



HAL
open science

Les bougies poreuses, un outil pour suivre NH_4^+ et NO_3^- en solution dans les sols de rizières. II- Etude expérimentale

Rémi Gaudin, Jacques Dupuy, Jaona Ranaivo

► To cite this version:

Rémi Gaudin, Jacques Dupuy, Jaona Ranaivo. Les bougies poreuses, un outil pour suivre NH_4^+ et NO_3^- en solution dans les sols de rizières. II- Etude expérimentale. *Agronomie Tropicale*, 1985, 40 (1), pp.33-39. hal-02415003

HAL Id: hal-02415003

<https://hal.science/hal-02415003>

Submitted on 16 Dec 2019

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.

Les bougies poreuses, un outil pour suivre NH_4^+ et NO_3^- en solution dans les sols de rizières

II - Étude expérimentale

R. GAUDIN, J. DUPUY (1),
J. RANAIVO (2)

RÉSUMÉ — La technologie des bougies poreuses est ici appliquée à un sol de rizière en vue de suivre la distribution de l'ammonium et du nitrate dans la solution du sol à la suite d'une application de supergranules d'urée à 10 cm de profondeur. Nous avons ainsi mis en évidence un effet localisé des supergranules (400 ppm N- NH_4^+ à 6,5 cm du point d'apport) et observé un épuisement en ammonium de la solution du sol en fin de cycle ($< 0,1$ ppm N- NH_4^+). Les concentrations en nitrates varient dans une fourchette restreinte (0,6 à 11 ppm N- NO_3^-). Cette technologie a montré sur cet exemple toute sa fiabilité. Elle est plus simple que d'autres méthodes : carottage au champ ou coupe de colonne de sol. Elle pourrait être utilisée dans de nombreuses études de fertilité des sols de rizières : formation de ces sols, classification, dynamique de l'azote, etc.

Mots clés : Bougies poreuses, solution du sol, azote, supergranules d'urée, sols de rizières.

L'azote est l'élément essentiel de la fertilisation du riz irrigué. Deux techniques permettent de rendre cette fertilisation plus efficace :

- le placement de l'azote dans la couche réduite qui a pour effet de limiter les pertes par dénitrification (SHIORI, 1941, d'après DE DATTA, 1981) ;
- l'utilisation de nouvelles formes de conditionnement (briquettes d'urée, « mudballs », supergranules d'urée), qui se traduit par un certain contrôle de la diffusion de l'urée et de l'ammonium, produit de son hydrolyse, en vue de l'adapter aux besoins de la plante (SAVANT et DE DATTA, 1979).

À Madagascar, VELLY (1967) a démontré la meilleure efficacité de l'azote apporté en profondeur, et D'ONOFRIO *et al.* (1984) ont mis en évidence par de nombreux essais au champ l'intérêt des supergranules d'urée par rapport à la perlurée. Nous avons voulu compléter ces résultats par un suivi du nitrate et de l'ammonium disponibles dans la solution du sol pour un riz qui reçoit des supergranules d'urée ou qui n'en reçoit pas (témoin sans

azote). La solution du sol est prélevée à l'aide de bougies poreuses (GAUDIN *et al.*, 1985).

Matériel et méthodes

La rizière choisie pour notre essai est située à Alasora, à 15 km au sud-est de Tananarive. Les résultats de l'analyse de sol sont indiqués dans le tableau I. Il s'agit d'un sol hydromorphe à gley du type amphigley, c'est-à-dire à pseudogley sur gley.

Le dispositif d'étude est représenté sur les figures 1 et 2 et comporte deux traitements : traitement G, où l'on apporte des supergranules d'urée ; traitement témoin T, sans apport d'azote ; sur chacun des traitements, sont installés trois ensembles de huit bougies poreuses Soil Moisture de référence 655 X 1-BIMI (ancienne référence 2131), montées suivant la méthode préconisée par JOURDAN (1979) mais sans tube PVC. Les bougies sont neuves et ont été rincées à l'eau déminéralisée avant installation ; le lavage à l'acide n'a pas été réalisé, car les ions recherchés ne se rencontrent pas (NO_3^-) ou très peu (NH_4^+) dans les bougies neuves. Ces bougies ont été mises en place au moment du planage de la rizière par enlèvement et repose des couches successives de sol. Les bougies profondes sont horizontales ; près de la surface, elles sont verticales. Les bougies sont disposées suivant des cercles concentriques autour d'un point qui est le point d'apport des supergranules dans le cas du traitement G. C'est le point noté M sur la figure 2 : trois bougies notées A sont à 6,5 cm de distance du point M, trois bougies notées B sont à 14 cm et enfin deux notées C sont à 20 cm. Les tubes nylon ($\varnothing \approx 2$ mm) qui permettent le transfert des solutions émergent verticalement du sol et sont fixés à 80 cm de hauteur sur un support en bois placé sur la diguette.

Le riz est planté à trois brins suivant un écartement de 20 cm \times 20 cm. La variété utilisée est Makalioka, à cycle long d'environ 170 jours. Le repiquage a été effectué en décembre, l'apport d'urée début janvier. Le tallage a eu lieu en février-début mars et l'épiaison fin mars-début avril. La récolte a été faite à la mi-mai.

L'urée est apportée sous forme de deux supergranules contenant chacun 1 g d'urée. Ces supergranules sont déposés à la main, environ à 10 cm de profondeur, entre

(1) Laboratoire des radioisotopes, université de Madagascar, BP 3383, Antananarivo, Madagascar.

(2) Laboratoire de physiologie végétale, université de Madagascar, BP 566, Antananarivo, Madagascar.

Tableau 1 Analyse du sol d'Alasora.

Profondeur	Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers	Matière organique	P ₂ O ₅ ppm*
0 - 30 cm	50,6	23,3	5,1	9,5	11,5	4,1	60
30 - 60 cm	37,9	20,4	10,2	13,8	17,7	1,6	44

* Méthode Olsen.

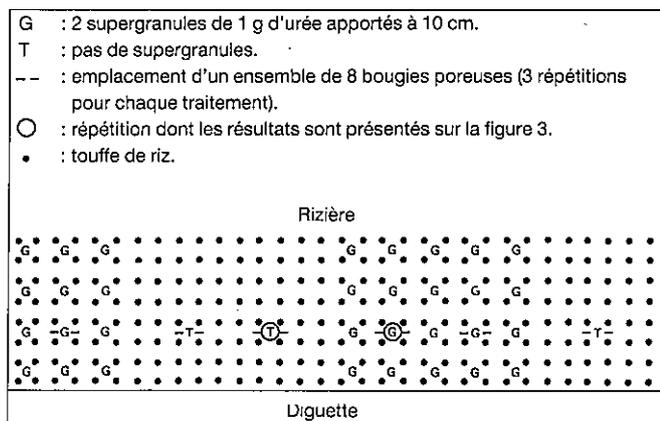


Figure 1 : Schéma de l'essai mis en place à Alasora.

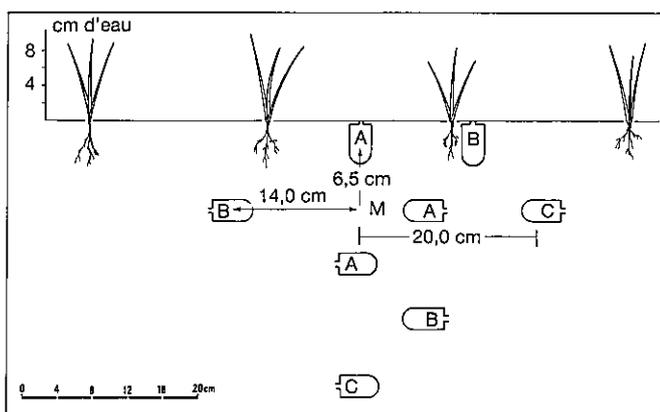


Figure 2 : Répartition de l'ensemble de 8 bougies poreuses autour du point M.

quatre touffes de riz dans les zones notées G sur la figure 1. Ramenée à l'hectare, la fertilisation azotée s'élève à 58 kg de N. Les fertilisations phosphatée et potassique, 90 kg de P₂O₅ et 90 kg de K₂O à l'hectare, ont été faites au moment de la mise en boue et sur toute la rizière.

Les prélèvements se font en trois temps :

- une vidange des bougies par pression ;
- une première extraction sous vide jusqu'à obtention de 3 à 5 ml de solution qui sont rejetés ;
- une seconde extraction sous vide jusqu'à obtention des 6 à 10 ml nécessaires pour les dosages : c'est le prélèvement proprement dit. Nous séparons de cette façon la solution présente dans le volume intérieur de la bougie depuis le prélèvement précédent, la solution présente dans le corps de la bougie, et la solution du sol externe. Le

vide est obtenu à la pompe manuelle : la succion maximale est donc voisine de 0,8 bar. Les solutions du sol sont recueillies dans des fioles scellées (flacons à pénicilline). Avec deux pompes à vide, l'ensemble de toutes ces opérations nécessite environ deux heures pour deux ensembles de bougies. Nous effectuons aussi un prélèvement dans la lame d'eau recouvrant le sol et notons sa hauteur.

Dans les 24 heures, les solutions du sol sont analysées au laboratoire. Pour cette raison, et aussi parce que les échantillons sont sous vide, nous n'avons utilisé aucun inhibiteur de croissance bactérienne. L'ammonium est dosé colorimétriquement par la réaction du bleu d'indophénol catalysée par le nitroprussiate de sodium (ZADROJNY *et al.*, 1973 ; BURDIN et EGOUMENIDES, 1973). Le tampon phosphate employé disperse les argiles présentes dans la solution prélevée et facilite leur sédimentation. Un pré-dosage est effectué à partir de 1 ml, 0,1 ml, et éventuellement 0,01 ml de solution pour déterminer la dilution adéquate. Le dosage est ensuite répété deux fois en cas de dilution, une seule fois dans le cas contraire (4 ml de solution). La gamme-étalon à 0,25, 0,50, 0,75 et 1 ppm N-NH₄⁺ comporte quatre répétitions. La coloration obtenue est bleue, aucun produit organique n'ayant gêné la réaction pour les solutions issues de cet essai. La lecture de densité optique se fait à 625 nm sur un appareil Beckman Acta III. La limite de validité de la méthode est 0,1 ppm N-NH₄⁺ pour la solution du sol et 0,05 ppm pour la lame d'eau (quatre répétitions).

Le nitrate est dosé ionométriquement (MILHAM *et al.*, 1970) avec une électrode Orion, modèle 93-07 (ORION RESEARCH, 1981) associée à une électrode de référence Orion 90-02, toutes deux branchées sur l'échelle potentiométrique d'un pH-mètre Corning EEL modèle 109. Pour la mesure, nous utilisons 2 ml de la solution du sol ou 10 ml de la lame d'eau, que nous complétons à 20 ml avec de l'eau distillée. La force ionique de la solution est stabilisée avec 0,2 ml de (NH₄)₂SO₄ 0,2 N. La gamme-étalon comprend des solutions allant de 0,01 ppm de N-NO₃⁻ à 1 000 ppm. Le logarithme de la concentration étant relié linéairement à la mesure du potentiel dans la plage 0,05-1 000 ppm de N-NO₃⁻, la méthode s'applique jusqu'à 0,5 ppm pour la solution du sol et 0,1 ppm pour la lame d'eau.

Résultats

Nous présentons sur la figure 3 les résultats de neuf prélèvements successifs effectués sur une répétition, soit

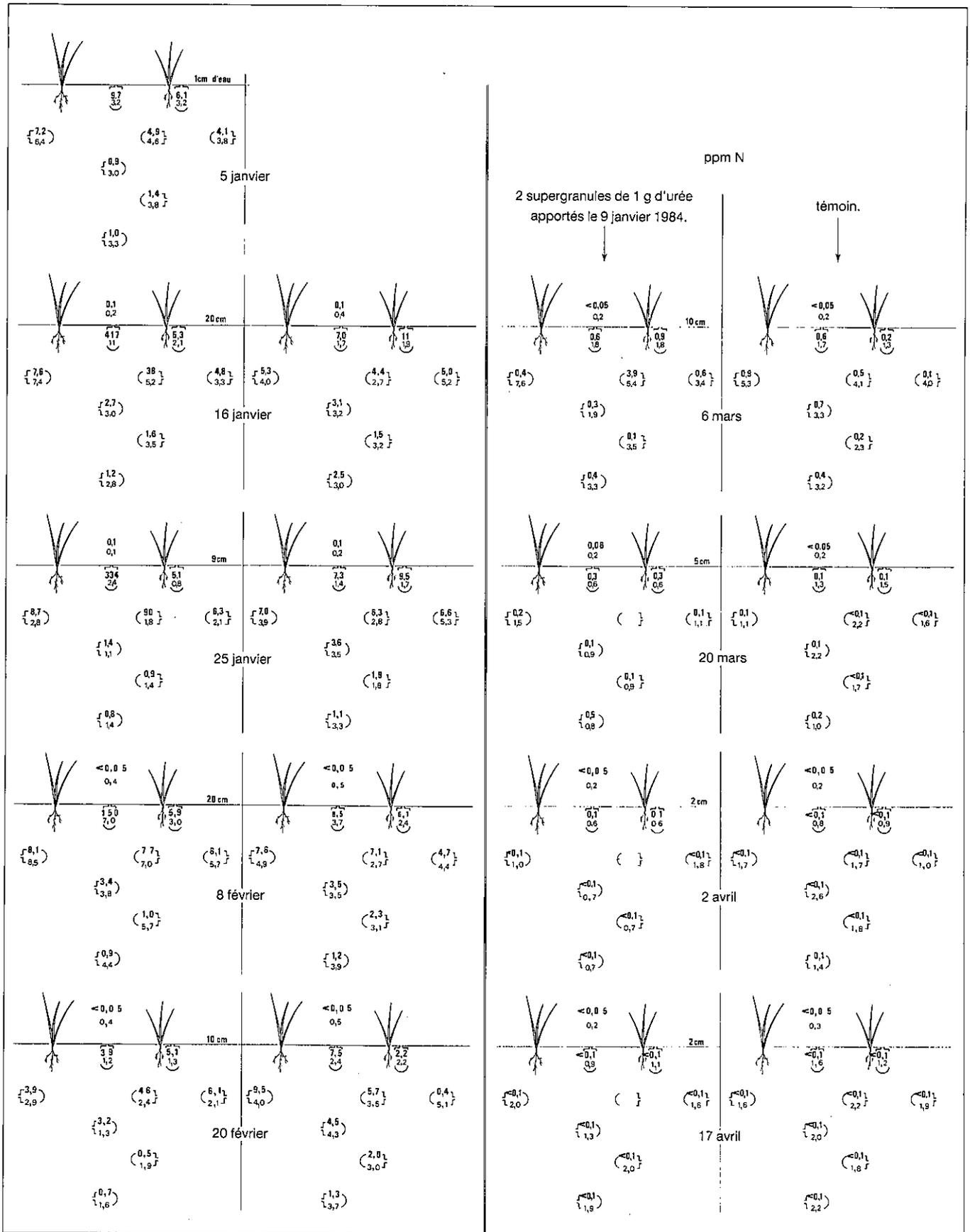


Figure 3 : Concentrations de la solution du sol en NH_4^+ et NO_3^- .

deux ensembles de bougies. Nous ne présentons pas ceux des deux autres répétitions car, d'une part, les dates de prélèvement sont décalées de quelques jours à une semaine, et, d'autre part, ils confirment ceux de la première répétition. Sur celle-ci, le premier prélèvement a été effectué un mois après repiquage, juste avant l'apport d'azote ; le dernier prélèvement a eu lieu à la récolte (14 mai 1984), mais ses résultats diffèrent très peu de celui du 17 avril. Une seule bougie s'est colmatée complètement, et ce à partir du 20 mars. Le premier prélèvement n'a été effectué que sur le traitement G, les autres sur les traitements G et T.

Nous avons effectué un prélèvement complémentaire le 15 février, en vue de confirmer en cours d'expérience l'efficacité de la méthode de prélèvement. Pour cela, nous avons procédé sur les bougies du traitement G (même répétition que ci-dessus), à des mesures de concentration sur les solutions qui sortent par vidange, puis application du vide. Les résultats sont reportés sur la figure 4.

Discussion

Du point de vue agronomique

Sur le témoin, et pour les premiers prélèvements, la teneur en NH_4^+ est maximale (7 à 11 ppm) près de la surface et diminue avec la profondeur (3 à 4 ppm à 16 cm ; 1 à 3 ppm à 30 cm) ; la teneur en NO_3^- lui est inférieure près de la surface (1 à 2 ppm) et supérieure en profondeur (3 à 4 ppm à 30 cm). La teneur en NH_4^+ diminue brutalement (0,1 à 0,9 ppm le 6 mars) en fin tallage-début montaison (fin février-début mars). La méthode de dosage ne fournit plus ensuite qu'une limite supérieure à cette concentration : 0,1 ppm. La concentration en nitrate diminue plus tard, mais faiblement. Le fait saillant concerne l'évolution du rapport $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$: entre 0,5 et 6 le 16 janvier, il est inférieur à 0,1 en fin de cycle. Ce déficit en ammonium peut résulter de deux facteurs : une consommation préférentielle de l'ammonium par le riz, un processus de dénitrification moins intense que celui de nitrification.

Le traitement supergranule, avant apport, est identique au témoin. Après, les concentrations en NH_4^+ sont très élevées (> 400 ppm) au voisinage du point M, ce qui confirme l'effet localisé des supergranules mis en évidence par SAVANT *et al.* (1982). Nous notons toutefois une plus forte concentration vers le haut ; ceci est sans doute dû à la méthode de placement des supergranules, qui modifie localement la structure régulière du sol et sa porosité.

La concentration en NH_4^+ est maximale une semaine à deux semaines après apport. Durant la première semaine, elle est multipliée par un facteur 10 à 40 sur deux bougies A. Ensuite, elle augmente très peu ou diminue. La

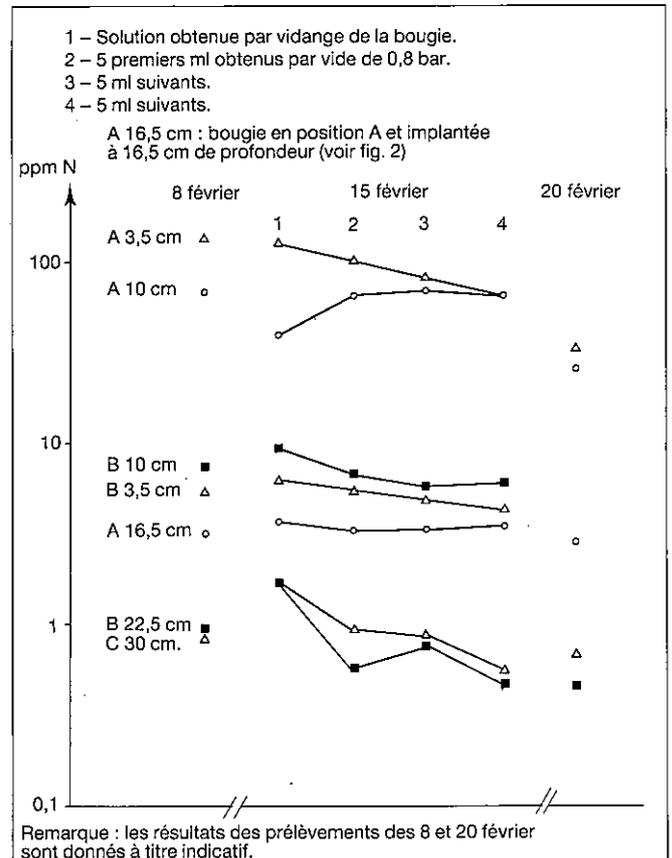


Figure 4 : Évolution de la concentration en NH_4^+ de la solution prélevée en fonction du temps (prélèvement du 15 février sur 7 bougies).

consommation d'ammonium variant peu en ordre de grandeur, nous pouvons en déduire que l'urée est hydrolysée en grande partie au bout d'une semaine, et totalement au bout de deux ou trois semaines. Ce laps de temps est voisin de celui observé par DELAUNE et PATRICK (1970). L'ammonium est consommé au moment du tallage, qui se situe en février. Sa concentration redescend au niveau de la concentration initiale à l'époque de la fin du tallage et du début de l'épiaison, début mars. Elle diminue ensuite en dessous de 0,1 ppm.

La concentration en nitrate atteint son maximum (11 ppm) juste après l'apport des supergranules et au-dessus de ceux-ci. Elle diminue au long du cycle, mais sans descendre au niveau des concentrations en ammonium (0,6 à 2 ppm N-NO_3^- pour moins de 0,1 ppm en N-NH_4^+).

L'ensemble des observations ci-dessus indique que l'azote provenant des supergranules a disparu de la « solution du sol » moins de deux mois après apport et un mois après hydrolyse. Les supergranules ont donc un effet retard très limité, qui a peu à voir avec l'effet retard marqué de l'isobutyl-diurée (IBDU), par exemple. Pourtant, à leur introduction sur le marché des engrais, la tendance générale a été de les ranger dans la même catégorie (PATNAIK et RAO, 1979). SAVANT et DE DATTA (1980) ont

même avancé l'hypothèse que le gradient très fort de concentration qui dérive des supergranules gêne les racines et les oblige à consommer d'abord l'azote périphérique, les racines progressant ensuite vers le centre. Si ce phénomène a lieu, ce ne peut être que dans une zone aux dimensions réduites (rayon ≤ 5 cm), car nous ne l'observons pas avec le dispositif d'étude mis en place.

La lame d'eau présente de faibles concentrations en NO_3^- (0,1 à 0,5 ppm) et encore plus faible en NH_4^+ (0,1 ppm ou moins).

La comparaison entre les deux traitements peut être effectuée sous l'angle cinétique, ceci d'autant plus que les concentrations en NH_4^+ varient parfois d'un facteur 10 à 65 entre deux prélèvements. Nous notons ainsi que la diminution brutale de la concentration en NH_4^+ de la solution du sol se produit dans tout le profil aux mêmes dates (et avec à peu près la même intensité) sur les deux traitements (prélèvements du 6 et du 20 mars). Les différences de concentration observées avant ce phénomène (400 à 50 ppm sur G ; 5 à 10 ppm sur T) ne semblent jouer aucun rôle : les supergranules « libèrent » donc de l'ammonium en grande quantité sans que cela semble modifier les cinétiques de prélèvement ou de disparition de cet ammonium. La réalité est certainement plus complexe et fait intervenir les différents compartiments de l'azote du sol ; mais elle ne peut guère être abordée qu'avec des isotopes.

Les supergranules ont essentiellement un effet localisé qui dure le temps de la consommation de l'ammonium, produit de l'hydrolyse de l'urée. Cet effet localisé permet de réduire les pertes par dénitrification (PATRICK et REDDY, 1976) et volatilisation (MIKKELSEN *et al.*, 1978). Il se juxtapose à un effet « date » qui consiste à obtenir une concentration maximale en NH_4^+ dans la solution du sol au moment de la consommation maximale (tallage-épiaison). C'est le « timing » (DE DATTA, 1981). L'intérêt de cette forme d'engrais est donc net, à condition de pouvoir l'apporter à la bonne place au bon moment.

Les concentrations en nitrates sont voisines sur les deux traitements. Elles descendent peu au-dessous de 1 ppm alors que les concentrations en ammonium passent au-dessous de 0,1 ppm. Cet épuisement de la solution du sol en ammonium peut être lié à deux facteurs, une nitrification intense de l'ammonium, ou sa consommation par le riz (YOUNGDAHL *et al.*, 1982).

L'ensemble des remarques précédentes est corroboré par les tallages et rendements obtenus sur les deux traitements : 13,0 talles par touffe pour T, 16,3 pour G ; 3,6 t/ha pour T, 4,3 t/ha pour G, soit une différence de rendement de 730 kg/ha, chiffre voisin de ceux obtenus par D'ONOFRIO *et al.* (1984). Nous observons que le rendement est proportionnel au nombre de talles.

Du point de vue méthodologique

L'essai a permis d'observer au champ le comportement des bougies poreuses. Les variations de la concentration

en NH_4^+ entre deux prélèvements successifs atteignent des facteurs 40 et 60 dans l'un et l'autre sens. Cette bonne réponse des bougies est sans doute liée à deux facteurs :

– la plage de concentration est telle que la capacité d'échange de la bougie intervient très peu sur les résultats. Pour une concentration de 0,005 ppm, ZIMMERMANN *et al.* (1978) observent un taux de recouvrement en ammonium de 28 %. Pour des concentrations 20 fois à 100 000 fois plus fortes comme celles de notre essai, ce taux de recouvrement doit atteindre les 100 % ;

– la méthode de prélèvement. Nous avons abordé ce second point plus en détail en procédant sur les bougies du traitement G à des mesures de concentration en NH_4^+ sur les solutions qui sortent par vidange, puis application du vide. Les résultats sont reportés sur la figure 4. Ils indiquent que la solution contenue dans la bougie depuis le prélèvement précédent a évolué par rapport à la solution du sol et ne peut être retenue. Les trois prélèvements qui suivent présentent des concentrations voisines, dans une fourchette de 20 % autour de la valeur moyenne. Ce résultat prouve le bien fondé de la méthode retenue.

Nous avons par ailleurs essayé de déterminer le volume de sol touché par une bougie. Ce volume de sol drainé par un prélèvement peut être calculé approximativement de la façon indiquée ci-après. Le vide utilisé de 0,8 bar est voisin du potentiel matriciel à la capacité au champ pour ce sol (argileux en surface, limono-argileux en profondeur). La bougie draine donc l'eau comprise entre l'humidité volumique à saturation (50 à 55 %) et la capacité au champ (40 à 45 %), soit à peu près le dixième du volume. Pour un prélèvement de 15 ml, le volume de sol touché est donc voisin de 150 cm³. Pour les bougies utilisées, cela correspond à une épaisseur de sol entourant le préleveur de 1,8 cm pour une longueur de 5,8 cm. Il y a donc déplacement de la solution du sol. De plus, cet effet perturbateur inévitable s'ajoute à un effet de mélange des solutions provenant de différents niveaux, dû à la longueur trop grande des préleveurs. Nous avons calculé qu'en utilisant des bougies de référence 2550-l, huit fois plus petites en volume, l'épaisseur de sol touché serait 3,2 cm pour une longueur de 2,3 cm. Il y aurait donc un effet de déplacement plus important mais un effet de mélange moindre. Elles conviendraient mieux en position A. Si on excepte ce problème de taille des bougies, la méthode de prélèvement est un bon compromis qui permet d'extraire la solution du sol sans trop la perturber.

Conclusion

La méthode de prélèvement de la solution du sol par bougies poreuses pour le suivi des différentes formes de l'azote dans les sols de rizières est très prometteuse. Elle a donné d'excellents résultats dans un cas où la géométrie d'apport de l'engrais azoté était importante. Elle peut

sans doute être améliorée par l'utilisation de bougies plus petites implantées plus près du point d'apport.

L'essai réalisé a bien mis en évidence le caractère localisé de l'ammonium provenant des supergranules. Il est toutefois limité du fait du faible nombre de traitements (deux) et parce que les répétitions ne sont pas synchrones. L'interprétation des résultats aurait été facilitée si les traitements avec riz avaient été doublés par des traitements sans riz et/ou perlurée.

Par ailleurs, il serait possible de prélever à l'inter-saison aussi longtemps que le sol est saturé ; cela apporterait des informations sur la recharge de la solution du sol en nitrate et ammonium. Enfin, il serait intéressant de comparer les concentrations observées de la solution du sol aux valeurs obtenues par la méthode d'extraction par KCl N (pour l'ammonium).

Reçu le 17 juillet 1984.
Accepté le 15 janvier 1985.

Remerciements. Nous remercions vivement M. Samuel RANDRIANARISON, qui a mis sa rizière à notre disposition, et tout le personnel du LRI de Tananarive pour l'aide qu'il nous a apportée.

Références bibliographiques

BURDIN S., EGOUMENIDES C., 1973. Détermination de l'azote ammoniacal et nitrrique dans les sols et les eaux. Méthodes de dosage automatique. *L'Agron. Trop.*, 28 (12) : 1193-1199.

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

DELAUNE R.D., PATRICK W.M.H., 1970. Urea conversion to ammonia in waterlogged soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 34 : 603-607.

D'ONOFRIO G., RAVOHITRARIVO C.P., DUPUY J., GAUDIN R., 1984. Effets comparés de l'application de perlurée et de supergranules d'urée sur riz inondé à Madagascar. *À paraître*.

GAUDIN R., DUPUY J., RANAIVO J., 1985. Les bougies poreuses, un outil pour suivre NH_4^+ et NO_3^- en solution dans les sols de rizières. I - Étude bibliographique. *L'Agron. Trop.*, 40 (1).

JOURDAN O., 1979. Éléments pour la fabrication et la mise en œuvre des tensiomètres à mercure. *Bull. Groupe Français Humidité. Neutron.*, (6) : 53-64.

MIKKELSEN D.S., DE DATTA S.K., OBCEMEA W.N., 1978. Ammonia volatilization losses from flooded rice soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42 : 725-730.

MILHAM P.J., AWAD A.S., PAULL R.E., BULL J.E., 1970. Analysis of plants, soils, and waters for nitrate by using an ion-selective electrode. *Analyst*, 95 : 751-757.

ORION RESEARCH, 1981. Instruction manual for nitrate ion electrode, Model 93-07. Cambridge, Orion Research, 31 p.

PATNAIK S., RAO M.V., 1979. Sources of nitrogen for rice production. *In* : Nitrogen and rice, Los Baños, IRRI, p. 25-43.

PATRICK W.H., REDDY K.R., 1976. Nitrification-denitrification reactions in flooded soils and water bottoms : dependence on oxygen supply and ammonium diffusion. *J. Environ. Qual.*, 5 : 469-472.

SAVANT N.K., DE DATTA S.K., 1979. Nitrogen release patterns from deep placement sites of urea in a wetland rice soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43 : 131-134.

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}N uptake by rice after deep placement of urea supergranules in wetland soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46 : 567-573.

SHIORI M., 1941. Denitrification in paddy soils. *Kagaku (Tokyo)*, 11 : 1-24.

VELLY J., 1967. Influence de la localisation de l'azote et du phosphore en rizière sur leur absorption étudiée avec les isotopes ^{15}N et ^{32}P . *L'Agron. Trop.*, 22 (4) : 364-376.

YOUNGDAHL L.J., PACHECO R., STREET J.J., VLEK P.L.G., 1982. The kinetics of ammonium and nitrate uptake by young rice plants. *Plant and Soil*, 69 : 225-232.

ZADOROJNY C., SAXTON S., FINGER R., 1973. Spectrophotometric determination of ammonia. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 45 (5) : 905-912.

ZIMMERMANN C.F., PRICE M.T., MONTGOMERY J.R., 1978. A comparison of ceramic and teflon *in situ* samplers for nutrient pore water determinations. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 7 : 93-97.

Summary

GAUDIN R., DUPUY J., RANAIVO J. - The porous ceramic cups, a tool to follow NH_4^+ and NO_3^- in solution in rice-field soils. II - Experiments.

Porous ceramic cups were used in a rice-field soil to follow ammonium and nitrate distribution in a soil solution after urea supergranules had been applied in the soil at a depth of 10 cm. The method showed a localized effect of supergranules (400 ppm N-NH₄⁺ at 6.5 cm from fertilizer placement) and ammonium depletion in the soil solution at the end of the cycle (< 0.1 ppm N-NH₄⁺). Nitrate concentration ranged from 0.6 to 11 ppm N-NO₃.

In this trial, the method proved to be quite reliable. It is easier to use than other methods such as field coring or sampling of undisturbed soil. It could be used in a great deal of fertility studies of rice-field soils : soil formation, classification, nitrogen dynamics, etc.

Key words : Porous ceramic cups, soil solution, nitrogen, urea supergranules, rice-field soils.

Resumen

GAUDIN R., DUPUY J., RANAIVO J. – **Las bujías porosas, un instrumento para observar NH_4^+ y NO_3^- en solución en los suelos de arrozales. II – Estudio experimental.**

La tecnología de las bujías porosas se aplica aquí a un suelo de arrozal a fin de observar la distribución del amonio y del nitrato en la solución del suelo tras una aplicación de supergránulos de urea a 10 cm de profundidad. Se ha descubierto así un efecto localizado de los supergránulos (400 ppm N- NH_4^+ a 6,5 cm del punto de aplicación) y se ha observado un agotamiento del amonio de la

solución del suelo al final del ciclo ($< 0,1$ ppm N- NH_4^+). Las concentraciones de nitratos varían poco (0,6 a 11 ppm N- NO_3^-).

Esta tecnología ha demostrado toda su fiabilidad a partir de este ejemplo. Es más sencilla que otros métodos : extracción de muestras en el campo o corte de columna de suelo. Podría utilizarse en numerosos estudios de fertilidad de los suelos de arrozales : formación de dichos suelos, clasificación, dinámica del nitrógeno, etc.

Palabras-clave : Bujías porosas, solución del suelo, nitrógeno, supergránulos de urea, suelos de arrozales.

