

– **Projet DORIS** –

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Mathieu LUGLIA, Stéven CRIQUET, Catherine KELLER, Sophie GACHET, Pierre HENNEBERT, Camille FOURRIER et al.

Séminaire de l'OHM-BMP – 27/09/2016 – Salle Léon Masson, Simiane-Collongue



Mange-Garri



Griffon



La Delorme

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Contexte

- Bassin minier de Provence → extraction de l'alumine → dépôts terrestres de résidus de bauxite
- Questionnements société civile et communauté scientifique → impact environnemental ?
- Diverses valorisations sont à l'étude
- Peu d'études conduites sur ces dépôts
- Thématique prioritaire → OHM-BMP

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Contexte

- Bassin minier de Provence → extraction de l'alumine → dépôts terrestres de résidus de bauxite
- Questionnements société civile et communauté scientifique → impact environnemental ?
- Diverses valorisations sont à l'étude
- Peu d'études conduites sur ces dépôts
- Thématique prioritaire → OHM-BMP

Cadre institutionnel

- IMBE, CEREGE, INERIS, Observatoire Boues Rouges OHM-BMP
- OHM-BMP → APR 2016
- LabEx DRIIHM → bourse post-doctorale
- ED 251 Sciences de l'Environnement → bourse doctorale

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Objectifs

Comment et dans quelle mesure ces activités industrielles pourraient-elles interagir avec les écosystèmes terrestres au travers du continuum sol-plantes ?

Évaluer les effets :

- Mélanges résidus/sols → caractéristiques pédo-biologiques
- Écotoxicologiques → composantes biologiques
- Interactions sol/microorganismes/plantes → processus fonctionnels

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Objectifs

Comment et dans quelle mesure ces activités industrielles pourraient-elles interagir avec les écosystèmes terrestres au travers du continuum sol-plantes ?

Évaluer les effets :

- Mélanges résidus/sols → caractéristiques pédo-biologiques
- Écotoxicologiques → composantes biologiques
- Interactions sol/microorganismes/plantes → processus fonctionnels

Étapes

❖ Tâche 1 – Caractérisation

État zéro :

- Analyses bio-géochimiques
- Typologie des résidus des différents sites
- Spatialisation
- Diagnostics écotoxicologiques

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Objectifs

Comment et dans quelle mesure ces activités industrielles pourraient-elles interagir avec les écosystèmes terrestres au travers du continuum sol-plantes ?

Évaluer les effets :

- Mélanges résidus/sols → caractéristiques pédo-biologiques
- Écotoxicologiques → composantes biologiques
- Interactions sol/microorganismes/plantes → processus fonctionnels

Étapes

❖ Tâche 1 – Caractérisation

État zéro :

- Analyses bio-géochimiques
- Typologie des résidus des différents sites
- Spatialisation
- Diagnostics écotoxicologiques

❖ Tâche 2 – Effets sur les pédosystèmes

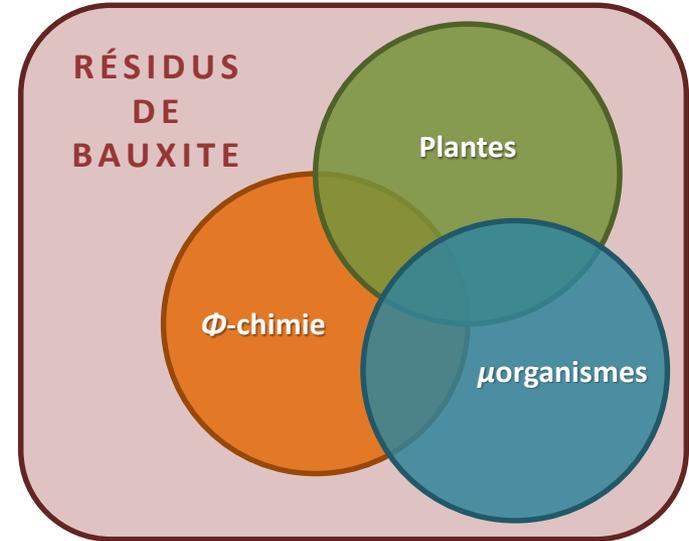
Approches *in situ*, multi-échelles et expérimentales :

- Structure et diversité des communautés végétales
- Dynamique des communautés microbiennes édaphiques
- Interactions fonctionnelles : relations sol-plantes

Les Dépôts de Boues Rouges du Bassin Minier de Provence : Caractérisation et Impacts sur la Qualité Physico-Chimique et Biologique des Sols

Résultats attendus

- Acquisition de données fondamentales
- Diagnostic écosystémique
- Envisager des solutions de valorisation des dépôts en place
- Préconiser des mesures de gestion des dépôts à venir





Résidus de bauxite issus des activités d'extraction de l'alumine : conséquences sur certains traits végétaux et microbiens.

Résultats du stage de Master 2 Recherche : janvier – juin 2016
Spécialité Biodiversité Ecologie et Evolution – AMU

Présenté par Camille FOURRIER
Sous la direction de Stéven Criquet et Mathieu Luglia



Contexte

Résidus de bauxite

INTERACTION

Environnement terrestre

Crassiers
(dépôts passés)

Valorisations à l'étude

- Bauxaline®
- **RBM** (Fournis par INERIS)

Résidus de bauxite bruts

- pH > 10
- Conductivité forte
- Salinité forte
- Concentrations de certains ETM fortes
- Imperméabilité élevée

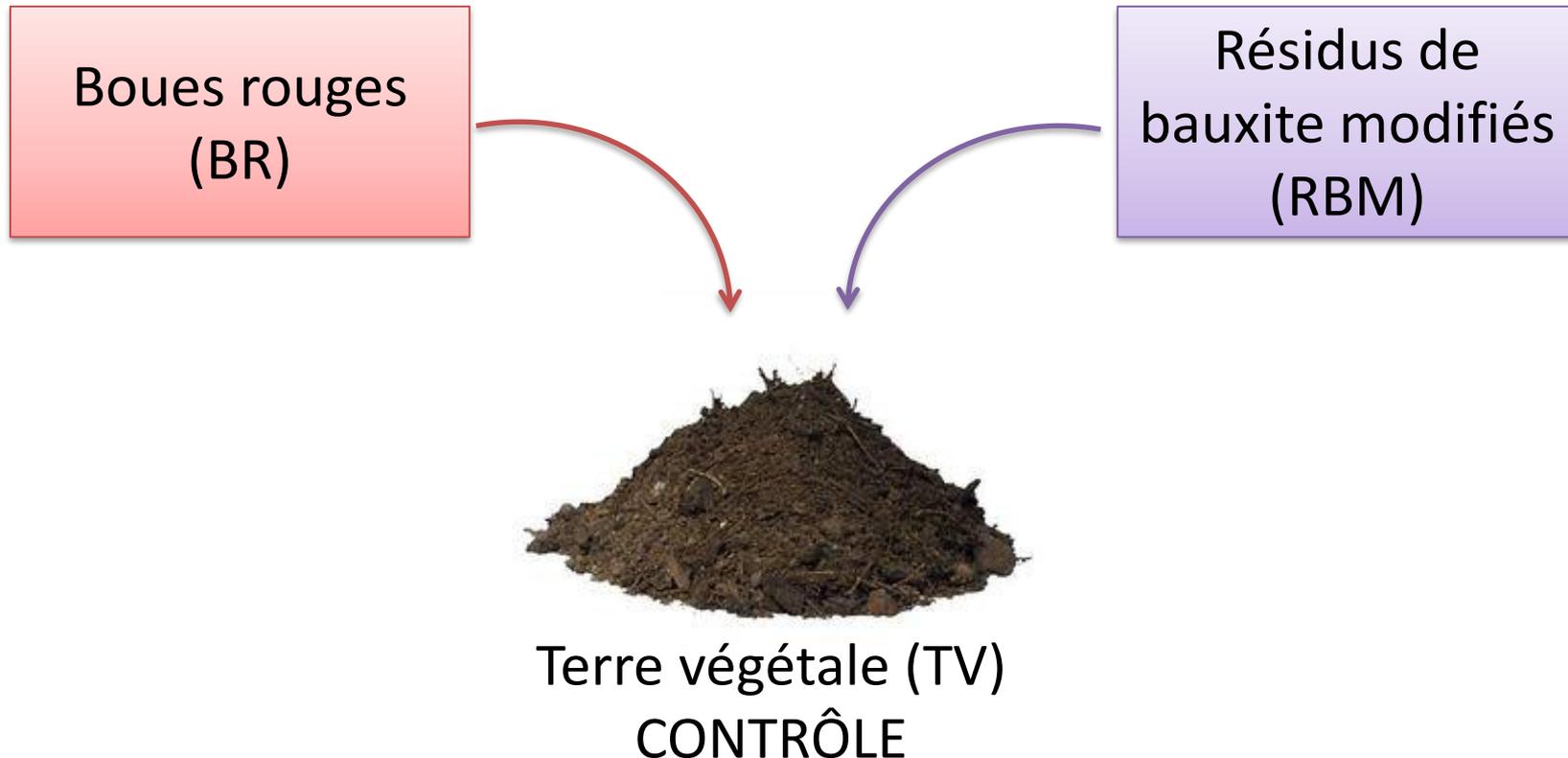
Résidus de bauxite modifiés (RBM)

Ajout gypse + lavages

- ↘ pH
- ↘ Salinité
- ↘ Conductivité

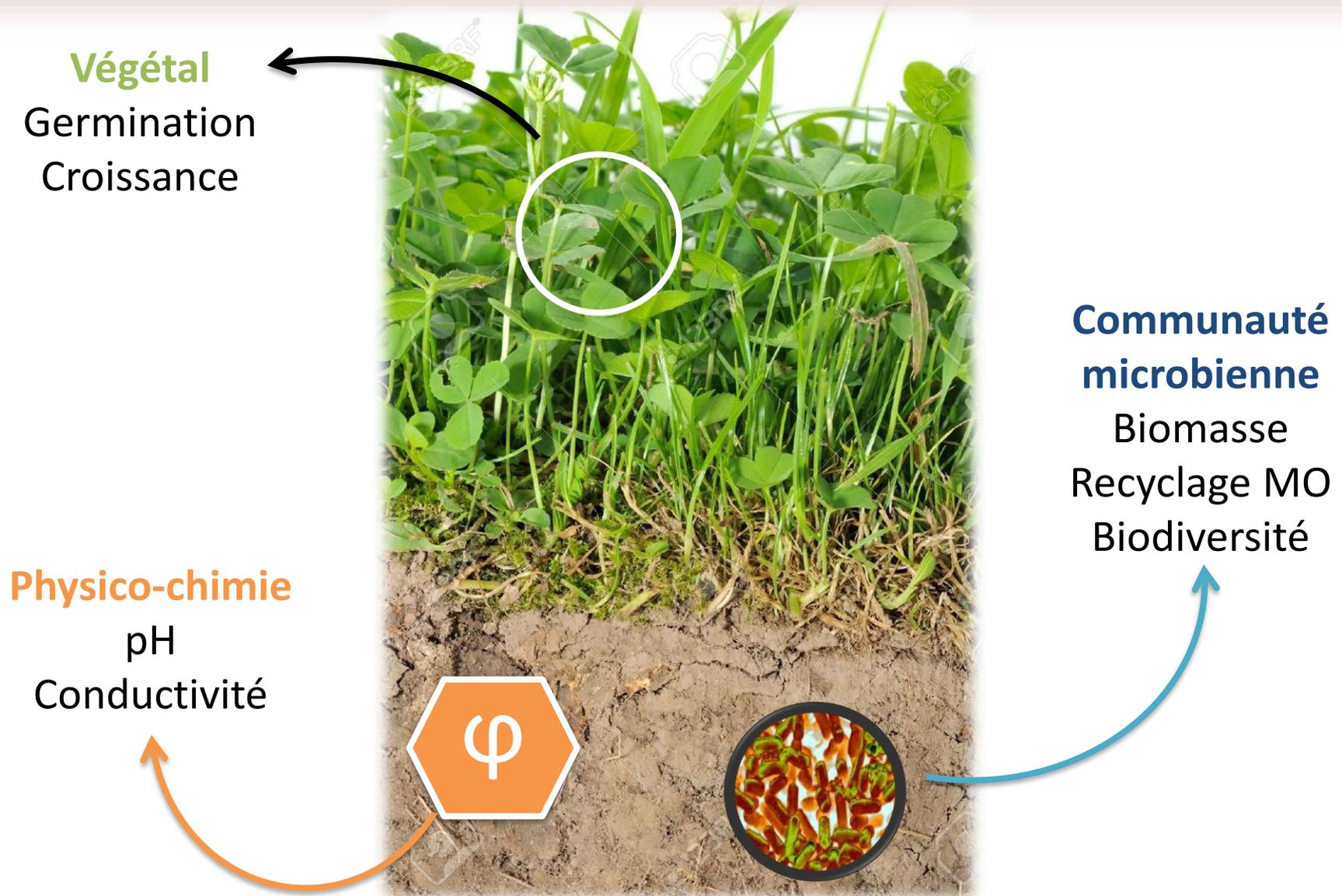
Démarche de l'étude

Quelles sont les réponses d'un pédosystème face à l'apport de résidus de bauxite, modifiés ou pas ?



Apport de **BR** **OU** de **RBM**, en doses croissantes

Démarche de l'étude



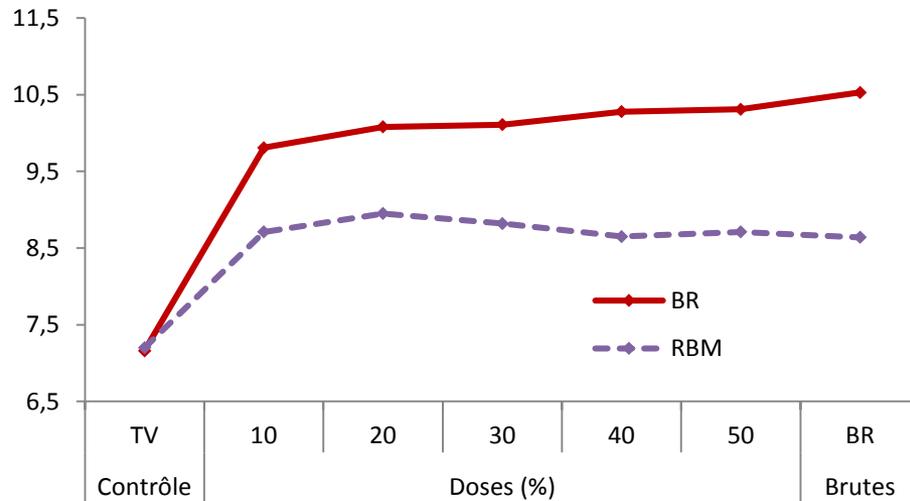
Incidence physico-chimique



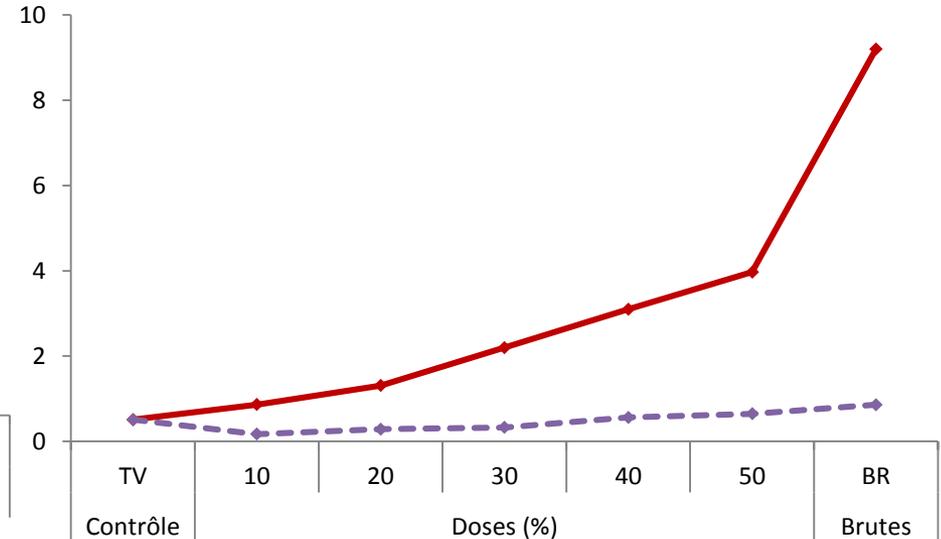
Dose **BR** ↗ = ↗ pH
↗ Conductivité

Dose **RBM** ↗ = ↗ pH moins importante
Pas d'augmentation conductivité

pH



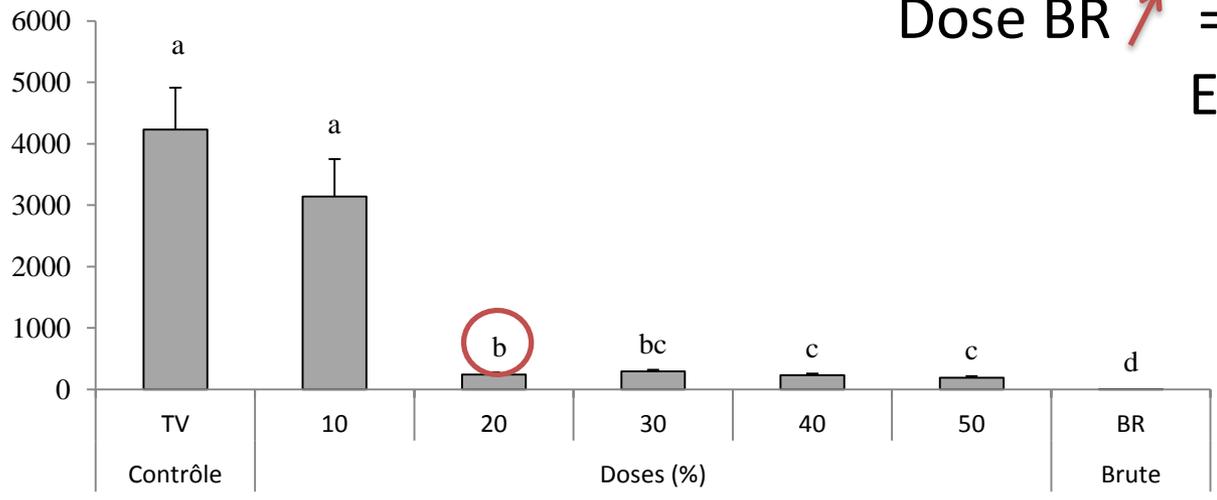
Conductivité (mS.cm⁻¹)





Effet sur la respiration microbienne

mg(O₂).kg⁻¹.jour⁻¹



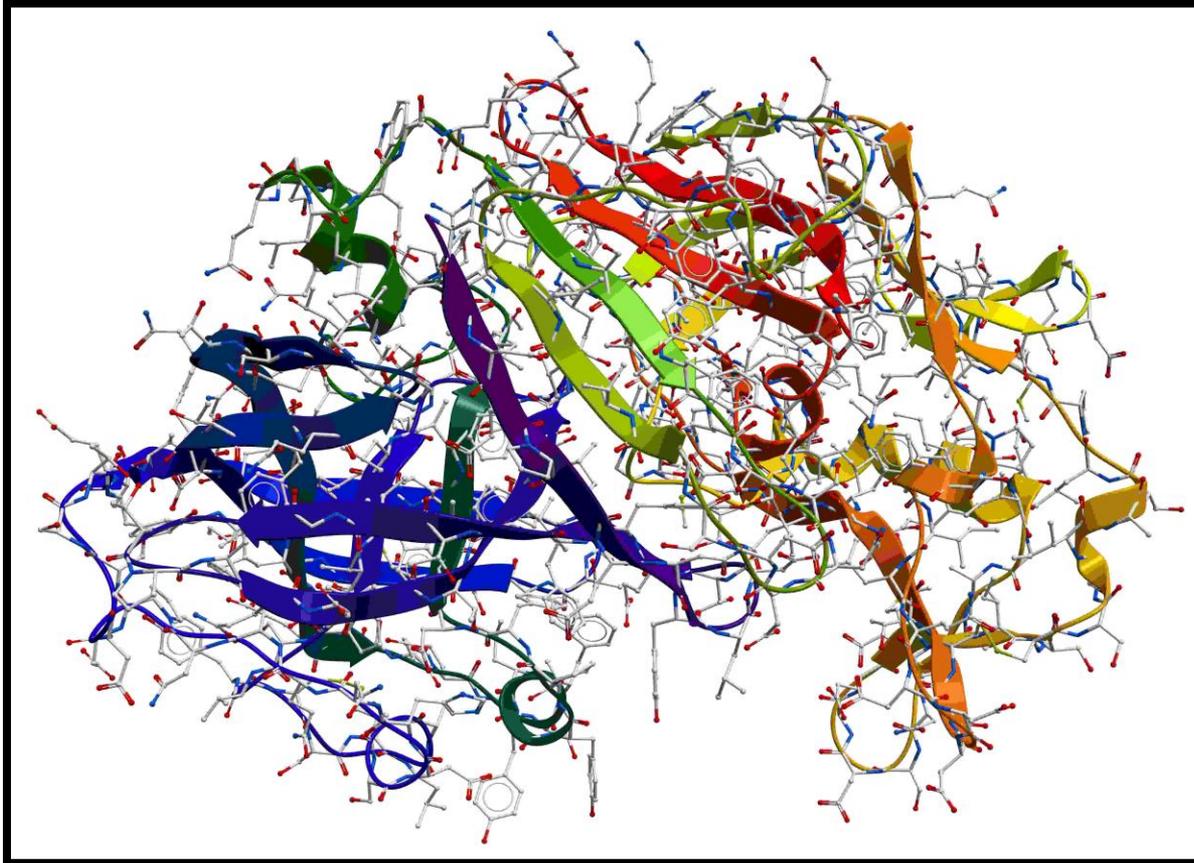
Dose BR ↑ = ↓ Respiration induite
Effet dose BR



≈ Biomasse

EFFET DOSE BR SUR LA RESPIRATION

Effet sur l'activité enzymatique

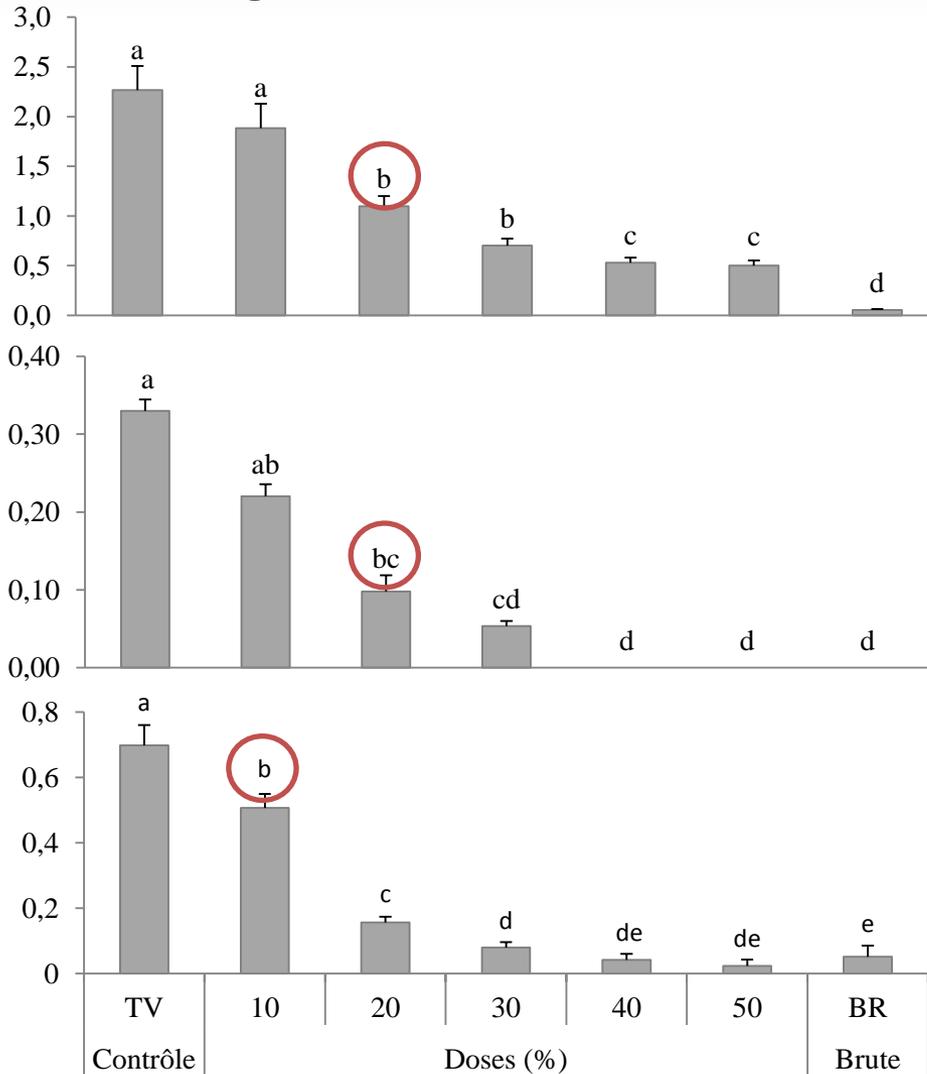


ENZYME



Effet sur l'activité enzymatique

mU.g⁻¹ MS



β -glucosidase

Dose BR \uparrow = \downarrow activité

Phosphatase basique

Dose BR \uparrow = \downarrow activité

Phosphatase acide

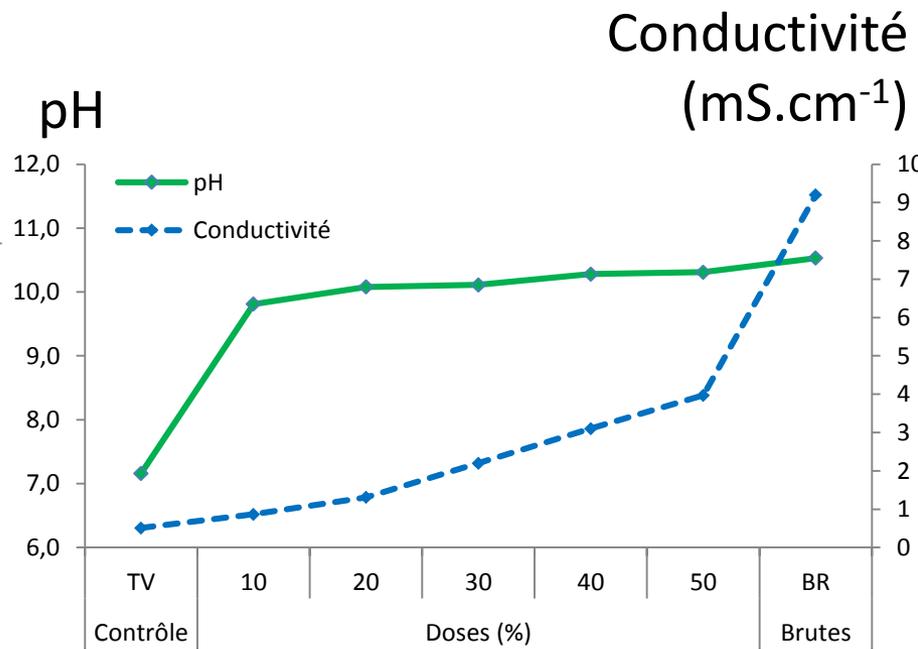
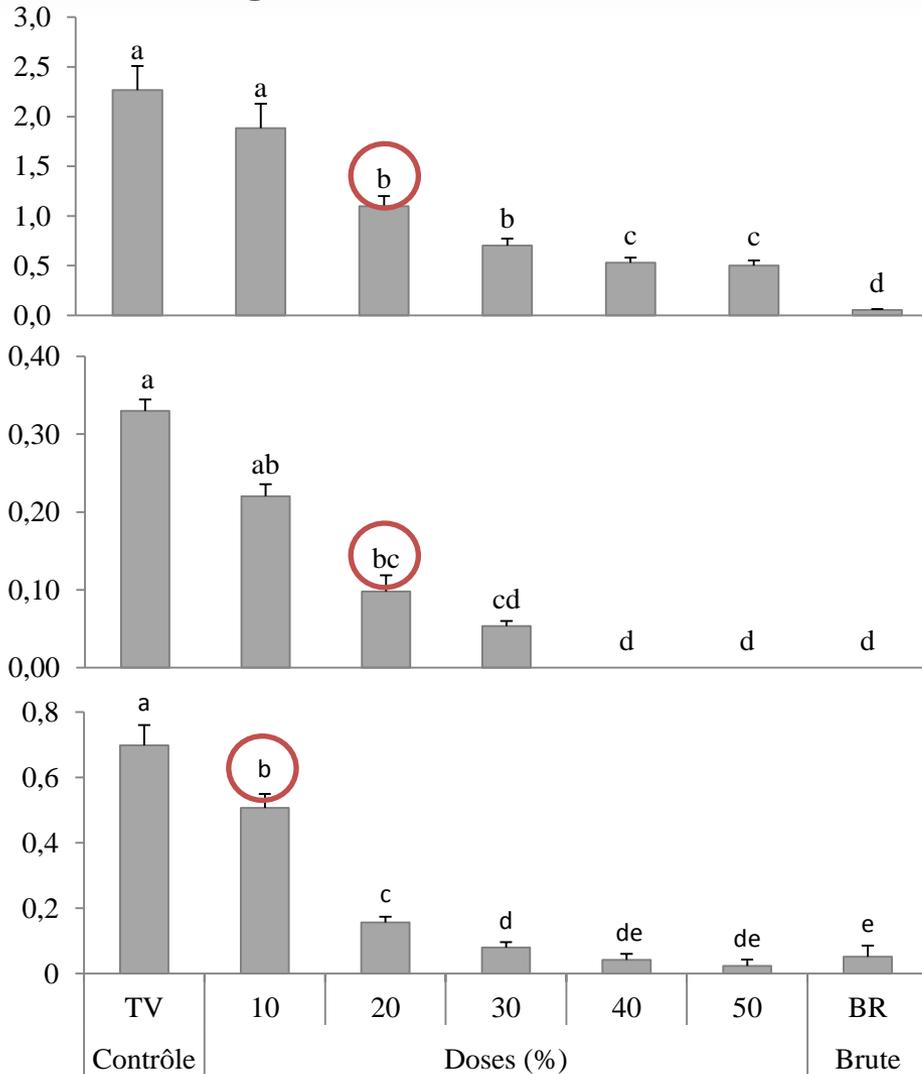
Dose BR \uparrow = \downarrow activité

EFFET DOSE BR SUR TOUTES LES ENZYMES

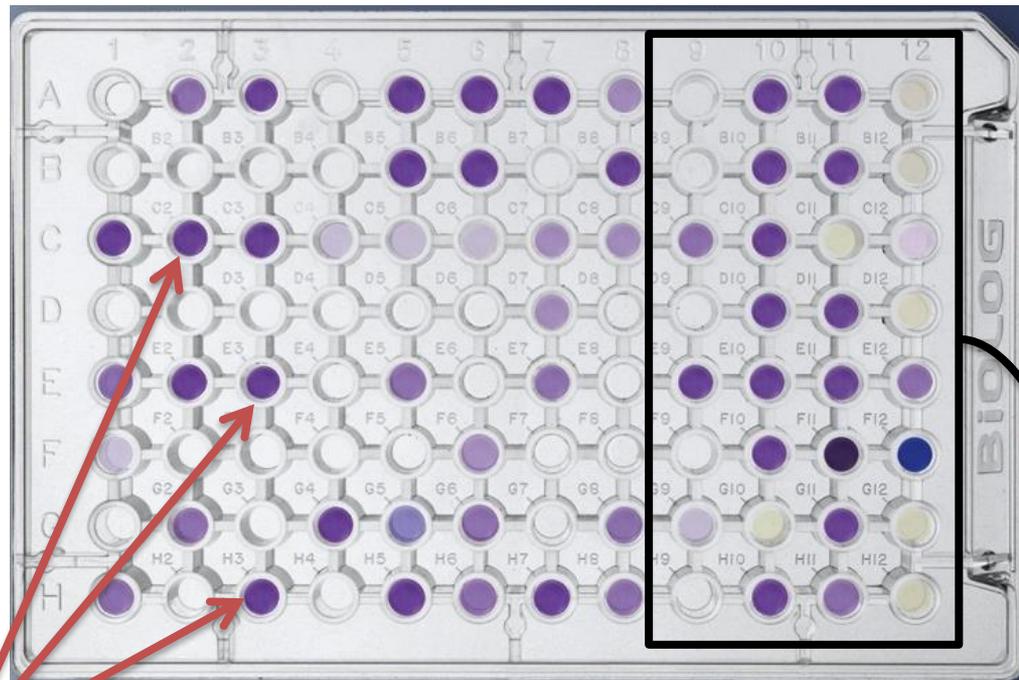


Effet sur l'activité enzymatique

mU.g⁻¹ MS



Effet sur la biodiversité fonctionnelle (Biolog®)



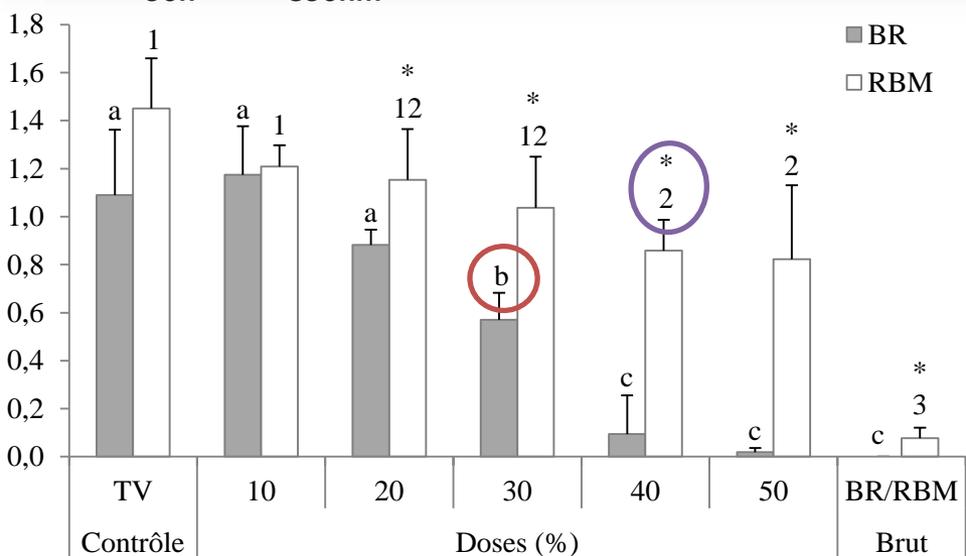
INTENSITÉ = Activité
métabolique

**NBR DE PUIXS
ACTIVÉS** = Diversité

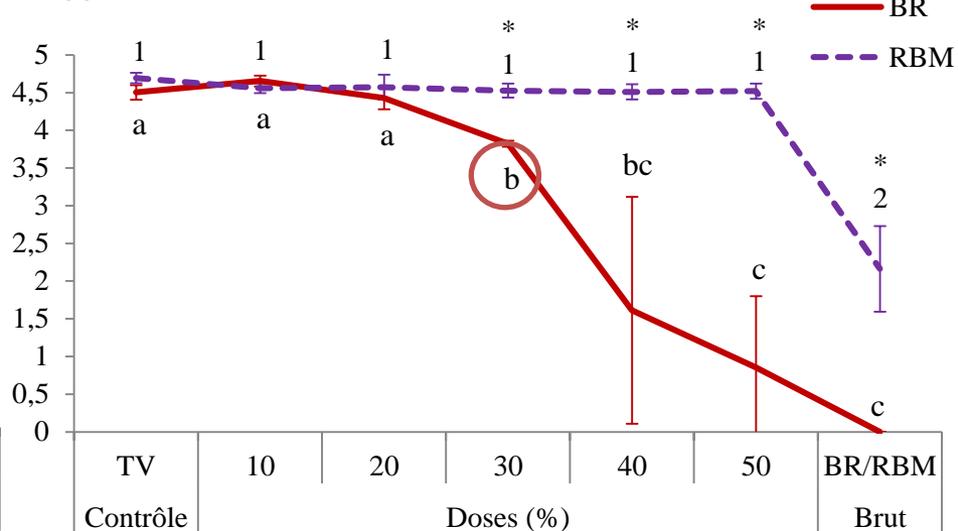


Effet sur la biodiversité fonctionnelle (Biolog®)

AWCD_{90h} (DO_{590nm})



H'_{90h}



Dose ↗ = ↘ activité
Effet dose BR et RBM

Dose ↗ = ↘ diversité
Effet dose BR
Pas d'effet du RBM

EFFET DOSE BR ET RBM SUR L'ACTIVITE
EFFET DOSE BR > EFFET DOSE RBM
EFFET DOSE BR SUR LA DIVERSITE FONCTIONNELLE
PAS D'EFFET RBM SUR DIVERSITE FONCTIONNELLE

Conclusion - microorganismes

**BR**

Effet négatif et effet dose sur tous les indicateurs mesurés

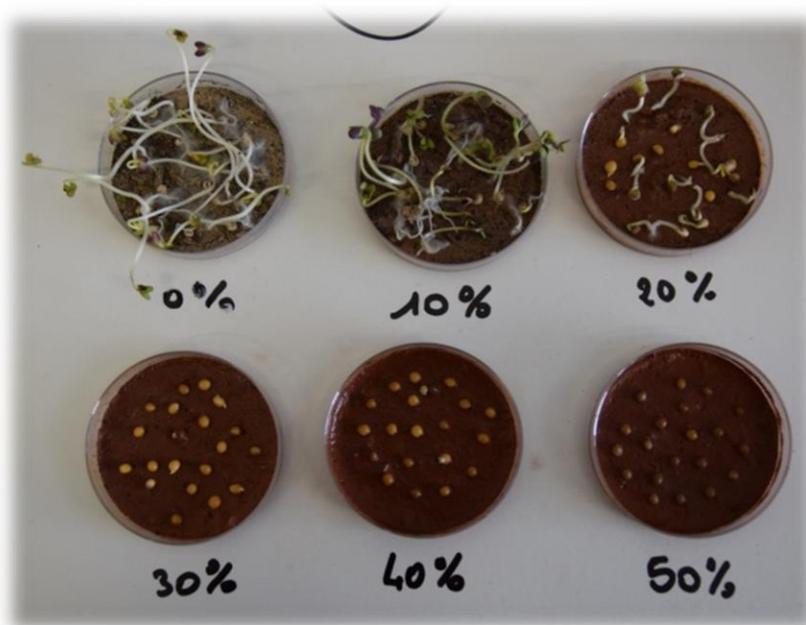
RBM

Effet négatif et effet dose sur l'intensité de l'activité microbienne mais beaucoup moins important que la BR
Pas d'effet sur la diversité fonctionnelle microbienne

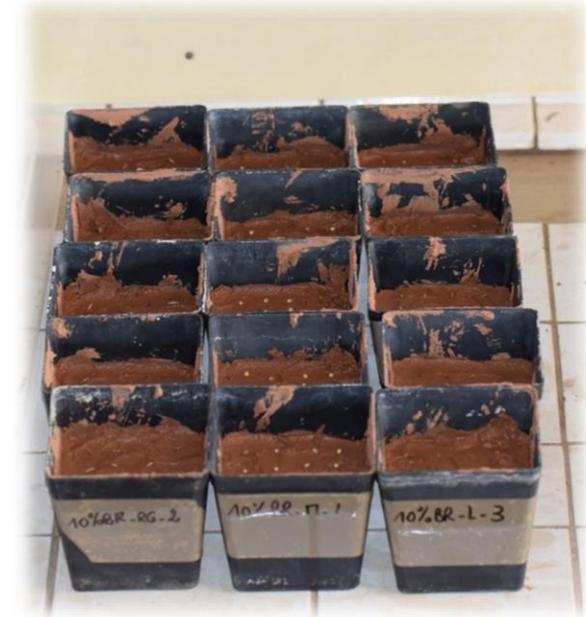
EFFET BR**>****EFFET RBM**

Effet sur le végétal

Test de germination



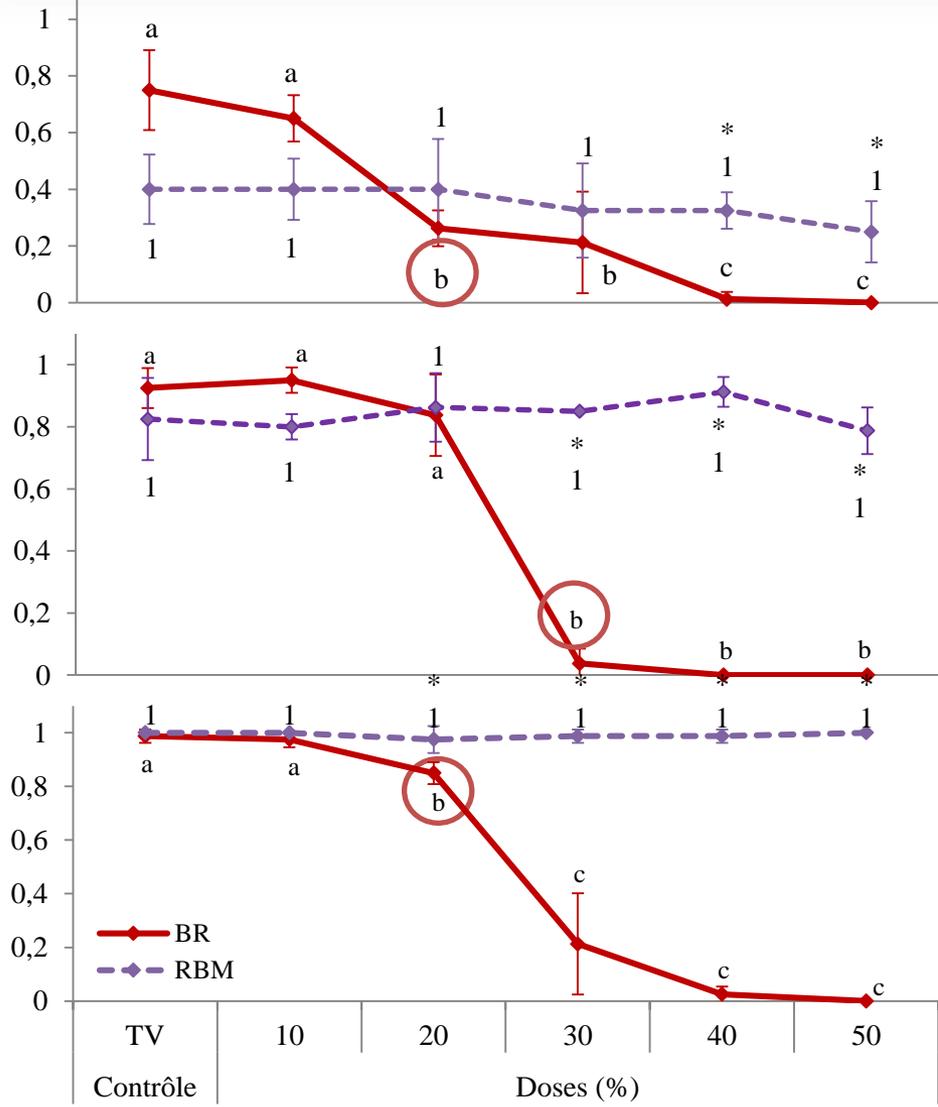
Mésocosmes





Effet sur la germination

Proportion de graines germées



Raygrass anglais



Luzerne



Moutarde blanche

EFFET DOSE BR SUR TOUTES LES ESPECES PAS D'EFFET RBM

Effet sur la productivité végétale



→ Pas de croissance de la luzerne et de la moutarde

→ **Raygrass** : Pas de croissance à 20% de BR

→ Dose 10% = ↘ productivité

	Biomasse sèche (mg)		
	TV	10% - BR	20% - BR
R1	62,7	53,4	0
R2	101,6	11,3	0
R3	139,1	34,1	0
R4	97,4	9,4	0
R5	79,0	4,6	0
Moyenne (n = 5)	96,0 +/- 28,7*	22,6 +/- 20,7	0

**EFFET BR SUR
PRODUCTIVITE DES
PLANTES**



Effet de la **texture** ?

Conclusion végétaux

**BR**

Effet négatif et effet dose sur la **germination** et la **productivité** des 3 espèces

Réponses différentes selon les espèces : $RG < M < L$

RBM

Pas d'effet sur la **germination** des 3 espèces

EFFET BR

>>

EFFET RBM

Transfert d'échelle : RG = le seul à pousser dans les mésocosmes

→ Impact sur la **TEXTURE** du sol

Conclusion générale et perspectives



EFFET BR

>

EFFET RBM

- Possibilité d'influence du pH, mais surtout de la salinité (Na^+)
- Influence des échelles d'étude ?
- Influence des ETMM sur les traits étudiés ?

Identification des causes multiples et potentiellement synergiques, ainsi que leurs parts respectives expliquant l'effet négatif des BR

MERCI DE VOTRE ATTENTION

