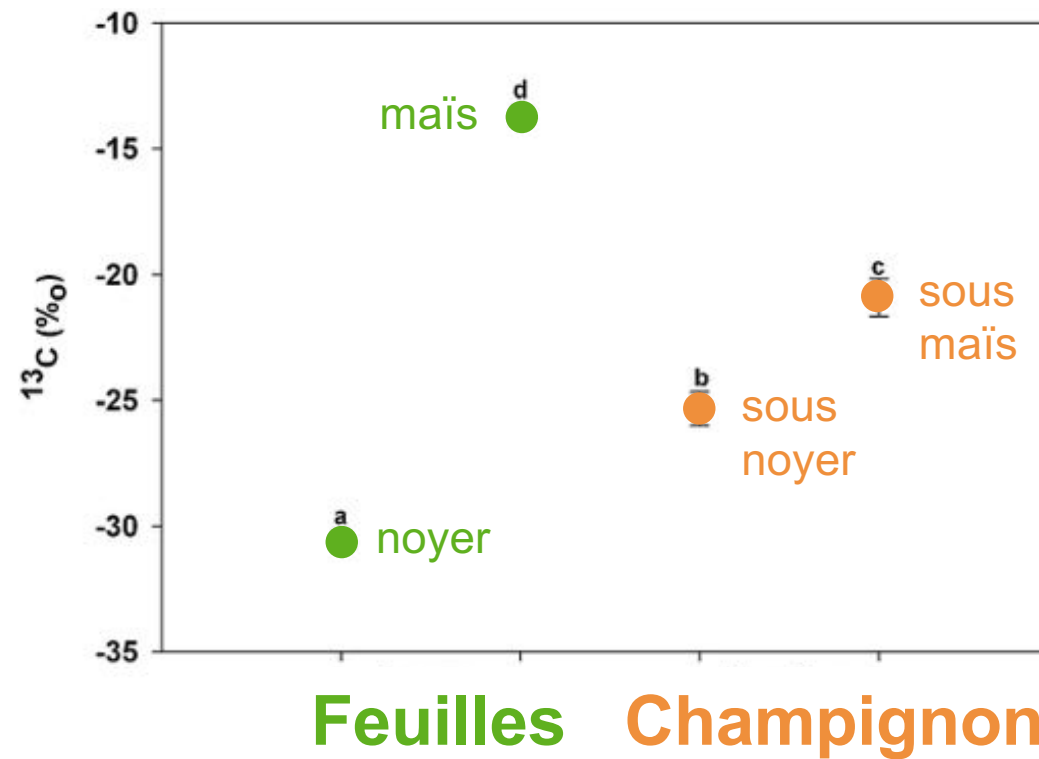
Teneur en
carbone 13



Feuilles



Teneur en carbone 13




Plant Soil

<https://doi.org/10.1007/s11104-019-04181-z>

REGULAR ARTICLE



Role of trees and herbaceous vegetation beneath trees in maintaining arbuscular mycorrhizal communities in temperate alley cropping systems

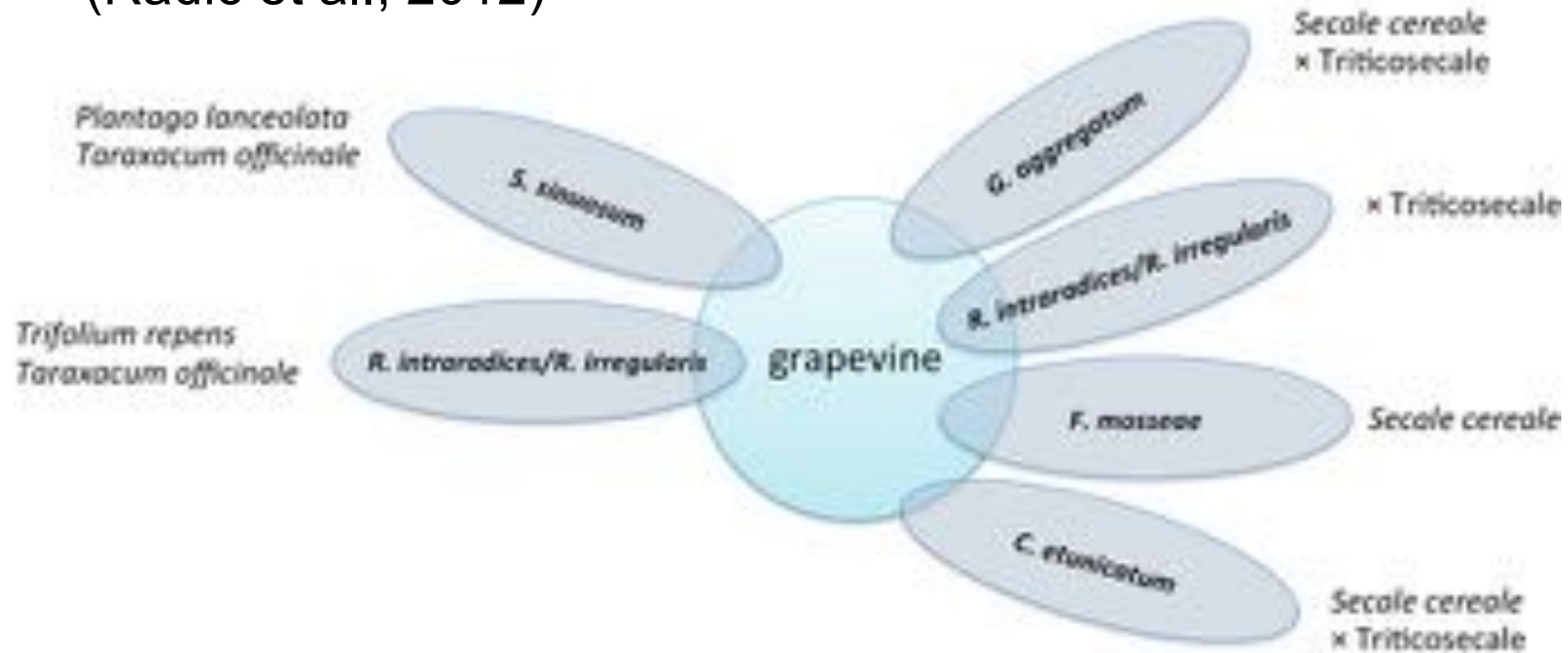
Patricia Battie-Laclau  • Elisa Taschen • Claude Plassard • Damien Dezette • Josiane Abadie • Didier Arnal • Philippe Benezech • Maxime Duthoit • Anne-Laure Pablo • Christophe Jourdan • Jean-Paul Laclau • Isabelle Bertrand • Adrien Taudière • Philippe Hinsinger

Plant and Soil 453,153–171(2020)



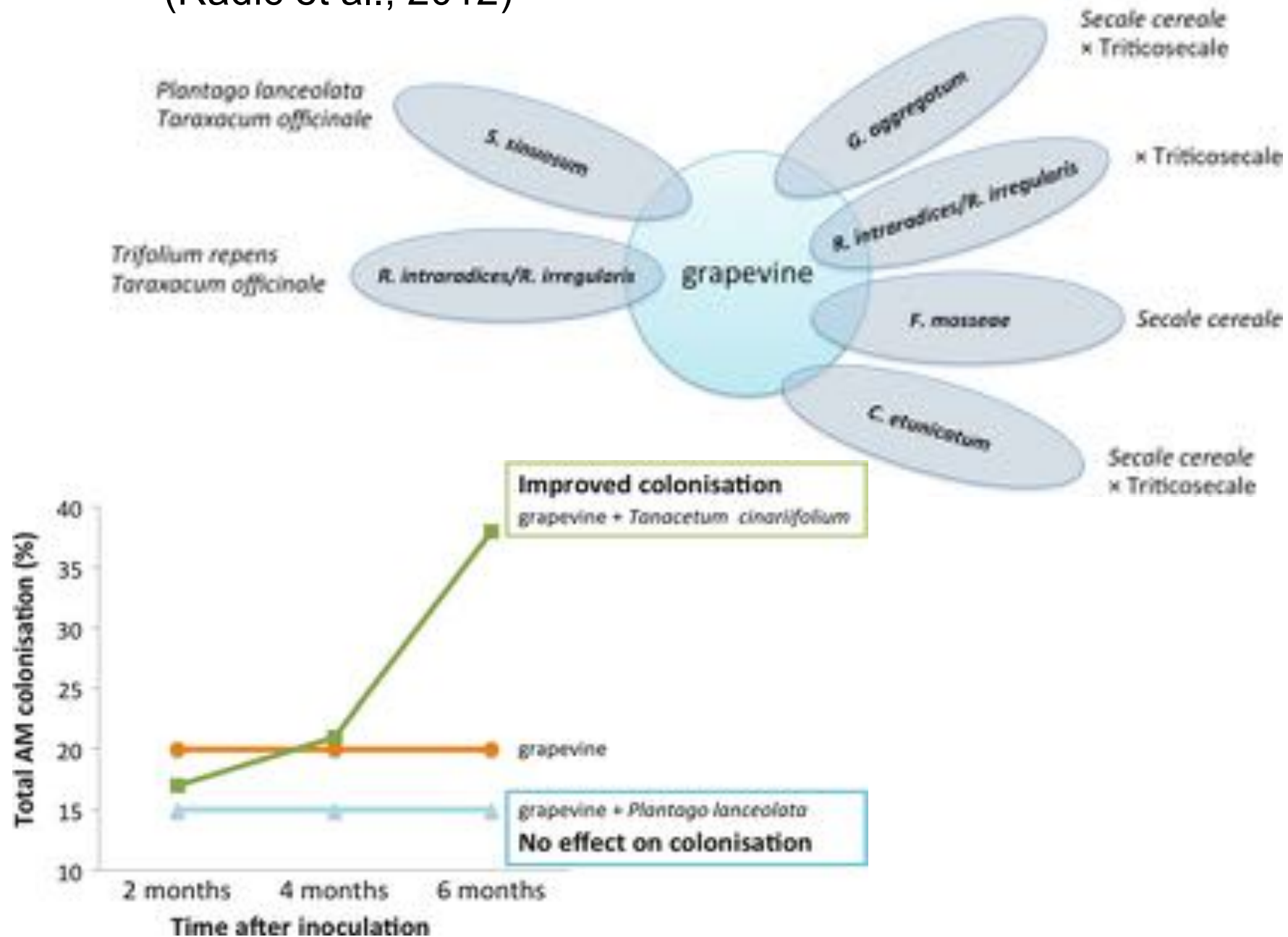
Herbacées spontanées
pérennes dominantes
(Radic et al., 2012)

Semis de couvert
(Baumgartner et al., 2005)

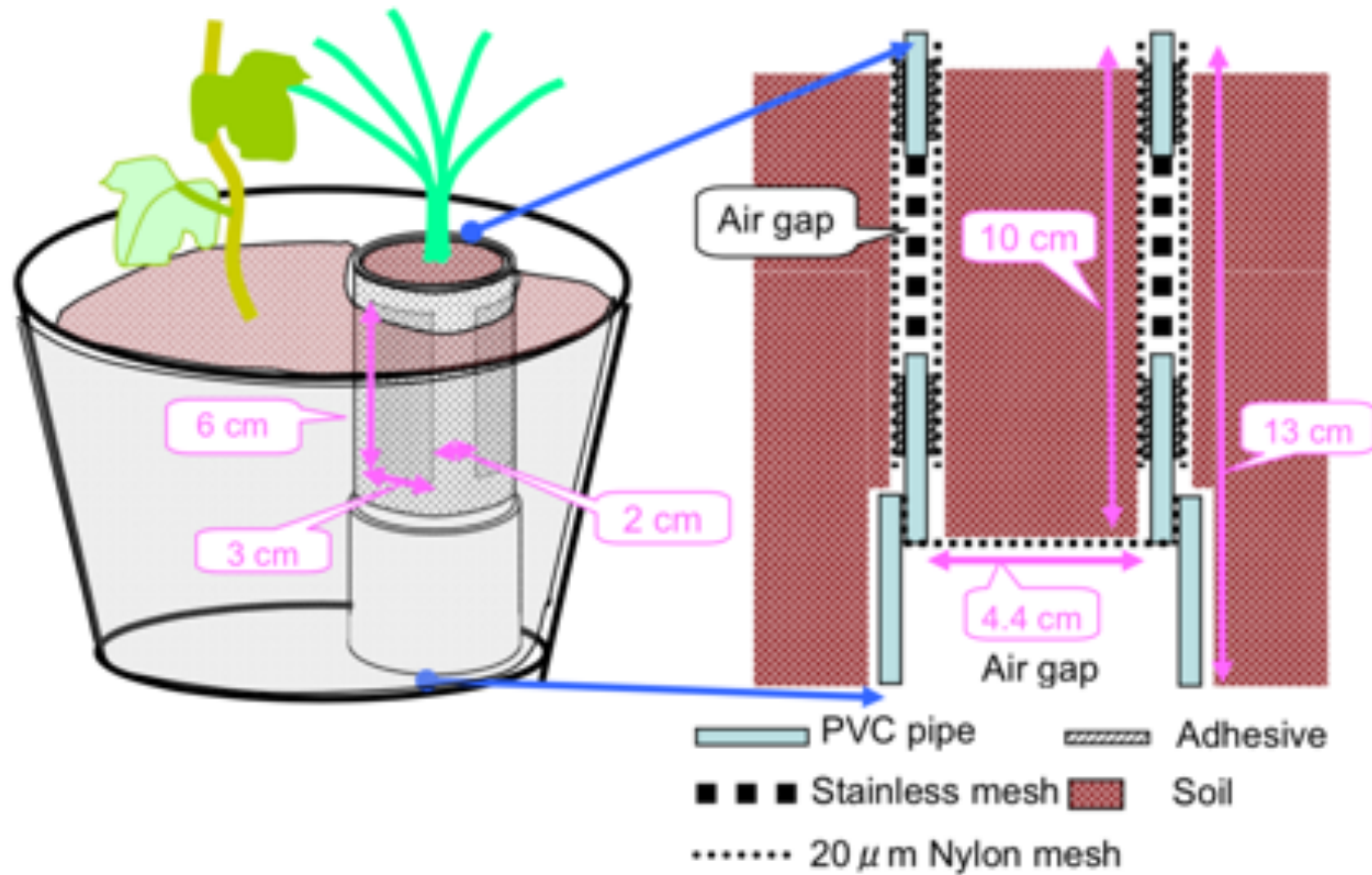


Herbacées spontanées
pérennes dominantes
(Radic et al., 2012)

Semis de couvert
(Baumgartner et al., 2005)



Vulpia myuros & la vigne



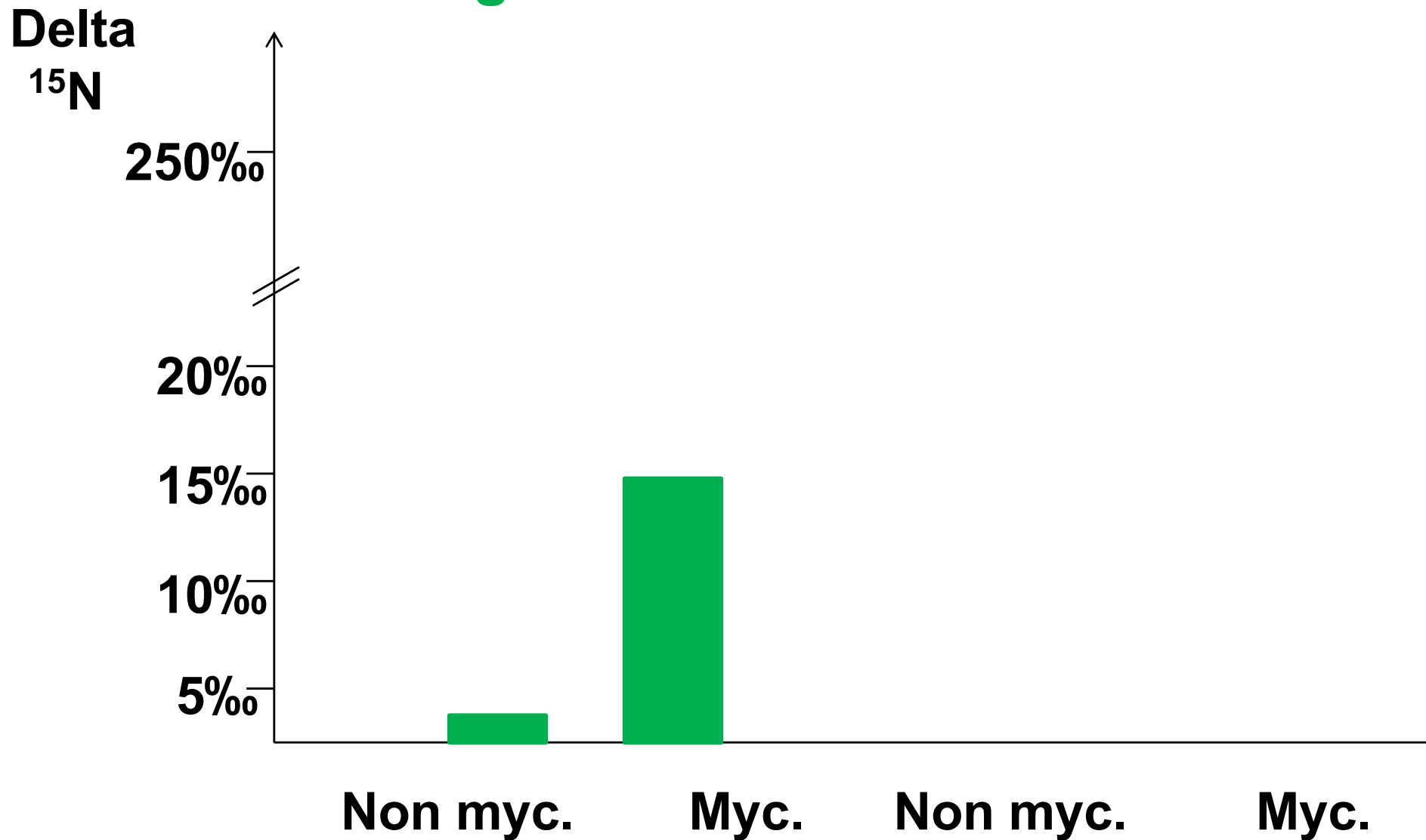
^{15}N déposé sur :
Vulpia myuros la vigne



Treatment on *V. myuros*

Treatment on grapevine

¹⁵N déposé sur :
Vulpia myuros
Effet sur
la vigne



¹⁵N déposé sur :

Vulpia myuros

la vigne

Effet sur

la vigne

Vulpia myuros

Delta
¹⁵N

250‰

20‰

15‰

10‰

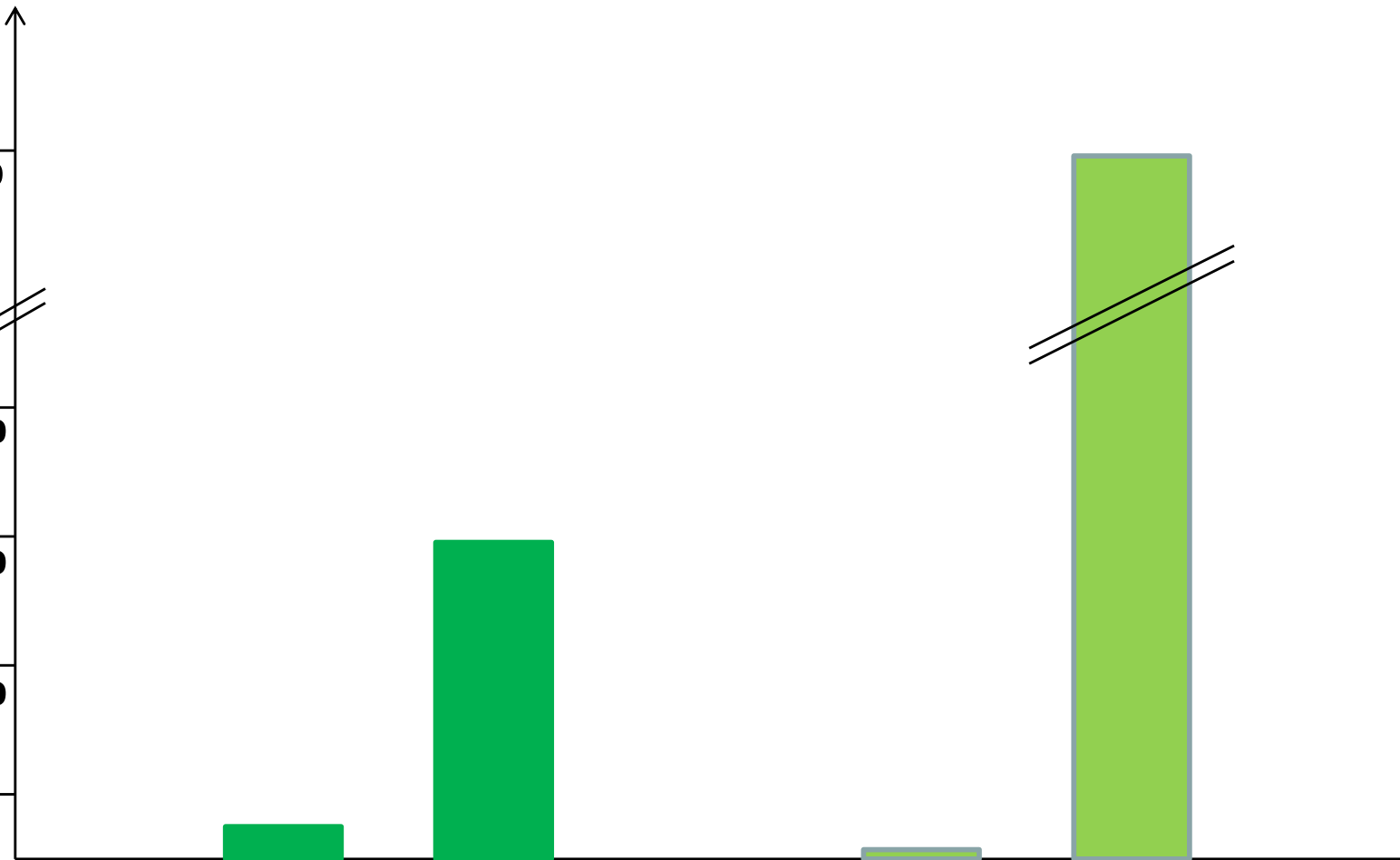
5‰

Non myc.

Myc.

Non myc.

Myc.



¹⁵N déposé sur :

Vulpia myuros

la vigne

Effet sur

la vigne

Vulpia myuros

