

## Essai de mise en évidence sur milieu électif d'une microflore fongique adaptée aux sols à teneur élevée en cuivre

R.-M. RIBEIRO

*Instituto de Geociencias, Dep. Geoquimica, UFB Salvador,  
Bahia (Brésil)*

Cl. MOUREAUX

*Microbiologiste de l'ORSTOM  
Services Scientifiques Centraux, 93-Bondy (France)*

A. MUSSI SANTOS

*Prof. adj. Inst. Geociencias,  
UFBa, Salvador, Bahia (Brésil)*

*Laboratoire de Microbiologie du Sol,  
Institut de Géosciences,  
Université Fédérale de Bahia, Brésil*

### RÉSUMÉ

*Dans le but de faciliter la recherche d'une microflore fongique adaptée à des sols riches en cuivre (25 à 11 500 p.p.m. Cu) de l'Etat de Bahia, au Brésil, les champignons de ces sols sont cultivés sur milieu solide gélosé de Sabouraud à teneur croissante en cuivre (addition d'acétate de cuivre).*

*La possibilité est discutée de caractériser une microflore spécifique des sols étudiés par les germes dont le seuil de résistance en cuivre est élevé.*

### SUMMARY

*In an assay to ascertain more easily specific fungi in the Bahia State soils (Brazil) with high copper contents, dilutions of those soils are inoculated on a modified Sabouraud medium holding increasing concentrations of Cu-acetate.*

*The possibility is discussed to characterize a specific microflora by the fungi presenting high threshold values of resistance to copper, *Penicillium* and *Cheatonium* seeming here the most representative.*

### RESUMO

*Tendo como objetivo facilitar a pesquisa de uma microflora fungica adaptada aos solos ricos em cobre (25 a 11 500 p.p.m. de cobre) do Estado da Bahia, Brasil, os fungos destes solos foram cultivados sobre meio sólido de Sabouraud com teor crescente em*

*cobre (adição de acetato de cobre).*

*É discutida a possibilidade de caracterizar uma microflora específica dos solos estudados pelos microorganismos que apresentam resistência com teor de cobre elevado.*

## INTRODUCTION

Dans le cadre de recherches biogéochimiques sur les zones métallifères de l'Etat de Bahia, au Brésil, l'intérêt s'est porté sur la possibilité de faire apparaître une microflore fongique caractéristique des sols à teneur élevée en cuivre développés sur roches mères cuprifères.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les échantillons de sol proviennent de vertisols de la région de Caraïba, près de Joazeiro (Bahia, Brésil), où sont exploités les principaux gisements de cuivre du pays.

Le profil suivant peut être considéré comme représentatif de ces sols :

Surface : quelques cailloux, de quartz surtout, subanguleux (5 à 30 cm).

0 - 3 cm : Brun-ocre (peu ocre). Sablo-argileux à argileux (31 % - 44 %). Structure nuciforme assez anguleuse (1 cm), fragile à peu fragile. Porosité moyenne, quelques racines. pH (H<sub>2</sub>O) : 7,9 ; pH (KCl) : 6,6. Transition distincte.

3 - 35 cm : Gris-brun. Argilo-sableux à argileux (28 % - 46 %). Très largement prismatique (10 × 20 cm) à sous-structure cubique, avec faces de glissement visibles. A la base, tendance à la formation de très larges plaquettes groupées en prismes de 20-30 cm de large. Quelques quartz subanguleux de 0,5 à 2 cm. Quelques racines. Légèrement verdâtre à la base. pH (H<sub>2</sub>O) : 8,0 ; pH (KCl) : 6,5. Transition diffuse.

35 - 80 cm : Gris-verdâtre (assez olive). Argilo-sableux à argileux (27 % - 48 %). Polyédrique

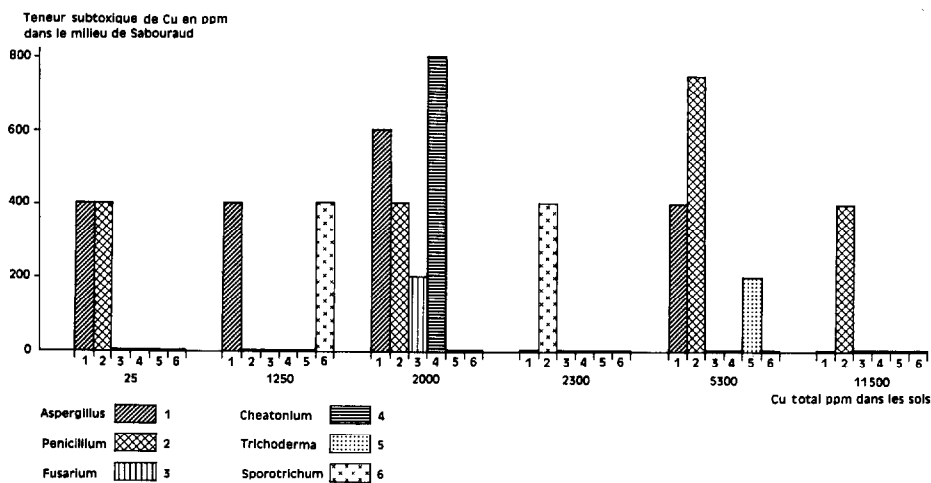


FIG. 1

grossier (10-20 cm), un peu plus fin à la base, avec de grandes faces de glissement comme au-dessus. Dur. Porosité faible. Quelques quartz et fragments de roches (certains blancs, donnent une légère effervescence à l'acide) et plus nombreux à la base. pH (H<sub>2</sub>O) : 8,1 ; pH (KCl) : 7,1. Transition graduelle, distincte par endroits.

Au-delà de 80 cm, roche altérée, plus ou moins ocre et verdâtre suivant les endroits. pH (H<sub>2</sub>O) : 7,5 ; pH (KCl) : 6,4.

Le climat est semi-aride, chaud : les précipitations moyennes annuelles sont de 383 mm, concentrées entre novembre et avril. Les températures moyennes

sont élevées. La végétation est une *caatinga*, type de brousse à Cactées. La roche mère est basique.

Les prélèvements ont été effectués entre 30 et 60 cm de profondeur. Les teneurs en cuivre total sont respectivement de 25, 1 250, 2 000, 2 300, 5 300 et 11 500 p.p.m.

Les sols sont passés au tamis de 2 mm stérile. Les suspensions-dilutions de sol ( $10^{-3}$  et  $10^{-4}$ ) servent d'inoculum sur milieu modifié de Sabouraud, additionné des quantités d'acétate de cuivre nécessaires pour obtenir des concentrations en cuivre de :

0 - 100 - 200 - 400 - 600 - 700 - 750 - 800 - 900 - 1 000 p.p.m.

L'incubation a lieu à 25 °C et l'examen des colonies fongiques est effectué les 7<sup>e</sup>, 14<sup>e</sup> et 21<sup>e</sup> jours ; elles sont dénombrées au compteur Québec, puis les champignons sont isolés dans des tubes de gélose inclinée sur le milieu suivant : pomme de terre 200 g, dextrose 20 g, gélose 15 g, eau permutée 1 000 ml.

## 2. RÉSULTATS ET OBSERVATIONS

Dans les sols étudiés, la technique décrite montre que la teneur létale en cuivre se manifeste un peu au-dessus de 400 p.p.m. pour la plus grande partie de la microflore fongique, quelques germes présentant une résistance plus élevée et ne disparaissant qu'au-delà de 800 p.p.m. L'examen des colonies fongiques capables de se développer en présence de cuivre (entre 200 et 800 p.p.m. dans le cas présent) doit donc faciliter la caractérisation d'une microflore spécifique, si elle existe, en éliminant les formes banales.

Le tableau 1 rapporte les concentrations en cuivre les plus fortes permettant la croissance de germes à partir des différents sols étudiés.

TABLEAU 1

*Champignons isolés sur milieu Sabouraud, en présence d'acétate de cuivre*

Teneurs initiales de Cu dans les sols en ppm .....	25	1 250	2 000				2 300	5 300			11 500	
Quantités d'acétate de Cu additionnées en ppm	400	400	200	400	600	800	400	200	400	750	200	400
Genres identifiés												
<i>Aspergillus</i> .....	1	1	6	6	1		1		4	1	2	1
<i>Penicillium</i> .....	3		3	1			1			1		
<i>Fusarium</i> .....			1									
<i>Cheatonium</i> .....						1						
<i>Trichoderma</i> .....								1				
<i>Sporotrichum</i> .....		1										

Les germes du sol ayant une teneur initiale de 2 000 p.p.m. de cuivre se sont montrés les plus résistants à l'acétate de cuivre. L'un d'eux, *Cheatonium*, a supporté la plus forte teneur observée : 800 p.p.m.

Des deux genres les plus fréquents, *Aspergillus* et *Penicillium*, ce dernier paraît le plus résistant : il est présent dans tous les sols, résiste jusqu'à 750 p.p.m. (sol originel de 5 300 p.p.m.) et il est le seul à se développer dans l'expérience avec le sol dont la

teneur initiale est de 11 500 p.p.m., sans cependant y dépasser le seuil de 400 p.p.m.

On ne peut, cependant, conclure ici à aucune relation nette entre la valeur des seuils de résistance des germes et la teneur des sols en cuivre total, vraisemblablement parce que cet élément n'est pas sous forme soluble.

Une fraction du cuivre est peut-être légèrement soluble dans les sols dont la teneur initiale est res-

pectivement de 5 300 p.p.m. (résistance d'un *Penicillium* jusqu'à 750 p.p.m.) et de 2 000 p.p.m. (résistance d'un *Cheatonium* jusqu'à 800 p.p.m. Cu).

On a représenté, dans la figure 1, la concentration maximale tolérée par les genres de champignons inventoriés, en fonction de la teneur en cuivre totale des sols.

## CONCLUSION

Il s'agit d'un travail préliminaire. En particulier, nous ne sommes pas allés plus loin que le genre dans la détermination. Il sera peut-être possible de caractériser réellement une microflore de champignons propre aux sols riches en cuivre : dans le cas présent, *Penicillium* et *Cheatonium* semblent les plus représentatifs. D'autre part, la teneur de 400 p.p.m. de cuivre soluble paraît constituer le seuil de toxicité pour la plupart des genres identifiés.

L'aridité du climat contribuant à la faible solubilisation des éléments, il est permis d'attendre des résultats meilleurs pour des prélèvements effectués en dehors de la saison sèche, alors que quelques apports organiques peuvent favoriser le déplacement des cations sous forme de complexes organo-métalliques.

## REMERCIEMENTS

Travail réalisé sous les auspices du Banco Nacional do Desenvolvimento Economico (BNDE) et du Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq).

Les auteurs remercient le Professeur Sylvio de Queiroz MATTOSO, de l'Institut de Geosciences de l'Université Fédérale de Bahia (Brésil) qui a fourni les sols utilisés pour les expériences ainsi que le Professeur MOTTI pour ses conseils.

*Manuscrit reçu au S.C.D. le 31 octobre 1972.*

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDREA (R.D.), 1962. — « Chuvas na Bahia » Dep. Nacional de Obras contra as Secas DNOCS CPE Salvador (Bahia) Cartes et Tableaux.
- BARNETT (H.L.), 1967. — « Illustrated Genera of imperfecti fungi » Burgess Publishing Co, Minneapolis, III, 225 p.
- GILMAN (C.J.), 1963. — « Manual de los hongos del duelo » Comp. Ed. Continental SA.

- MARTELLI (H.L.), ROSEMBERG (J.A.), 1962. — « Microbiologia industrial » Guia de Trabalho Pratico I.
- RAPER (K.G.), 1968. — « Manual of the Aspergilli » Hafner Publishing Comp. New York and London.
- RAPER (K.G.), 1968. — « Manual of the Penicillia » Hafner Publishing Comp. New York and London.