

Utilisation du "Sulfur Coated Urea" en rizière et production de sulfures toxiques

Vincent A. JACQ

Laboratoire de Microbiologie du Sol,
ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

RÉSUMÉ

Des expériences en microparcelles de sols de rizière ont montré que l'utilisation du « Sulfur Coated Urea », en remplacement de l'urée aux mêmes doses d'azote, peut, dans certains cas, augmenter l'intensité des processus d'accumulation des sulfures dans les sols engorgés.

L'application de cet engrais, au semis, à la surface du sol, provoque l'augmentation des quantités de sulfures dans la spermosphère, puis la rhizosphère des jeunes plants, à des périodes pendant lesquelles le riz est le plus sensible à ces sulfures. Par contre, l'incorporation de cet engrais aux 10 premiers cm de sol, lors d'un labour avant semis, n'a d'effet sensible que sur les jeunes plants.

MOTS-CLÉS : Riz — Engrais-retard — Intoxication par les sulfures.

ABSTRACT

UTILISATION OF "SULFUR COATED UREA" IN PADDY FIELDS AND SULPHIDES TOXICITY.

Microplots experiments on rice soils showed that use of "Sulfur Coated Urea", instead of urea, may increase sulphides accumulation in waterlogged soils. When this fertilizer was applied just before sowing, on the soil, high toxic levels of sulphides may be reached, resulting on a more important death of seeds and seedlings. When incorporated to the upper 10 cm of soil during tillage no effect was noticed on seeds.

KEY WORDS : Rice — "Sulfur coated urea" — Sulphides toxicity.

INTRODUCTION

Le «Sulfur Coated Urea» est un engrais retard constitué d'urée enrobée de soufre; il présente sur l'urée conventionnelle, l'avantage de libérer progressivement l'azote. La présente note se propose de déterminer si le soufre métalloïdique apporté par cet engrais n'a pas pour conséquence de favoriser les phénomènes de toxicité liés à l'accumulation de sulfures dans les sols (Jacq, 1973).

MÉTHODOLOGIE

Les dispositifs expérimentaux sont constitués par des systèmes de microparcelles (0,25 ou 1 m²) comportant chacune 7 ou 25 pieds de riz cultivés en submersion.

Nous avons utilisé 3 sols différents (leurs principales propriétés physico-chimiques sont reportées au tableau I), ainsi que 3 variétés de riz : I.R.8, Séfa 319G et Morobérékan.

Deux formes d'engrais azotés, appliquées à raison de 40 kg·ha⁻¹ avant le semis, ont été comparées : l'urée et le «Sulfur Coated Urea» (S.C.U.). Le S.C.U. (réf. 7.23.74.C; 17 % S; 35,9 % N; US patent 3, 576, 613, April 27th 1971) a été mis à notre disposition par le Dr G. G. Hicks (Tennessee Valley Authority, U.S.A.); cet engrais apporte au sol 18,9 kg de S à l'hectare. Suivant les expériences (tabl. II) il a été appliqué à la surface du sol (exp 1 à 4) ou incorporé lors du labour, aux 10 premiers centimètres du sol (exp. 3 et 4).

Les prélèvements sont des fractions de 5 g environ de sol spermosphérique, ou rhizosphérique. Ils sont effectués pendant les 3 périodes pendant lesquelles le riz est particulièrement sensible à la toxicité des sulfu-

TABLEAU I
Principales caractéristiques physico-chimiques des sols utilisés.

	Richard-Toll	Sébikotane 1	Sébikotane 2
Granulométrie : en % du sol sec			
• argiles	14,0	36,4	34,0
• limons fins	7,2	10,6	8,6
• limons grossiers	22,3	2,5	4,1
• sables fins	52,2	33,0	26,9
• sables grossiers	4,3	17,5	26,4
pH (eau 1/2,5)	5,6 à 6,5	7,8 à 8,1	7,8 à 8,2
Soufre total (% _c)	2,3 à 3,7	0,4 à 1,4	0,2 à 1,1
Matière organique (%)	0,37	2,10	1,20
C % _c	2,3	12,2	16,4
N % _c	0,41	1,80	0,98
C/N	5,6	6,8	16,7

res : germination, croissance avant tallage, et floraison-montaison (Jacq, 1977). Sur ces échantillons, sont dosés les sulfures totaux suivant la méthode de Chaudhry et Cornfield (1966). A chaque stade, nous avons dénombré les plants tués par les sulfures accumulés autour des graines en germination ou des racines.

RÉSULTATS

Les moyennes des teneurs en sulfures (exprimées en p.p.m.) et les taux de mortalité (exprimés en % des graines semées) sont rapportés au tableau II.

Nous avons comparé les moyennes des teneurs en sulfures, deux à deux, et nous avons vérifié que les différences observées étaient significatives en utilisant le test de Wilcoxon (test non paramétrique par classement de données non appariées; Snedecor et Cochran, 1971).

1. EFFET DU « SULFUR COATED UREA » SUR L'ACCUMULATION DES SULFURES

3 cas sont à considérer :

1.1. Pendant la germination

L'apport de « Sulfur Coated Urea » augmente les teneurs en sulfures, si on le compare à un apport d'urée équivalent en azote, dans la spermosphère des graines

semées dans le sol de Richard-Toll et le sol de Sébikotane. Dans ce dernier sol, les différences « Urée × S.C.U. appliqué en surface » d'une part, et « S.C.U. en surface × S.C.U. incorporé au sol », d'autre part sont significatives, mais la différence « Urée × S.C.U. incorporé au sol » ne l'est pas. A ce stade, l'effet défavorable du S.C.U. n'est donc sensible que si cet engrais est épandu en surface.

1.2. Pendant la croissance des jeunes plants

A ce stade végétatif l'apport de S.C.U. se traduit encore par une augmentation des teneurs en sulfures, cette fois dans la rhizosphère; cette différence n'est cependant significative que si cet engrais est enfoui (sol S2, riz Morobérékan), cas contraire au précédent.

1.3. Pendant la floraison et l'épiaison

Les différences sont toujours dans le même sens, mais ne sont plus significatives.

2. EFFET DU « SULFUR COATED UREA » SUR LES TAUX DE MORTALITÉ

Les taux de mortalité ont été reliés, par ailleurs (Jacq, 1977) aux teneurs en sulfures. Bien que la mortalité soit toujours supérieure en présence de S.C.U., l'influence de cet engrais est nettement moins marquée que celle des facteurs : variété et âge de la plante, et nature du sol.

TABLEAU II
Seuils de signification des différences de teneurs en sulfures et comparaison des taux de mortalité.

Sol	Richard-Toll		Sébikotane 1		Sébikotane 2			
Riz	I.R.8				Séfa 319 G		Morobérékan	
	Sulfures	Mortalité	Sulfures	Mortalité	Sulfures	Mortalité	Sulfures	Mortalité
Graines en cours de germination (0-20 jours) : SPERMOSPHERE								
urée (S)*	4,05 ; n = 8	76,4	1,60 ; n = 11	27,0	2,20 ; n = 7	71,0	1,52 ; n = 10	0,7
S.C.U. (S)	6,52 ; n = 9	79,4	4,66 ; n = 11	30,1	5,42 ; n = 7	88,5	3,30 ; n = 10	4,0
S.C.U. (I)**	n.d***	n.d.	n.d.	n.d.	1,62 ; n = 5	78,0	2,42 ; n = 11	1,6
Seuil de signification	0,05	n.d.	n.s****	n.d.	U(S) x S.C.U. (S) : 0,05 U(S) x S.C.U. (I) : n.s.		U(S) x S.C.U. (S) : 0,05 U(S) x S.C.U. (I) : n.s.	
Jeunes plants, avant tallage (20-45 jours) : RHIZOSPHERE								
urée (S)	4,14 ; n = 15	4,0	2,60 ; n = 4	5,7			1,64 ; n = 5	2,7
S.C.U. (S)	4,42 ; n = 15	6,5	7,05 ; n = 7	8,2			3,46 ; n = 5	2,0
S.C.U. (I)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Expérience abandonnée		5,54 ; n = 5	6,4
Seuil de signification	n.s.	n.d.	n.s.	n.d.			U(S) x S.C.U. (S) : n.s. U(S) x S.C.U. (I) : 0,05 S.C.U. (S) x S.C.U. (I) : n.s.	
Plants au stade floraison-épiaison (80-120 jours) : RHIZOSPHERE								
urée (S)	11,52 ; n = 11	2,0	5,03 ; n = 6	2,8			5,41 ; n = 12	1,0
S.C.U. (S)	16,91 ; n = 10	6,7	6,24 ; n = 6	3,2			4,20 ; n = 11	0
S.C.U. (I)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Expérience abandonnée		6,40 ; n = 12	2,5
Seuil de signification	n.s.	n.d.	n.s.	n.d.			n.s.	n.d.

* (S) : appliqué en surface; ** (I) : incorporé au sol; *** n.d. non déterminé; **** n.s. non significatif.

2.1. Age de la plante

Les taux de mortalité sont toujours supérieurs au stade graine. Nous avons déjà montré que le riz est particulièrement sensible aux sulfures à ce stade végétatif (Jacq, 1977).

2.2. Sol

La comparaison des expériences effectuées sur les deux premiers sols montre que le taux de mortalité du riz IR8 est plus élevé dans le sol de Richard-Toll que dans celui de Sébikotane 1; il est connu que les processus de toxicité dus aux sulfures sont plus accentués dans certains sols (Garcia et col., 1974).

2.3. Variété de riz

La comparaison des expériences effectuées sur le troisième sol (Sébikotane 2) montre que le riz Séfa 319 G est manifestement plus sensible que le riz Moro-

bérékan, tout au moins au stade graine en cours de germination : pour des teneurs en sulfures équivalentes, le taux de mortalité est très nettement plus élevé.

La nature de l'engrais, et la forme sous laquelle il est apporté, apparaissent donc comme des facteurs secondaires, même si, en général, les taux de mortalité sont légèrement supérieurs en présence de « Sulfur Coated Urea ».

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La présente étude a permis de montrer que l'apport de « Sulfur Coated Urea » a un effet positif sur l'intensité des processus de production dissimilatrice de sulfures dans la spermosphère et la rhizosphère du riz.

Cet effet, s'il apparaît nettement moins marqué que ceux des facteurs « plante et sol », n'est cependant pas

négligeable. Dans les sols ayant reçu du S.C.U., les teneurs en sulfures sont plus élevées, et les taux de survie moindres, particulièrement au cours de la germination, pendant laquelle le riz est le plus sensible aux sulfures. A ce stade, mais aussi dans les jours qui suivent (stade jeune plant) le mode d'épandage de l'engrais influe aussi sur les quantités de sulfures produites.

Les mécanismes microbiens qui interviennent ne sont que partiellement connus. Quant nos essais ont commencé, en 1975, nous avons étudié également l'effet de cet engrais sur les populations sulfo-oxydantes et sulfato-réductrices, suivant l'hypothèse que les bactéries du premier groupe oxydaient la pellicule de soufre en sulfates qui étaient ultérieurement réduits par les bactéries du second groupe.

Les dénombrements faits suivant les techniques de Mouraret et Baldensperger (1977 et 1979) ont en effet, montré que le nombre de ces bactéries augmentait plus vite, dans les parcelles ayant reçu le S.C.U.

Toutefois dans les échantillons prélevés ultérieurement a été trouvé (Traoré et coll.) une bactérie capable de réduire directement le soufre en anaérobiose, vraisemblablement *Desulfuromonas acetoxidans*, bactérie Sulfo-réductrice décrite par Pfennig et Biebl (1976).

Nos résultats indiquent que le « Sulfur Coated Urea » devra être utilisé avec précaution dans tous les sols connus pour héberger d'intenses activités sulfato-réductrices, notamment ceux des rizières de mangroves ou les sols sulfatés acides (Jacq, 1973) et dans lesquels les bactéries sulfo-réductrices seraient également très actives.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'ORSTOM le 28 août 1978.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAUDHRY (I.A.), CORNFIELD (A.H.), 1966. — Determination of sulphide in waterlogged soils. *Pl. Soil*, 25 : 474-479.
- GARCIA (J.-L.), RAIMBAULT (M.), JACQ (V.), RINAUDO (G.) et ROGER (P.), 1974. — Activités microbiennes dans les sols de rizières du Sénégal : relations avec les caractéristiques physico-chimiques et influence de la rhizosphère. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 11 (2) : 169-185.
- JACQ (V.A.), 1973. — Biological sulphate reduction in the spermosphere and the rhizosphere of rice in some acid sulphate soils of Senegal. *Proc. Int. Symp. Acid Sulphate Soils*. Wageningen, 1972. Published by I.L.R.I. 18 (2) : 82-98.
- JACQ (V.A.), 1977. — Sensibilité du riz aux sulfures d'origine microbienne. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, vol. XII, n° 2 : 97-99.
- MOURARET (M.), BALDENSPERGER (J.), 1977. — Use of membrane filters for the enumeration of autotrophic *Thiobacilli*. *Microb. Ecol.*, 3 : 345-357.
- MOURARET (M.), BALDENSPERGER (J.), 1979. — Use of membrane filters for the enumeration of sulfate reducing bacteria. *Microb. Ecol.* (in press).
- SNEDECOR (G.W.), COCHRAN (W.C.), 1971. — Méthodes statistiques (traduit par H. Boelle et E. Camhadji). A.C.T.A. Ed. Paris, 649 p.
- TRAORE (A.), MOURARET (M.) et JACQ (V.A.), 1979. — Use of membrane filters for the enumeration of *Desulfuromonas acetoxidans* (en préparation).
- PFENNIG (N.), BIEBL (H.), 1976. — *Desulfuromonas acetoxidans*, gen. nov. and sp. nov., a New Anaerobic Sulfur Reducing, Acetate-Oxidising Bacterium. *Arch. Microbiol.*, 110 : 3-12.