



# La biomasse fongique des sols agricoles. Influence des caractéristiques physicochimiques des sols et conséquences d'une pollution cuivrique

Marc Legras, Christophe Gangneux, Caroline Bailleul, J.-C. Thoisy-Dur, Patrice Lepelletier, Christian Mougin, Karine Laval

## ► To cite this version:

Marc Legras, Christophe Gangneux, Caroline Bailleul, J.-C. Thoisy-Dur, Patrice Lepelletier, et al.. La biomasse fongique des sols agricoles. Influence des caractéristiques physicochimiques des sols et conséquences d'une pollution cuivrique. 9èmes Journées Nationales de l'Etude des Sols, Apr 2007, Angers, France. 2007. hal-01608107v2

**HAL Id: hal-01608107**

**<https://hal.science/hal-01608107v2>**

Submitted on 19 Mar 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

# La biomasse fongique des sols agricoles. Influence des caractéristiques physicochimiques des sols et conséquences d'une pollution cuivrique.

Marc LEGRAS<sup>1</sup>, Christophe GANGNEUX<sup>1</sup>, Caroline BAILLEUL<sup>1</sup>, Jeanne-Chantal DUR<sup>2</sup>, Patrice LEPELLETIER<sup>3</sup>, Christian MOUGIN<sup>4</sup>, Karine LAVAL<sup>1</sup>

## INTRODUCTION

Les sols agricoles, et particulièrement les sols cultivés, constituent des écosystèmes très anthropisés. Le travail du sol induit des modifications importantes sur le fonctionnement des communautés microbiennes, notamment sur la biomasse fongique (BF). Dans ce contexte, notre objectif a consisté en la définition d'un état biologique de référence de sols agricoles en vue d'estimer comment les polluants peuvent modifier cet équilibre. Ainsi, la variabilité de 40 « descripteurs » quantitatifs (physico-chimiques et biologiques) a été mesurée dans des sols de cultures et de prairies, durant 3 ans, via des expérimentations aux champs. Pour les sols contaminés, nous avons utilisé des microcosmes de sols non remaniés. Cette étude se focalise sur la BF et l'impact d'une contamination par le cuivre sur ce compartiment microbien.

## MATERIELS ET METHODES

### Sites d'expérimentations

Les parcelles d'étude [prairie permanente (M) et grande culture (C)], situées en Normandie, sont considérées comme limoneuse. Les précipitations sont de l'ordre de 800 à 900 mm/an en moyenne avec de faibles variations saisonnières. Les caractéristiques de ces deux parcelles sont résumées dans le **Tableau 1**.

### Echantillonnage

L'échantillonnage a été conçu pour observer un effet temporel. Les échantillons ont été collectés en Avril, Juin et Octobre sur l'horizon 0-10 cm pour chaque parcelle. Chaque descripteur a été mesuré à chaque date pour les deux sols (200 échantillons).

Une approche de type « microcosmes » (**Fig. 1**) a été envisagée (cylindres de sol non perturbé). Ils ont été collectés sur les parcelles précédentes et ont fait l'objet d'un suivi pendant 2 mois (trois campagnes de mesures - 90 échantillons). Les microcosmes ont été replacés en terre et soumis aux mêmes conditions que les sols en place (climat, température, humidité et pression). Plan d'échantillonnage des microcosmes: 45 cylindres par type de sol (15 références, 15 inoculés avec Cu à 2ppm, 15 inoculés Cu à 200 ppm). 5 échantillons ont été analysés pour chaque situation après 7, 21 et 60 jours. Tous les échantillons sont tamisés à 2 mm dans les conditions d'humidité réelle. Toutes les valeurs sont exprimées sur la base d'une « terre fine sèche » (105°C pendant 24 h).

## Détermination de la Biomasse Fongique: 5 descripteurs

La BF a été estimée par plusieurs approches: (i) moléculaire via la quantification des ADNr 18S fongiques par PCR quantitative en temps réel (ADNr18S) (Gangneux *et al.* 2004) (ii) chimiques, via l'extraction et la quantification de l'ergostérol total (Legras *et al.* 2004), de l'ergostérol libre (Gong *et al.* 2001) et de PLFAs spécifiques (C18:2w6,9, C16:1w5). L'ergostérol libre a été extrait sans saponification et semble quantifier les molécules libres du sol. Elles proviendraient de la membrane des cellules fongiques en dégradation. L'ergostérol total, quant à lui, est obtenu par extraction assistée aux micro-ondes avec saponification. Ce descripteur prend en compte toutes les molécules d'ergostérol y compris celles présentes sous forme d'ester dans les membranes de cellules de champignons « viables ». Les PLFAs spécifiques sont extraits par SPE et les FAMES résultant sont analysés par GC-FID. C16:1 est spécifique des champignons du sol, C18:2 est plus spécifique des mycorrhizes vésiculo-arbusculaires (Baath *et al.* 2003).

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Données physicochimiques des parcelles

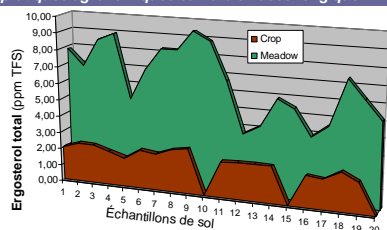
	CEC meq/kg	Clay ppm	Silt ppm	Density g/ml	Moisture %
Meadow	9.29 ± 1.5	180 ± 30	615 ± 63	1.29 ± 0.11	25.7 ± 9
Crop	1.13 ± 0.12	127 ± 4.9	687 ± 11	1.48 ± 0.03	2.2 ± 7.2

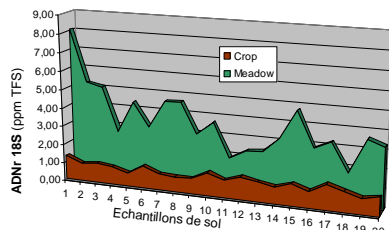
	C ppm	N ppm	pH	Cu ppm	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm
Meadow	27.8 ± 5.6	2.59 ± 0.35	5.6 ± 0.50	14 ± 1.7	0.0835 ± 0.02
Crop	10.6 ± 0.46	1.06 ± 0.12	6.64 ± 0.10	10.2 ± 1.7	0.111 ± 0.016

**Tableau 1.** Moyennes des caractéristiques physicochimiques des sols d'Yvetot. Prairie permanente et grande culture.

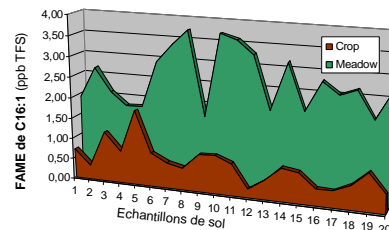
### Effet des pratiques agronomiques sur la biomasse fongique



**Figure 3a:** Concentration en Ergostérol total dans la prairie et la grande culture. (Juin 2006)



**Figure 3b:** Concentration en ADNr 18S dans la prairie et la grande culture. (Juin 2006)



**Figure 3c:** Concentration en PLFA (C16:1w5) dans la prairie et la grande culture (Expérimentation de juin)

L'analyse de l'ensemble des résultats (aux champs et microcosmes) montre que tous les descripteurs de la biomasse fongique discriminent de façon significative les deux sols aux pratiques contrastées. La **Figure 3** indique que la teneur en BF dans les prairies est plus importante que dans la grande culture quel que soit le descripteur considéré (même résultat pour l'ergostérol libre et le C18:2). De la même façon, leur variabilité spatiale est plus faible en grande culture qu'en prairie (forte concentration en BF et forte variabilité en prairie vs faible concentration en culture et faible variabilité). Cette différence peut s'expliquer par la présence d'un couvert végétal, une humidité et une rhizosphère plus importante en prairie.

### Relations entre les caractéristiques physicochimiques et la biomasse fongique

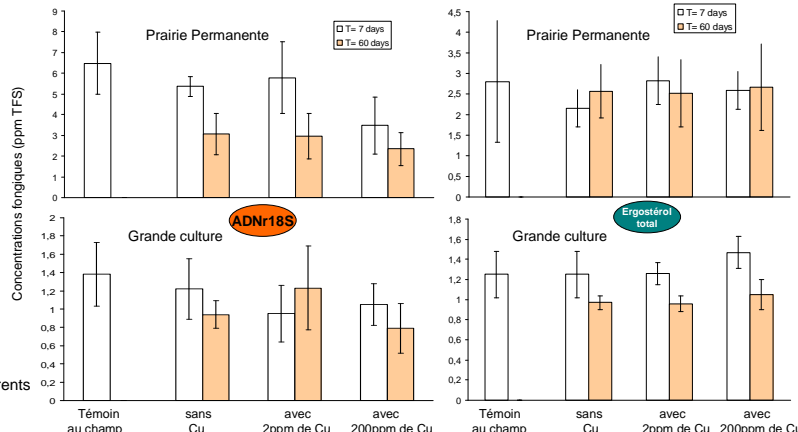
	C16	C18	18S rDNA	Free ergosterol	Total ergosterol
Moisture	0.314 0.0034	0.099 0.3844	0.569 0.0003	0.425 0.0007	0.365 0.0007
pH	-0.763 0.0000	0.482 0.0000	-0.745 0.0000	0.751 0.0000	-0.788 0.0000
CEC	0.051 0.6358	0.166 0.1224	-0.085 0.4298	0.048 0.6558	0.0716 0.5045
C	0.830 0.0000	0.475 0.0000	0.721 0.0000	0.840 0.0000	0.889 0.0000
N	0.820 0.0000	0.531 0.0000	0.779 0.0000	0.794 0.0000	0.833 0.0000
Cu	0.226 0.0353	0.192 0.0725	0.198 0.0642	0.321 0.0028	0.354 0.0010
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0603 0.4558	0.055 0.4965	0.482 0.0000	0.398 0.0000	0.145 0.0721
Density	-0.347 0.0009	-0.195 0.0149	-0.482 0.0000	-0.459 0.0000	-0.444 0.0000
Clay	-0.307 0.0001	0.198 0.0133	0.289 0.0003	0.328 0.0000	0.262 0.0010

**Tableau 3.** Coefficients de corrélation (linéaire) et p-value.

Il existe de fortes corrélations, point par point, entre les variables physicochimiques et la biomasse fongique. Il semble que la concentration en BF soit en liaison directe avec le C, N et le pH.

Néanmoins, l'évolution temporelle de la communauté fongique dans les microcosmes (**Fig. 4**) témoigne de l'absence de variations statistiquement significatives quels que soient la date d'analyse et la quantité de cuivre ajouté. Ces résultats, obtenus sur sol en place, semblent en contradiction avec les études déjà réalisées sur cette problématique. Cependant, ces approches, envisagées sur sols « remaniés », pourraient augmenter considérablement la réponse des microorganismes aux stress chimiques.

### Impact du cuivre sur la biomasse fongique



**Figure 4:** Concentrations en biomasse fongique, (1) ADNr18S et (2) ergostérol total, au champ à T=0 jour et en microcosmes (sans, avec 2ppm ou 200ppm de cuivre) à T=7 et 60 jours pour les deux pratiques culturales.

## CONCLUSIONS

L'analyse de variances (ANOVA) de l'ensemble des données nous permet de hiérarchiser les différents facteurs affectant la biomasse fongique :

- la pratique culturale en est le déterminant principal,
  - l'effet « date de prélèvement » (saison, travail du sol, climat...) est le second,
  - l'azote total, le carbone organique et le pH sont des descripteurs majeurs dans le fonctionnement de la BF.
- Enfin, nous ne sommes pas en mesure, dans le cadre de notre expérimentation, de mettre en évidence un effet significatif du cuivre sur les micro-organismes du sol, notamment pour la BF.

## REFERENCES

- Baath *et al.* (2004) Can the extent of degradation of soil fungal mycelium during soil incubation be used to estimate ectomycorrhizal biomass in soil? Soil Biology & Biochemistry 36:2105-2109.  
Gangneux *et al.* (2004) Real-time PCR to investigate telluric fungi, Eurosoil 2004, Freiburg, Germany, 4th-12th September 2004.  
Gong *et al.* (2001) A rapid method to extract ergosterol from soil by physical disruption. Appl Soil Ecology 17 : 285-289.  
Legras *et al.* (2004) A fast and sensitive method to determine the fungal biomass in the agricultural soils, Eurosoil 2004, Freiburg, Germany, 4th-12th September 2004.