



**HAL**  
open science

## Suivi du contenu en azote de la solution du sol d'une rizière après placement d'urée

Rémi Gaudin, Jacques Dupuy, Philippe Bournat

► **To cite this version:**

Rémi Gaudin, Jacques Dupuy, Philippe Bournat. Suivi du contenu en azote de la solution du sol d'une rizière après placement d'urée. *L'Agronomie Tropicale*, 1987, 42 (1), pp.13-19. hal-01206947

**HAL Id: hal-01206947**

**<https://auf.hal.science/hal-01206947v1>**

Submitted on 29 Sep 2015

**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.

# Suivi du contenu en azote de la solution du sol d'une rizière après placement d'urée

R. GAUDIN, J. DUPUY, P. BOURNAT (1)

**RÉSUMÉ** — Un essai comparatif entre un sol de rizière planté en riz et le même sol non planté a permis, par le suivi du contenu en azote des solutions du sol, de préciser les relations entre sol, plante et engrais azoté sous forme de supergranules d'urée ou de perlurée en bande. Une hydrolyse plus lente de l'urée a été enregistrée sur les traitements sans riz, notamment dans le cas des supergranules. Les concentrations en ammonium après apport sont très élevées dans le cas des supergranules d'urée (1 000 ppm), moindres dans le cas de l'urée en bande (55 à 99 ppm). L'examen détaillé des courbes d'évolution de ces concentrations permet de mettre en évidence un pseudo-effet retard dans le pompage racinaire, effet très marqué pour le supergranule. Cet effet peut s'expliquer si l'on fait l'hypothèse d'un seuil de concentration critique (autour de 100 ppm) en deçà duquel le pompage devient très efficace. Dans le cas des supergranules, les racines progresseraient de la périphérie de la sphère de diffusion de l'azote vers son centre. Il y a ainsi une alimentation à la demande de la plante qui, jointe à la diminution très nette des pertes liées au placement en profondeur, explique la meilleure efficacité des supergranules par rapport à l'urée en bande.

**Mots clés** : Azote, supergranules d'urée, rizière, solution du sol.

En riziculture inondée, l'emploi de supergranules d'urée (SGU) par rapport à celui d'autres fertilisants azotés (perlurée, sulfate d'ammonium) procure un gain important de production de paddy (DE DATTA, 1981 ; D'ONOFRIO *et al.*, 1985 ; SAVANT *et al.*, 1983). Les recherches actuelles portent sur les modalités d'apport (date, géométrie) des supergranules en relation avec le sol et la variété. Dans cette optique, le laboratoire des radioisotopes d'Antananarivo a mis en place un essai de fractionnement des apports (supergranules ou bien urée en bande) enrichis en azote 15 pour la détermination des coefficients réels d'utilisation de l'azote. Sur le même site et pour quelques traitements, nous avons prélevé et analysé différentes formes de l'azote de la solution du sol. Cette deuxième étude a été entreprise en vue de préciser l'effet localisé des supergranules (GAUDIN *et al.*, 1985 ; RANAIVO, 1985) par des observations sur un nombre plus important de traitements, sans riz notamment.

(1) Université de Madagascar, laboratoire des radioisotopes, BP 3383, Tananarive, Madagascar.

## Matériels et méthodes

### Dispositif

Le site choisi pour l'essai se trouve près d'Arivonimamo, à 40 km à l'ouest de Tananarive, sur les Hauts-Plateaux malgaches, dont le climat est caractérisé par l'alternance d'une saison des pluies chaude (novembre à avril) et d'une saison sèche relativement froide (mai à septembre). La rizière occupe une position médiane dans un bas-fond entièrement aménagé et cultivé en riz de deuxième saison, dit « vary vaky ambiaty » (le repiquage ne peut avoir lieu qu'après le début de la saison des pluies, laquelle permet l'irrigation).

Le sol est hydromorphe à pseudo-gley. Les résultats de l'analyse sont indiqués dans le tableau I.

Le dispositif d'étude est représenté sur les figures 1 et 2. Il comporte six blocs : cinq blocs repiqués en riz avec un écartement de 20 × 20 cm (trois brins par touffe) et un bloc non cultivé.

Chaque bloc cultivé comporte 20 parcelles carrées de 2,56 m<sup>2</sup>, dont trois qui nous intéressent ici, celles portant les traitements (figure 2) :

- T, témoin sans azote ;
- G, placement de deux supergranules de 1 g d'urée à 10 cm de profondeur entre quatre touffes de riz ;
- B, apport en bande de perlurée entre deux rangées de riz (par dépôt au fond d'un sillon, creusé à la main, profond de 2 à 10 cm).

Le sixième bloc, non rizicultivé, comporte également 20 parcelles dont 15 sont occupées par les traitements t (témoin), g et b (de même géométrie que G et B en ce qui concerne l'apport de l'engrais).

L'urée a été placée 21 jours après le repiquage, à la même dose sur les traitements supergranules et urée en bande, soit 58 unités d'azote à l'hectare. Les six blocs ont reçu, au moment de la mise en boue de la rizière, 60 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 60 unités de K<sub>2</sub>O.

Le repiquage a eu lieu le 14 décembre, avec la variété 1285 (cycle de 120 jours). Tallage et épiaison ont été observés en janvier et mars. La récolte a été faite le 18 avril.

Tableau 1 Analyse du sol.

Profondeur	pH (KCl)	pH (H <sub>2</sub> O)	Argiles (%)	Limons fins (%)	Limons grossiers (%)	Sables fins (%)	Sables grossiers (%)	Matières organiques (%)
0-20 cm	4,4	5,3	33,5	25,6	6,3	9,9	24,7	4,8
20-50 cm	5,1	5,6	34,1	26,8	6,4	10,9	21,8	3,2

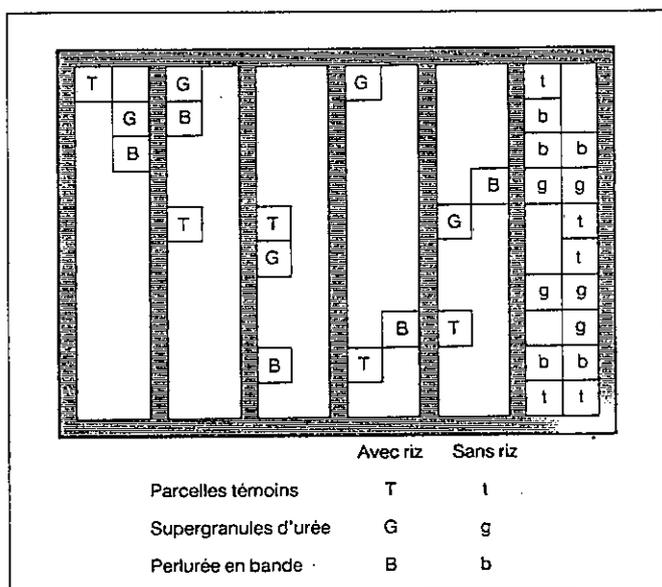


Figure 1 : Schéma de l'essai mis en place à Arivonimamo.

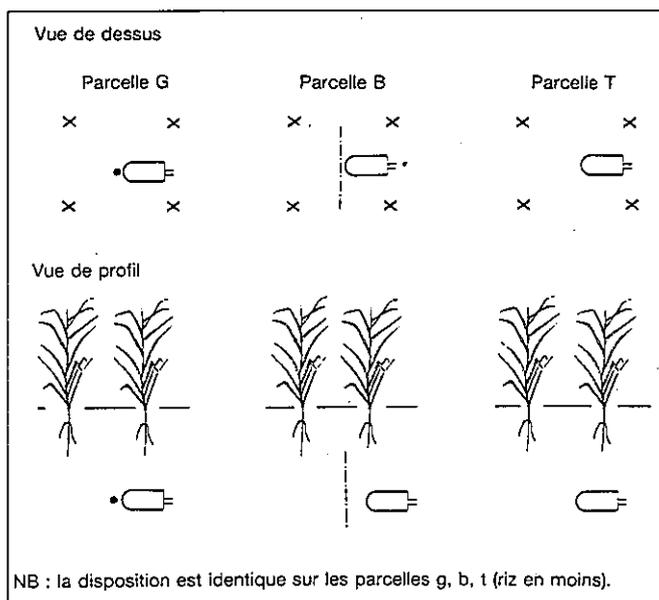


Figure 2 : Disposition du riz, de la bougie et de l'urée.

## Prélèvements

Sur chacune des cinq parcelles T, G, B et t, g, b, nous avons disposé horizontalement une bougie poreuse à proximité (de 1 à 2 cm) de la zone d'apport de l'engrais (ou entre les quatre touffes pour T), comme indiqué sur la figure 2.

Le prélèvement se fait en trois opérations :

- vidange de la bougie par poussée ;
- tirage de 5 ml de solution provenant du corps de la bougie ; ce volume est rejeté ;
- prélèvement proprement dit sous vide de 0,8 bar.

Nous avons effectué un prélèvement tous les 10 jours environ.

## Analyses

Les solutions prélevées sous vide dans des flacons à pénicilline sont placées au réfrigérateur dès l'arrivée au laboratoire. Elles sont ensuite analysées dans les 24 heures pour l'ammonium, l'urée et les nitrates.

L'ammonium est dosé par la méthode au bleu d'indophénol et les nitrates à l'aide d'une électrode spécifique, exactement de la même façon qu'en 1984 (GAUDIN *et al.*, 1985).

L'urée est dosée colorimétriquement grâce à une réaction qui utilise la diacétylmonoxime en présence de thiosemicarbazide et donne avec le substrat un produit de condensation rosé (DOUGLAS et BREMNER, 1970 ; BOUSQUET *et al.*, 1971). La mesure se fait à une longueur d'onde de 520 nm et permet de détecter jusqu'à 4 µg de N-CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> dans 4 ml de solution.

## Résultats

### Ammonium et urée

Les moyennes des mesures de concentration en N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et N-CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> sont portées sur les figures 3 et 4. Nous avons retenu une échelle logarithmique, car les variations en ordre de grandeur sont importantes. Dans le cas de l'ammonium, nous avons également porté en trait continu les droites des décompositions mathématiques exposées dans le tableau IV.

### Nitrates

Les teneurs en nitrates sont anormalement élevées (5 à 150 ppm), mais ceci tient à des apports en provenance de champs voisins (20 à 50 ppm dans la lame d'eau de décembre à janvier).

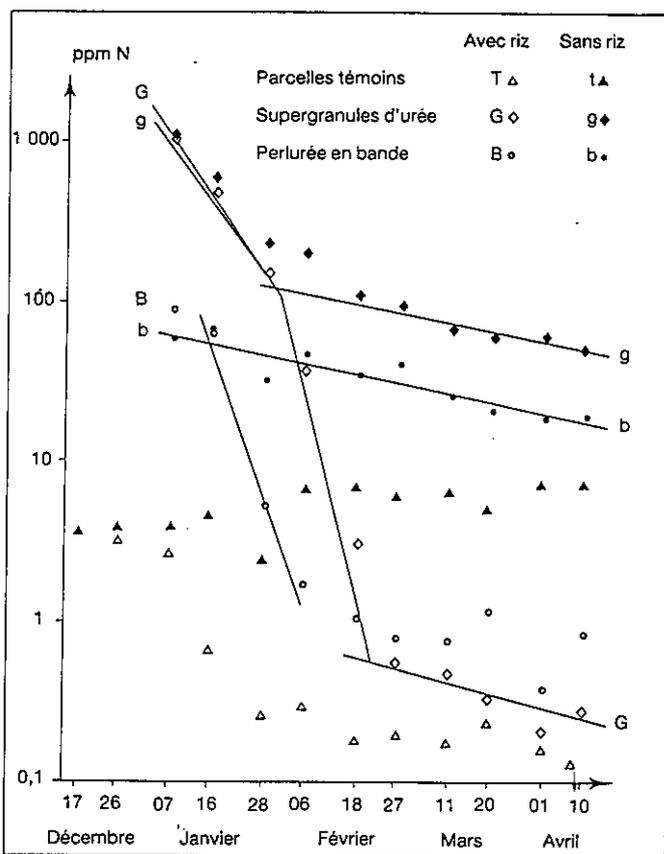


Figure 3 : Évolution de la concentration en  $\text{NH}_4^+$  de la solution prélevée.

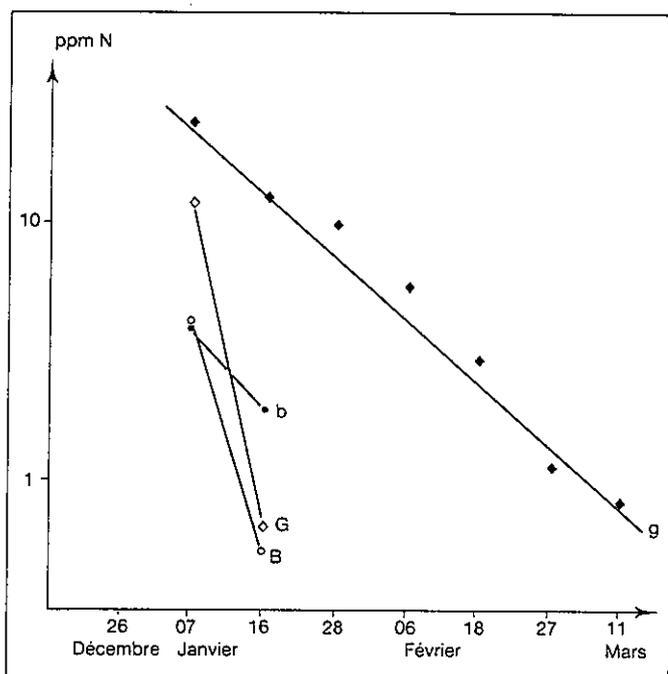


Figure 4 : Évolution de la concentration en  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  de la solution prélevée.

## Tallage et rendement

Le nombre de talles par touffe et le rendement des différents traitements sont indiqués dans le tableau II.

Tableau II Tallage et rendement.

Traitement	Nombre de talles par touffe	Rendement (t/ha)	$\sigma$ (t/ha)
T	8,3	3,78	0,48
G	11,2	5,69	0,25
B	11,5	4,97	0,51

## Discussion

### Éléments statistiques et méthodologiques

L'intervalle de confiance des moyennes est généralement important, mais nous ne l'avons pas porté sur les figures pour deux raisons :

- les mesures sont liées entre elles (elles se font successivement aux mêmes endroits) ;
- le nombre d'observations est petit (entre deux et cinq), car nous avons dû éliminer les résultats de certaines répétitions dans les traitements avec urée en bande (une pour B, trois pour b) et supergranules (une pour G, deux pour g) pour lesquelles la localisation relative entre engrais et bougie n'était pas suffisamment précise.

Dans le cas de l'urée en bande, les répétitions éliminées présentent des résultats peu différents des témoins. Ceci s'explique par une remontée en surface de la perlurée au moment de la fermeture du sillon. Ce phénomène de délocalisation observé lors de précédents essais (D'ONOFRIO *et al.*, 1985) a une grande importance pratique. En effet, s'il est observé dans des essais où la maîtrise de l'eau est très bonne, il peut devenir la règle chez le paysan.

Dans le cas des supergranules, nous avons mis de côté les répétitions pour lesquelles le maximum de concentration n'était pas observé au premier prélèvement. Ce critère peut sembler être posé a priori. En réalité, il est étayé par un raisonnement qui, à partir des niveaux initiaux de concentration en ammonium et urée, permet d'évaluer la distance entre le préleveur et le supergranule.

Les bougies poreuses utilisées ont une longueur de 5,8 cm. La solution prélevée est donc un mélange de continuum de solution dont les concentrations en  $\text{N-NH}_4^+$  et  $\text{N-CO}(\text{NH}_2)_2$  varient beaucoup du fait de la ponctualité du phénomène étudié. En conséquence, on peut aussi se poser la question de sa représentativité.

La figure 5 met en évidence les paramètres géométriques du problème :

- longueur L et rayon r de la bougie ;
- volume V touché par le prélèvement : un calcul effectué avec un prélevat de 15 ml donnait une épaisseur de sol de 1,8 cm autour de la bougie (GAUDIN *et al.*, 1985) ;

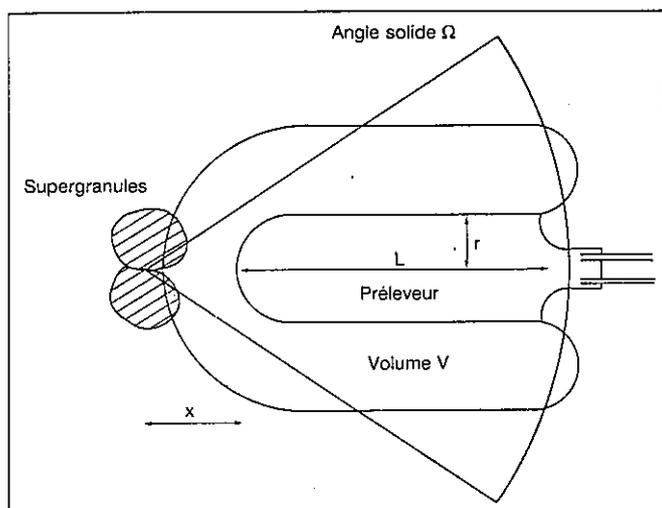


Figure 5 : Coupe mettant en évidence l'influence de la taille et de la position du préleveur et celle du volume de prélèvement.

– distance  $x$  séparant le point d'apport des supergranules et la bougie. C'est le paramètre qui nécessite une étude plus fine.

Nous proposons de faire deux hypothèses simplificatrices :

– l'urée des supergranules se retrouve entièrement sous forme ammoniacale et uréique dans la solution du sol. La forme nitrique est pratiquement inexistante (SAVANT *et al.*, 1983) ;

– la concentration observée,  $C_{obs}$  = ammonium + urée, dans le prélevat  $V$  est la même que la concentration moyenne d'un volume théorique délimité par l'angle solide  $\Omega$  ayant pour sommet le point d'apport des supergranules.

La quantité d'azote provenant des supergranules présente dans la sphère de rayon  $x + L$  est donc :

$$\frac{4}{3} \pi (x + L)^3 C_{obs}$$

Ceci permet de calculer :

- la quantité d'azote dans la sphère de rayon  $L$  ( $x = 0$ ) ;
- la distance  $x$  qui intègre tout l'azote des supergranules, soit 0,933 g.

En application, nous reprenons dans le tableau III les données du premier prélèvement et les résultats des calculs.

Dans la discussion qui suit, nous ne ferons aucune distinction entre les traitements G et g. Pour 2 des 10 répétitions, nous obtenons pour  $x = 0$  une quantité d'azote supérieure à la quantité apportée (0,933 g). Ceci contredit l'hypothèse de départ mais s'explique si l'on considère que les supergranules ont été apportés au contact de la bougie. Dans ces conditions, aucun angle solide, même le plus petit, n'est approprié.

Pour cinq autres répétitions, nous obtenons des valeurs de  $x$  inférieures à 1,3 cm. Ceci indique un bon positionnement de la bougie par rapport aux supergranules.

Enfin, pour trois autres répétitions, la localisation de la bougie par rapport aux supergranules est incorrecte, ce qui rend ces mesures asynchrones et justifie donc le fait que les résultats fournis par ces préleveurs n'aient pas été retenus.

En conclusion, la difficulté d'un bon positionnement de la bougie par rapport aux supergranules (et de la même façon dans le cas de la bande d'urée) entraîne donc une forte variabilité des mesures. Toutefois, pour

Tableau III Détermination de la distance entre la bougie et les supergranules d'urée.

Traitement	Concentration (mg/l)			Quantité de N en g ( $x = 0$ )	Distance $x$ en cm
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	C <sub>obs</sub>		
G	851	8	859	0,70	0,58
	199*	5	204	0,17	4,58
	1 224	11	1 235	1,01	- 0,15
	1 046	27	1 073	0,88	0,12
	881	6	887	0,72	0,51
g	627	12	639	0,52	1,24
	1 033	38	1 071	0,88	0,13
	115*	3	118	0,10	6,56
	269*	18	287	0,23	3,39
	1 623	48	1 671	1,37	- 0,69

\* Répétitions éliminées des résultats agronomiques car la concentration en ammonium du second prélèvement était supérieure ou égale à celle du premier prélèvement.

les répétitions retenues, nous sommes en droit de penser que la solution prélevée est un bon « marqueur » de ce qui se passe au voisinage (jusqu'à 7 cm environ) de la zone d'apport de l'engrais.

Les courbes d'évolution des concentrations en  $N-NH_4^+$  ont été décomposées en une suite d'exponentielles. L'ajustement fait à partir des données originales est bon dans le cas des traitements avec apport d'urée (G, g, B, b), comme le montre le tableau IV. Il nous servira dans la discussion qui suit. Pour les témoins, il est mauvais du fait de la faible variation en ordre de grandeur des mesures, laquelle ne masque pas la variabilité entre les répétitions.

Tableau IV Décomposition des courbes d'évolution des concentrations en  $N-NH_4^+$  (à partir des données brutes).

	Supergranule d'urée	Urée en bande
	3 répétitions	2 répétitions
Sans riz	Cinétique biphasique • rapide C de 1 100 à 100 ppm $t_{1/2} = 7,7$ j $y = 0,090 t + 7,033$ 6 dates ; $r = 0,977$	Cinétique monophasique • lente C de 70 à 20 ppm $t_{1/2} = 52$ j $y = -0,013 t + 4,148$ 10 dates ; $r = -0,840$
	• lente, se superpose à la précédente C de 100 à 50 ppm $t_{1/2} = 55$ j $y = -0,013 t + 5,110$ 4 dates ; $r = -0,912$	
Avec riz	4 répétitions Cinétique triphasique • rapide C de 1 000 à 100 ppm $t_{1/2} = 7,4$ j $y = -0,094 t + 7,204$ 3 dates ; $r = -0,947$	4 répétitions Cinétique triphasique • très brève 1 date • très rapide C de 70 à 0,5 ppm $t_{1/2} = 4,0$ j $y = -0,175 t + 5,925$ 3 dates ; $r = 0,877$
	• très rapide, se substitue à la précédente C de 100 à 0,5 ppm $t_{1/2} = 2,9$ j $y = -0,240 t + 11,027$ 3 dates ; $r = -0,963$	• lente, mauvaise corrélation C de 0,5 à 0,25 ppm $t_{1/2} = 41$ j $y = -0,017 t + 0,248$ 4 dates ; $r = -0,522$

$y$  : logarithme népérien de la concentration  $C$  (ppm N).

$t$  : temps (jours).

$t_{1/2}$  : intervalle de temps pour lequel la concentration diminue de moitié.

$r$  : coefficient de corrélation entre  $y$  et  $t$ .

## Évolution de la composition de la solution du sol

### Ammonium

Le tableau IV et la figure 3 appellent les remarques qui suivent.

#### Sans riz

Pour  $t$ , la minéralisation semble tendre vers une limite. Pour  $g$  et  $b$ , les cinétiques sont différentes par leur niveau initial et par leur évolution.

Le niveau initial est en ordre de grandeur de 1 000 ppm pour  $g$  et de 60 ppm pour  $b$ . Cette différence est liée à la géométrie de l'apport. Un calcul approché est envisageable à partir des hypothèses simplificatrices suivantes :

- la diffusion est de symétrie sphérique dans le cas de  $g$  et de symétrie cylindrique dans le cas de  $b$  ;
- le rayon de diffusion est le même au temps  $t$ , soit  $R$  ;
- la concentration est homogène dans les volumes où l'ammonium a diffusé,  $V_g$  et  $V_b$  respectivement pour  $g$  et  $b$ .

La quantité d'ammonium apportée,  $Q$ , étant la même dans les deux cas, les concentrations  $C_g$  et  $C_b$  s'écrivent :

$$C_g = Q/V_g \text{ et } C_b = Q/V_b.$$

Les volumes sont :

$$V_g = 4/3 \pi R^3,$$

$$V_b = \pi R^2 l \quad l = 40 \text{ cm.}$$

D'où le rapport des concentrations :

$$C_g/C_b = V_b/V_g = 30/R \quad (R \text{ en cm}).$$

Ce rapport est inversement proportionnel au rayon de diffusion. Un rayon initial de diffusion de quelques centimètres est compatible avec les écarts initiaux enregistrés.

En ce qui concerne l'évolution des cinétiques de  $g$  et  $b$ , pour  $g$ , la cinétique est biphasique : la cinétique rapide est prépondérante en début d'expérience, négligeable ensuite. Pour expliquer cette double cinétique, nous ferons l'hypothèse de deux phénomènes concomitants :

- un phénomène rapide, la diffusion en solution ;
- un phénomène lent, ou bien qui fait ressortir un processus ralentisseur tel que par exemple un échange d'ions ammonium avec le complexe absorbant.

Pour  $b$ , la cinétique est monophasique et proche de la cinétique lente de  $g$ . Ceci peut être expliqué par le niveau initial de concentration qui, étant trop bas, ne s'accompagne pas de la cinétique rapide.

Aussi bien pour  $g$  que pour  $b$ , interviendrait le complexe absorbant et sa saturation progressive. Dans le cas de  $g$ , il y aurait toutefois du  $N-NH_4^+$  en surplus, lequel diffuse rapidement (« diffusion en solution ») ;

pour p, il n'y aurait pas de surplus, et l'échange d'ions serait le facteur prépondérant du ralentissement de la diffusion. Dans les deux cas, ces phénomènes masquent la minéralisation.

#### Avec riz

Pour T, le prélèvement commence à peu près deux semaines après le repiquage, et est surtout efficace à partir de trois semaines. Ceci correspond à la phase de reprise et montre l'intérêt de ne pas apporter la perlurée ou les supergranules au repiquage.

Pour G, il y a une phase de latence avant la phase de prélèvement. Durant cette phase, la plante ne prélève pas dans le volume drainé par la bougie, lui-même représentatif d'une sphère de quelques centimètres de diamètre ayant pour centre le point d'apport du supergranule. Mais la plante prélève peut-être en dehors de cette sphère. Il y a donc là ce qu'on peut appeler un pseudo-effet retard par opposition à l'effet retard qui tient au conditionnement de l'engrais (enrobage, adjonction d'inhibiteurs, etc.).

Pour B, la phase de latence est très courte, de l'ordre de quelques jours.

Ce pseudo-effet retard peut être étudié plus finement par l'examen des courbes, qui montre que le prélèvement est très efficace en deçà d'un seuil de concentration. Ce seuil se situe aux environs de 100 ppm. Cette valeur est atteinte presque tout de suite pour l'urée en bande et après un mois pour les supergranules, ce qui expliquerait le retard dans le pompage racinaire pour G. Il faut toutefois être prudent avant d'interpréter ce phénomène comme un effet toxique des fortes concentrations en ammonium, et essayer d'en déterminer le seuil, car l'observation n'est ni tout à fait appropriée, ni suffisamment ponctuelle. Ceci serait à vérifier par l'examen de profils racinaires ou des études de marquage du sol ou bien du supergranule marqué avec du  $^{32}\text{P}$ . On peut toutefois penser, comme SAVANT *et al.* (1980, 1982), que le pompage racinaire progresse de la périphérie de la « sphère de diffusion » du supergranule jusqu'à son centre.

Ainsi, l'efficacité des supergranules va dépendre :

- du placement profond, qui limite les pertes par volatilisation et dénitrification ;
- d'une durée plus longue de mise à disposition de la plante de  $\text{N-NH}_4^+$  à des concentrations optimales pour le prélèvement et ceci par un déplacement du gradient de concentration et un déplacement du domaine d'investigation par les racines.

En conséquence, ce sont les sols peu filtrants ou à capacité d'échange moyenne à forte (supérieure à 10 mé pour 100 g de sol) qui vont montrer la meilleure réponse aux supergranules par rapport à l'urée incorporée (SAVANT *et al.*, 1983), dans la mesure où ces sols présenteront une moindre dispersion de l'ammonium provenant des supergranules et valoriseront donc mieux le pseudo-effet retard.

#### Urée

La différence entre traitements sans riz et avec riz est remarquable dans le cas du traitement aux supergranules : le traitement g présente encore de l'urée deux mois après l'apport, alors que celle-ci disparaît en deux semaines en G. Ce résultat est à relier aux observations de IBRAHIM *et al.* (1984) et SAVANT *et al.* (1985), selon lesquelles l'hydrolyse de l'urée est plus lente en conditions réduites, ce qui doit être le cas des traitements sans riz. Il peut s'expliquer aussi par le jeu des concentrations d'urée et d'uréase, car l'uréase est inhibée par de trop fortes concentrations d'urée (KISTIAKOWSKY et SHAW, 1953) ; or l'uréase est produite par des microorganismes qui doivent être plus nombreux au contact de la rhizosphère du riz ; sa concentration sera donc plus forte dans G que dans g et dans B que dans b. L'urée sera donc présente plus longtemps sur les traitements sans riz. Enfin, la dilution étant plus grande pour la perlurée que pour les supergranules, l'urée va disparaître plus rapidement. Ceci explique les positions respectives des points b, B, g, G sur la figure 4.

#### Nitrates

Les fortes concentrations de nitrates ont pour origine des apports extérieurs. L'analyse isotopique de l'ensemble de l'essai devrait mettre en évidence leur influence sur la croissance du riz et la réponse à l'urée.

#### Tallage et rendement

Les résultats des mesures de tallage mettent bien en évidence l'effet de l'azote, mais la différence entre les traitements G et B est peu marquée.

Le rendement est plus élevé pour G que pour B alors que la dose d'azote est la même. Ceci est à relier à un meilleur coefficient d'utilisation réelle de l'azote provenant de l'engrais dans le cas d'un apport de supergranules (SAVANT *et al.*, 1982 ; CAO *et al.*, 1984).

#### Conclusion

Cet essai a montré que le suivi de la solution du sol pouvait apporter des informations précieuses sur le devenir de l'engrais azoté et ses relations avec la plante. La bougie en céramique poreuse a confirmé ses bonnes qualités de préleveur. Toutefois, pour progresser dans l'étude du phénomène de localisation associé au placement de supergranules d'urée, il est nécessaire d'abandonner le point de vue global fourni par de gros préleveurs et de passer à un point de vue local avec des micro-préleveurs qui permettent de suivre dans l'espace et dans le temps les processus de diffusion et de pompage racinaire. On pourrait ainsi mettre en évidence de façon quantitative les rôles de la capacité d'échange (ralentissement de la diffusion) et d'une éventuelle toxicité ammoniacale.

Reçu le 5 novembre 1985.  
Accepté le 13 avril 1987.

## Références bibliographiques

BOUSQUET B., BON R., GIROD F.X., DREUX C., 1971. Application de la diacétylmonoxime en présence de thiosemicarbazide au dosage de l'urée dans les milieux biologiques. Bull. Soc. Méd. Chir. Hôp. Form. San. Arm., 3 : 307-315.

CAO Z.H., DE DATTA S.K., FILLERY I.R.P., 1984. Nitrogen-15 balance and residual effects of urea-N in wetland rice fields as affected by deep placement techniques. Soil Sci. Soc. Am. J., 48 (1) : 203-208.

DE DATTA S.K., 1981. Principles and practices of rice production. New York, John Wiley and Sons, 618 p.

D'ONOFRIO G., DUPUY J., GAUDIN R., RAVOHITRA-RIVO P., 1985. Effets comparés de l'application de perlurée et de supergranules d'urée sur riz inondé à Madagascar. Tananarive, ministère de la Production agricole et de la Réforme agraire, ministère de l'Enseignement supérieur, ministère de la Recherche scientifique et de la Technologie pour le développement, 26 p.

DOUGLAS L.A., BREMNER J.M., 1970. Colorimetric determination of microgram quantities of urea. Anal. Let., 3 (2) : 79-87.

GAUDIN R., DUPUY J., RANAIVO J., 1985. Les bougies poreuses, un outil pour suivre  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$  en solution dans les sols de rizières. I - Étude bibliographique. II - Étude expérimentale. L'Agron. Trop., 40 (1) : 26-39.

IBRAHIM M.E., AWADALLA E.A., EL-DIN M.M.B., KASSIM A.S., 1984. Effect of rate of urea application and soil moisture on the behaviour of urea in soil. Z. Pflanzenernährung u. Bodenk., 147 (2) : 177-186.

KISTIAKOWSKY G.B., SHAW W.H.R., 1953. On the mechanism of the inhibition of urease. J. Amer. Chem., 75 : 866-871.

RANAIVO J., 1985. Étude cinétique de la variation de la concentration en  $\text{N-NH}_4^+$  de la solution d'un sol de rizière après apport en profondeur de supergranules d'urée (« Point-Placement »). DEA de Sciences biologiques appliquées, université de Madagascar, Tananarive, 46 p.

SAVANT N.K., DE DATTA S.K., 1980. Movement and distribution of ammonium-N following deep placement of urea in a wetland rice soil. Soil. Sci. Soc. Am. J., 44 : 559-565.

SAVANT N.K., DE DATTA S.K., CRASWELL E.T., 1982. Distribution patterns of ammonium nitrogen and  $^{15}\text{N}$  uptake by rice after deep placement of urea supergranules in wetland soil. Soil. Sci. Soc. Am. J., 46 : 567-573.

SAVANT N.K., CRASWELL E.T., DIAMOND R.D., 1983. Use of urea supergranules for wetland rice : a review. Fertil. News, 28 (8) : 27-35.

SAVANT N.K., JAMES A.F., MAC CLELLAN G.H., 1985. Effect of soil submergence on urea hydrolysis. Soil Sci., 140 (2) : 81-88.

## Summary

GAUDIN R., DUPUY J., BOURNAT P. - **Observation of the nitrogen content of rice field soil solutions after urea placement.**

A comparative trial was conducted on a rice field soil planted and not planted to rice. Following up the nitrogen content of soil solutions during the trial enabled to specify relationships between soil-plant and nitrogenous fertilizers (urea in the form of supergranules or pearlurea applied in bands).

A slower hydrolysis of urea was reported in treatments without rice, especially when urea was applied in the form of supergranules.

Ammonium concentrations were very high after urea supergranules applications (1,000 ppm) and lesser when urea was applied in bands (55 to 99 ppm). The detailed examination of the evolutive curves of these concentrations pointed out a pseudo-delay effect in root uptake, the effect being more particularly sensible when supergranules were used. This can be explained if we assume a critical concentration threshold (about 100 ppm) beyond which root uptake becomes highly efficient. When urea is applied in the form of supergranules, roots would progress from the periphery to the center of the area of nitrogen diffusion.

So the supply of plants at their request, added to the very marked decrease of losses linked to deep placements, would explain why urea is more efficient when applied in the form of supergranules than in bands.

**Key words :** Nitrogen, urea supergranules, rice field, soil solution.

## Resumen

GAUDIN R., DUPUY J., BOURNAT P. - **Observación en arrozal del contenido de nitrógeno de la solución del suelo tras aplicación de urea.**

Un ensayo comparativo entre un suelo de arrozal plantado de arroz y el mismo suelo sin plantar ha permitido precisar, mediante observación del contenido de nitrógeno de las soluciones del suelo, las relaciones entre suelo, planta y abono nitrogenado en forma de supergránulos de urea o de perlurea en fajas.

Se ha observado una hidrólisis más lenta de la urea en los tratamientos sin arroz, especialmente en el caso de los supergránulos.

Las concentraciones de amonio después del abonado son muy altas en el caso de los supergránulos de urea (1.000 ppm) y menores en el caso de la urea en fajas (55 a 99 ppm). Un estudio detenido de las curvas de evolución de estas concentraciones permite poner de manifiesto un seudoefecto retardado en la absorción radicular, muy notable en el caso del supergránulo. Dicho efecto puede explicarse si se admite la hipótesis de un umbral crítico de concentración (alrededor de 100 ppm), por debajo del cual la absorción resulta muy eficaz. En el caso de los supergránulos, las raíces avanzarían de la periferia de la esfera de difusión del nitrógeno hacia su centro.

Así se efectúa una alimentación a petición de la planta que, unida a la franca disminución de las pérdidas gracias a la colocación en profundidad, explica la mayor eficacia de los supergránulos en comparación con la urea en fajas.

**Palabras-clave :** Nitrógeno, supergránulos de urea, arrozal, solución del suelo.

