

LES ENGRAIS AVEC INHIBITEURS DE NITRIFICATION : UN OUTIL EFFICACE ET PRATIQUE POUR REDUIRE LES EMISSIONS DE N₂O.

Alexander H. Wissemeier
BASF Agricultural Center, D-67114 Limburgerhof

Reinhardt Hähndel
K+S Nitrogen, D-68165 Mannheim

INTRODUCTION

Le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) sont deux des trois Gaz à Effet de Serre (GES) pour lesquels l'agriculture est à l'origine de la plus importante source d'émission. Le protoxyde d'azote émis en France est à 68% d'origine agricole (Germon et al 2003) et représente 15% du pouvoir radiatif global national (données Citepa 2009).

La nitrification, et principalement la dénitrification biologique (réduction des nitrates en azote gazeux), sont les principaux phénomènes émetteurs de N₂O au niveau du sol. Stehfest et Bouwman (2006) ont montré que les pratiques agronomiques (quantité d'azote apportée, forme de l'azote, type de culture, travail du sol,...) influencent fortement sur les émissions de N₂O. Une limitation de la teneur en azote nitrique dans le sol et une bonne aération de celui-ci semblent être 2 facteurs importants pour diminuer les émissions de N₂O.

Le raisonnement de la fertilisation azotée (date et dose d'apport) reste donc le premier moyen de réduire les émissions de N₂O. La forme d'azote utilisée semble également avoir une influence et de nombreuses études scientifiques ont montré que l'utilisation d'inhibiteur de nitrification permettait de réduire de manière significative les pertes en N₂O.

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES INHIBITEURS DE NITRIFICATION ET L'EFFET SUR LES EMISSIONS DE N₂O

Les inhibiteurs de nitrification interviennent directement sur le processus de nitrification en le ralentissant. L'azote persiste plus longtemps sous forme ammoniacale et les pics de concentration en nitrate sont diminués. Cela permet de réduire potentiellement les émissions directes de N₂O, voire indirectement en réduisant la sensibilité au lessivage de l'azote.

EVALUATION DES REDUCTIONS DES EMISSIONS DE N₂O AVEC DIFFERENTS INHIBITEURS

De nombreux travaux publiés ces 10 dernières années (Tableau 1) font état de réduction d'émission de N₂O. Ces tests ont été réalisés sur des formes d'azote différentes :

- minérales
 - o sulfonitrate d'ammoniaque (ASN)
 - o sulfate d'ammoniaque
- ou assimilées minérales
 - o urée
- ou sur des formes purement organiques
 - o lisier

Trois inhibiteurs de nitrification ont été testés :

- Le DMPP (3,4-diméthyl-pyrazole phosphate) homologué en France dans différentes formules et commercialisé sous le nom de marque ENTEC
- Le DCD (dicyandiamide) inscrit au tableau F1 de l'annexe I du règlement européen 2003/2003
- L'association DCD+TZ (dicyandiamide + triazole) est en cours d'inscription au tableau F1 de l'annexe I du règlement européen 2003/2003.

Enfin les essais ont été réalisés sur une grande variation de supports culturels (du laboratoire à la prairie en passant par les cultures de printemps ou les cultures d'hiver).

Tableau 1 Synthèse bibliographique des réductions des émissions de N₂O après utilisation de différents inhibiteurs de nitrification sur différentes formes d'azote organique et minérale.

Inhibiteur de nitrification	% de réduction de N ₂ O	Type de fertilisant	Culture	Durée des mesures	Référence
DMPP	40	ASN	Laitue, chou-fleur	Saison de production	Ruser et Al.,(2009)
DMPP	48-69	Lisier	Prairie	22 jours	Merino et Al.(2005)
DCD+TZ	30	Urée + sulfate d'ammoniaque	Blé d'hiver	Saison de production	Weber et Al., (2004)
DMPP	58	ASN	Prairie	60 jours	Macadam et Al., (2003)
DCD+TZ	46	Urée	Etude laboratoire sur sol seulement	63 jours	Wozniak et Al., (2002)
DCD	24	Urée	Blé	95 jours	Majumdar et Al.,(2002)
DMPP	51	ASN	Orge de printemps, maïs et blé d'hiver	3 ans	Weiske et Al., (2001)
DMPP	32	Lisier	Prairie	22 jours	Dittert et Al., (2001)
DCD	82-95	Urée	Orge de printemps	90 jours	Delgado et Mosier, (2001)
DCD	53	Urée	Blé	Saison de production	Mosier et Al., (1996)
DCD	40-92	Sulfate d'ammoniaque	Prairie	64 jours	Skiba et Al., (1993)

Les réductions d'émissions de N₂O sont très variables mais elles sont généralement assez importantes : variant de 25 % à plus de 90 % conduisant à une moyenne proche d'environ 50% de réduction.

D'autres synthèses réalisées avec les inhibiteurs de nitrification (Akiyama 2010) conduisent à des résultats similaires et des réductions d'émissions d'émissions proches de 40%.

CONCLUSION

Afin de répondre aux fortes attentes sociétales pour lutter contre le réchauffement climatique, la réduction des émissions de N₂O en agriculture doit être traitée comme un sujet majeur. L'optimisation du flux d'azote dans la parcelle est prioritaire et le raisonnement de la dose d'azote apportée reste la base. Toutefois l'utilisation d'inhibiteur de nitrification représente une voie de progrès pour réduire ces pertes. Au-delà de l'efficacité de cette technique pour limiter les émissions de protoxyde d'azote, elle présente l'intérêt d'être facile à mettre en place, sans changement majeur pour l'utilisateur. Les inhibiteurs de nitrification sont déjà utilisés par les agriculteurs pour d'autres critères (rendements qualitatif et quantitatif, réduction du lessivage des nitrates....). Leur valorisation économique étant déjà justifiée, leur action sur les émissions de N₂O sera d'autant mieux acceptée et mise en œuvre par les agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Akiyama H. Yan X. Yagi K., 2010 - Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils : meta-analysis. *Global Change Biology*. 16, 1837-1846.
- Delgado J A. Mosier A R. 1996 – Mitigation alternatives to decrease nitrous oxides emissions and urea-nitrogen loss and their effect on methane flux. *J. Env. Qual.* 25, 1105-1111.
- Dittert K. Bol R. King R. Chadwick D. Hatch D., 2001 – Use of a novel nitrification inhibitor to reduce nitrous oxide emission from 15N-labelled dairy slurry injected into soil. *Rapid communications in Mass Spectrometry* 15,1291-1296.
- Germon J Ci. Henault C. Cellier P. Chêneby D. Duval O. Gabrielle B. Laville P. Nicoulaud B. Phillipot L., 2003 - Les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) d'origine agricole. *Evaluation au niveau du territoire français, Etude et Gestion des Sols*, Volume 10,4, 315-328.
- Macadam X M B. del Prado A. Merino P. Estavillo J.M. Pinto M. Gonzalez-Murua C., 2003 – Dicyandiamide and 3,4-dimethyl pyrazole phosphate decrease N₂O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover; *J. Plant Physiol.* 160 : 1517-1523
- Majumdar D.Pathak H. Kumar S. Jain M C., 2002 – Nitrous oxide emission from a sandy loam inceptisol under irrigated wheat in India as influenced by different nitrification inhibitors. *Agriculture, Ecosystems and Environnement* 91, 283-293.
- Merino P. Menendes S. Pinto M. Gonzales-Murua C. Estavillo J.M., 2005 - 3,4 Dimethylpyrazole phosphate reduces nitrous oxide emissions from grassland after slurry application. *Soil Use and Management.* 21: 53-57.
- Mosier A R. Duxbury J M. Freney J R. Heinemeyer O. Miami K., 1996 - Nitrous oxide emissions from agricultural fields: assessment, measurement and mitigation. *Plant soil* 181 : 95-108.
- Skiba V. Smith K A. Fowler D., 1993 - Nitrification and denitrification as sources of nitric oxide and nitrous oxide in a sandy loam soil. *Soil Biochem* 25 : 1527-1536.
- Weber A. Guster R. Michel H J. Wozniak H. Chen G X. Xu H. Niclas H J., 2004a - Dicyandiamide and 1 h-1,2,4,- Triazole- a new effective nitrification inhibitor for reducing nitrous oxide emissions from cultivated land, in Weiske A : *Greenhouse Gas Emissions from Agriculture – Mitigation Options and Strategies*. Institute for energy and and environnement, Leipzig, Germany, pp. 273,275
- Weiske A. Benckiser G. Herbert T. Ottow J C G., 2001 – Influence of the nitrification inhibitor 3,4 –dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) in comparaison to dicyandiamide(DCD) on nitrous oxide emissions, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during 3 years of repeated application in field experiments. *Biol fertil Soils*.
- Ruser R. Pfab H. Palmer I. Buegger F. Fielder S. Müller T., 2009 – Einfluss von N-Düngeremenge und Nitrifikationshemmung auf die direkten N₂O -Emissionen eines gemüsebaulich genutzten Ackerbodens. *Böden – eine endliche Ressource*. Kom. IV der DBG Bonn.
- Stehfest E. Bouwman A., 2006 - N₂O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation : summarizing available measurement data and modelling of global annual emissions. *Nutr. Cy. Agroecosyst.* 74:207-288.
- Wozniak H. Michel H J. Fuchs M. Niclas H J., 2001 – Ergebnisse der Entwicklung eines neuen Nitrifikationshemmers zur Ammoniumstabilisierung .*VDLUF A – Schriftenreihe* 57, 661-669.