



## Inefficacité de l'urée dans un Arénoferralsol de Kinshasa Ineffectiveness of urea in an Arenoferralsol from Kinshasa

Mataba Mpongata Jared\* & Christophe Lumpungu Kabamba

Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Gestion des Ressources Naturelles, Université de Kinshasa, R.D.C

### Article info

Histoire :

Reçu le 23 Janvier 2023

Accepté le 27 avril 2023

Mots clés : Perte de l'azote uréique, Volatilisation ammoniacale, Pouvoir de nitrification, Incubation, Sol de Kinshasa

Auteur correspondant :  
jaredmataba@gmail.com

### Résumé

L'azote est le premier élément minéral limitant le niveau de production de nombreux systèmes culturaux agricoles dans le monde. Paradoxalement, cet élément, qui représente une charge importante pour l'agriculteur, échappe au système et vient polluer les cours d'eau, les nappes souterraines et l'atmosphère. Aussi, les pertes d'azotes, sous diverses formes, est une question des plus préoccupantes dans le monde aujourd'hui. Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes servis de l'urée car, c'est l'engrais azoté le plus concentré (46% N) et le plus largement utilisé dans la pratique agricole en raison de ses autres avantages, notamment le faible coût de transport, de manutention, de stockage et d'épandage. Nonobstant sa concentration, la plus élevée en azote parmi les engrais, son application demande cependant certaines précautions pour contrer sa dissipation, qui limite son efficacité dans la pratique agricole. Il ressort de cette étude que l'inefficacité de l'urée observée dans le sol de Kinshasa est due particulièrement à la volatilisation ammoniacale, pouvant aller jusqu'à 12 jours, qui élève le pH du sol jusqu'à un seuil maximum supérieur à 9. Celle-ci est exacerbée par un très faible pouvoir de nitrification de ce sol.

### Article info

Article history:

Received 23 January 2023

Accepted 27 April 2023

Keywords: Loss of urea nitrogen, Ammonia volatilization, Power nitrification, Incubation, Soil of Kinshasa



Copyright©2023 JOASD

\*Corresponding author  
jaredmataba@gmail.com

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

### Abstract

Nitrogen is the first mineral element limiting the level of production of many agricultural cropping systems in the world. Paradoxically, this element, which represents a significant burden for the farmer, escapes the system and pollutes waterways, groundwater and the atmosphere. Also, the loss of nitrogen, in various forms is an issue of most concern in the world today. As part of this work, we used urea because it is the most concentrated nitrogen fertilizer (46% N) and the widely used in agricultural practice due to its other advantages, in particular the low cost of transport, handling, storage and spreading. Notwithstanding its concentration, the highest in nitrogen among fertilizers, its application requires certain precautions to counter its dissipation, which limiting its efficiency in agricultural practice. It appears from this study that the ineffectiveness of urea observed in the soil of Kinshasa is due particularly to ammoniacal volatilization, which can last up to 12 days, which raises the pH of the soil to a maximum threshold greater than 9. This is exacerbated by the very low nitrification power of this soil

### 1. INTRODUCTION

L'azote, principal constituant des acides aminés, élément essentiel pour la croissance et le niveau de rendements de cultures, existe dans les sols

sous différentes formes, plus au moins stables, sous des formes organiques aisément minéralisables ou sous des formes minérales (nitrate, nitrite et azote ammoniacal). Parmi les

formes minérales, l'azote ammoniacal peut se présenter en ammonium libre, faiblement lié, fortement lié ou fixé non échangeable (Adams, 1963 ; Blanchet et al, 1963 cité par Mataba, 2010).

Dans la pratique, l'étude de l'azote dévoile un double intérêt : économique et environnemental. Sur le plan économique, la connaissance et la maîtrise de la distribution de l'azote entre les différents compartiments du sol, permet de bien raisonner son application dans le but d'agir positivement sur la culture. Sur le plan environnemental, l'étude du bilan quantitatif évite les pertes par lixiviation susceptibles de poser le problème d'eutrophisation des cours d'eau qui augmente la croissance importante d'algues (Dridi & Gallali, 2006 ; Mataba, 2010). Au-delà, il faut aussi que sa quantité soit optimale dans le sol afin de stimuler l'absorption des autres éléments nutritifs et favoriser ainsi le développement de la plante. Par contre, son excès peut favoriser la croissance végétative conduisant à des baisses de rendement, car comme le dit (Mataba, 2010 ; Méricout, 2006), il favorise aussi les infestations de maladies et d'insectes (N'dayegamiye, 2006).

Vis-à-vis de ces préoccupations économiques et environnementales, les recherches sur l'azote constituent des thèmes d'actualité et des axes de recherches prioritaires. En effet, parmi les problèmes multiples et complexes posés par l'utilisation de l'azote en agriculture, la dynamique et les différentes transformations chimiques ou biologiques (Vale, 2006 ; Watson et al., 1989) qu'il subit, dans le sol, constituent une problématique environnementale à résoudre. Ces transformations qui peuvent être à la base des pertes subies par les sols en cet élément, sont sous la dépendance, dans les conditions naturelles, des plusieurs facteurs : climat (température, pluie, humidité relative, ...), façons culturales (aération, drainage, irrigation, ...), propriétés physico-chimiques des sols et nature des plantes cultivées (Lumpungu, 1983 ; Recous, 1987, Souder & Taureau, 1997, Ferrugia (2001) cités par Méricout, 2006 ; Rochette ; 2008; Gagnon, 2009 ; Mataba, 2010). Malgré la diversité des études portant sur ce sujet, des nombreuses interrogations subsistent encore. S'il est possible d'apprécier, dans les sols cultivés et fertilisés les réserves en P, K, Ca et Mg notamment pouvant être rapidement mises à la disposition de la plante, grâce à des analyses saisonnières, il n'en est pas de même pour l'azote, à cause de variations considérables intervenant au cours de l'année dans le sol, dues,

notamment à sa transformation sous l'influence des microorganismes. Selon Lumpungu (1978), l'activité de microorganismes semble être prépondérante dans ce domaine dans le sol.

Ainsi, dans certains cas, l'absence des nitrificateurs, peut être à la base des fortes pertes que subissent les sols en cet élément et expliquer l'inefficacité des engrais ammoniacaux et de l'urée que l'on peut observer çà et là (Lumpungu, 1978 ; Mataba, 2010).

L'objet du présent travail est d'étudier, dans les conditions de laboratoire, le comportement de l'urée dans un sol de Kinshasa, en raison de sa faible efficacité y observée.

## 2. MATERIEL ET METHODES

Notre étude a consisté à observer, au laboratoire, le comportement de l'urée dans un Arénoferralsol de Kinshasa. Pour ce faire, nous avons suivi la transformation de l'urée en azote ammoniacal et nitrique pendant 12 jours. L'azote nitreux étant une forme passagère, instable et transitoire vers le nitrate, nous ne l'avons pas déterminée.

Le sol employé dans cette étude a été exclusivement prélevé dans la couche de surface, allant de 0 à 30 cm de profondeur, en utilisant une tarière.

Deux types d'échantillons ont été prélevés, dont l'un issu d'un sol travaillé, c'est-à-dire ayant subi, au moins une fois, les procédés agricoles et, l'autre issu d'un sol non travaillé.

Le dosage de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$ ) et nitrique ( $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ ) du sol a été fait au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655 pour  $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$  et 430 nm pour  $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ , après l'extraction de l'azote du sol avec le chlorure de potassium 2M.

En vue de suivre la nitrification dans le sol, outre le traitement témoin ( $\text{T}_0$ ) n'ayant pas reçu l'urée, 5g de cet engrais, soit 2,3g d'azote ont été appliqués à 500g de sol le jour même de l'échantillonnage aux traitements  $\text{T}_1$  et  $\text{T}_2$ , tripliqués, comme aussi  $\text{T}_0$ .

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Sol travaillé

Les résultats des analyses réalisées sur le sol travaillé, sont présentés dans le Tableau 1.

Dans le traitement témoin ( $\text{T}_0$ ), sans application de l'urée, le pH était de 7,04, alors que les quantités de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$ ) et nitrique ( $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ ) étaient, respectivement, de 0,31 et 13,15mg. Après quatre jours d'incubation, le pH était monté, dans le sol ayant reçu l'urée à 9,23, dépassant le seuil de 8,8,

**Tableau 1.** Evolution du pH, d'azote ammoniacal et nitrique dans le sol travaillé

	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg)
<b>T<sub>0</sub> (traitement témoin)</b>	7,04	0,31	13,15
<b>T<sub>1</sub> (analyse après 4 jours d'incubation)</b>	9,23	0,29	36
<b>T<sub>2</sub> (analyse après 12 jours d'incubation)</b>	8,87	0,405	118,75

considéré comme valeur maximale par Grasser (1964) et Overrein et al (1967). Ce qui renseigne une forte production de NH<sub>3</sub> qui s'est, fort probablement, volatilisé. Les faibles quantités de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N (0,29 mg) et de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N (36 mg) retrouvées dans le sol, ne représentant ensemble que 1,58 % de l'azote uréique apporté, suggèrent cette forte volatilisation.

Au 12<sup>ème</sup> jour, l'amorce de la baisse du pH observée qui pourrait signifier le début de la réduction de la production de NH<sub>3</sub> volatil n'est que très faible et insignifiant pour pouvoir, éventuellement, activer le processus de nitrification. En effet, comme on peut le constater, la quantité de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N ne s'est accrue, pendant ce temps, que de 82,75 mg sur les 2,3 g de l'azote appliqué, passant de 36 mg, au 4<sup>ème</sup> jour à 118,75 mg au 12<sup>ème</sup> jour.

Si l'on tient compte des quantités retrouvées dans le traitement témoin (T<sub>0</sub>), seulement, 0,99% et 4,59% de l'azote uréique appliqué ont été convertis en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, respectivement, 4 jours (T<sub>1</sub>) et 12 jours après incubation (T<sub>2</sub>). Ceci représente une très faible activité de nitrification, mais, par contre une très grande tendance à la volatilisation.

### 3.2. Sol non travaillé

Les résultats des analyses réalisées sur le sol non travaillé, sont présentés dans le Tableau 2.

Dans le sol non travaillé, la tendance était, quasiment, la même que dans le sol travaillé. On observe, ici aussi, une forte augmentation du pH

Au 12<sup>ème</sup> jour, le pH reste toujours élevé (8,64), mais avec la tendance à la baisse qui pourrait notifier le début de la réduction de la production de l'ammoniac volatil. Tout compte fait, seulement 0,043% et 6,25% d'azote apporté ont été convertis respectivement en NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N. Le fait que la quantité de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N reste aussi très bas signifie que la masse de l'azote uréique se perd par volatilisation, comme l'avait démontré Kamion (1998) dans son travail. Cette faible progression du taux de conversion après douze jours d'incubation, suggère, comme pour le sol travaillé, un très faible pouvoir de nitrification de ce sol. Cette situation, semble être répandue en RDC. En effet, dans un sol de Kisangani, Abdala (1979) signale avoir observé seulement 0,049% de conversion de l'azote uréique appliqué en nitrate en 15 jours d'incubation.

Si l'on tient compte des quantités retrouvées dans le traitement témoin (T<sub>0</sub>), seulement, 1,75% et 5,85% de l'azote uréique appliqué ont été convertis en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, respectivement, 4 jours (T<sub>1</sub>) et 12 jours après incubation (T<sub>2</sub>). Ceci représente une très faible activité de nitrification, mais, par contre une très grande tendance à la volatilisation ammoniacale.

Ceci nous pousse à dire que la volatilisation ammoniacale est très élevée et la nitrification très basse dans ces sols de la RD Congo étudiés, alors que dans un sol tunisien basique d'El-Zahra, pourtant riche en calcaire (29,6% de CaCO<sub>3</sub>) avec un pH de 7,4, Lumpungu (1978)

**Tableau 2.** Evolution du pH, d'azote ammoniacal et nitrique dans le sol non travaillé

	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg)
<b>T<sub>0</sub> (traitement témoin)</b>	6,4	0,28	9,25
<b>T<sub>1</sub> (analyse après 4 jours d'incubation)</b>	9,13	0,17	49,5
<b>T<sub>2</sub> (analyse après 12 jours d'incubation)</b>	8,64	0,99	143,75

qui part de 6,4, dans le sol du traitement témoin (T<sub>0</sub>) à 9,13 dans le sol du traitement (T<sub>1</sub>), après quatre jours d'incubation. La quantité de l'azote uréique converti n'est que de 0,17 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, soit 0,007 % d'azote appliqué et de 49,5 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, soit 2,15% de l'azote appliqué.

avait observé 100% de conversion de l'azote uréique en nitrate en seulement 3 jours d'incubation. On pourrait même dire, ici, que la nitrification est quasi instantané dans ce sol, car aucune perte en azote n'avait pu être identifiée dans cet espace de temps. Ceci confirme, d'avantage, la prépondérance de l'action des

microorganismes sur le comportement et le processus de transformation de l'azote dans le sol.

#### 4. CONCLUSION

Par ce travail, notre intention était de suivre le comportement de l'urée dans deux échantillons du sol de Kinshasa (travaillé et non), afin d'évaluer leur pouvoir de nitrification et ainsi leur potentialité à la libération, par volatilisation, de l'azote ammoniacale, pouvant expliquer le peu d'efficacité de cet engrais observée.

Pour ce faire, nous avons dosé et comparé l'évolution de l'azote (ammoniacal et nitrique) au départ, 4 jours et 12 jours après incubation dans les conditions ambiantes de laboratoire.

Les résultats obtenus, aussi bien dans le sol travaillé que non travaillé, dans un espace de temps de 12 jours, étaient quasiment semblables dans les deux échantillons de sol.

Ceux-ci ont permis de conclure que le faible pouvoir de nitrification, dans l'Arénoferalsol de Kinshasa, contribue, largement, à la perte de l'urée par volatilisation ammoniacale.

#### REFERENCES

Adams R.S. (1963). Ammonium Sorption and Release by Soil-forming Rocks and Mineral, These University Illinois, Illinois-USA.77p.

Blanchet R., Studer R., Chaumont C. & Le Blevenac L. (1963). Principaux facteurs influençant la rétrogradation de l'Ammonium dans les conditions naturelles des sols. C.A. Acad. Sci. Fr., 256 (10): 2223-2225.

Dridi I. & Gallali T. (2006). Distribution de l'Azote et caractérisation des sols de la Tunisie du Nord, Unité de Recherche de Pédologie, Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 2092 Tunis, Tunisie. 23p.

Ferrugia A. (2001). Détermination de la valeur azotée d'effluents Agro-industriels et urbains, conditions de l'expression de la minéralisation de l'azote organique dans des émissions d'ammoniac gazeux, Mémoire de fin d'études, Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan, France ; 89p.

Gagnon J. (2009). Impact des différentes formes d'azote (Urée,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) sur la croissance des plants et sur le lessivage des engrais, Session de formation sur la nutrition minérale des plants forestiers, Ministère des Forêts, Direction de la recherche. Rapport interne n° 349. 20p.

Gasser J.K.R. (1964). Urea as fertilizer, Soils and Fertilizers, 27: 175-180.

Kamion F. (1998). Evaluation de la perte de l'urée dans le sol de Kinshasa, Travail de fin de cycle, faculté des Sciences agronomiques, Université de Kinshasa, Kinshasa-RDC. 38p.

Kulelemba A. (1979). Etude de nitrification dans un sol de Kisangani, Travail de fin de premier cycle d'ingénieur, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Nationale du Zaïre, Yangambi-Zaïre, 42p.

Lumpungu K. (1978). Die Ammoniak Freisetzung aus Harnstoff und die Harnstoff-N-Wirkung bei verschiedenen Behandlungen, Thèse de doctorat, Département de chimie agricole, Faculté des sciences agronomiques, Université de Bonn, RFA. 275p.

Lumpungu K. (1983). La perte en azote et la phytotoxicité de l'urée dans le sol. Annales de Gembloux, 2<sup>ème</sup> trimestre, 89<sup>ème</sup> année, Gembloux (Belgique). 89 : 117-127.

Mataba J. (2010). Évaluation de la capacité de nitrification d'un sol de Kinshasa: Une contribution à l'étude de la dynamique de l'urée dans le sol. Mémoire de 2<sup>nd</sup> cycle, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, 39p.

Mérigout P. (2006). Étude du métabolisme de la plante en réponse à l'apport de différents fertilisants et adjuvants culturaux. Influence des phytohormones sur le métabolisme azoté. Thèse de doctorat, école doctoral Abies, Institut National Agronomique Paris-Grignon. 214p.

N'dayegamiye A. (2006). Sol comme important source d'azote. le producteur de lait québécois novembre 2006. 15p.

Overrein L.N. & Moe P.G. (1967). Factors affecting urea hydrolysis and ammoniac volatilization in soil, Proc. Soil Sci. Soc Am. 31: 57-61.

Rochette P. (2008). Gestion des engrais minéraux et organiques : Volatilisation de l'ammoniac, Colloque en agroenvironnement, le respect de l'environnement : tout simplement, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Drummondville Québec-Canada.

Vale M. (2006). Quantification et prédiction de la minéralisation nette de l'azote du sol in situ, sous divers pédoclimats et systèmes de culture français. Thèse n° 2367, INRA-France, 217p.

Watson S.W., Bock E., Harms H., Koops H.P. & Hooper A.B. (1989). Family Nitrobacteriaceae Buchanan. In Bergey's manual of systematic bacteriology, S.T. Williams, M.E. Sharpe & J.G. Holt, (eds). Williams and Wilkins, Baltimore, MA, Vol. 3, 1808-1834.