

## FERTILISATION AZOTÉE SUR MAÏS

# L'ENFOUISSEMENT réduit la volatilisation



L'enfouissement rapide de l'urée par une bineuse permet aussi de réduire significativement la volatilisation ammoniacale.

© T. Munsch - ARVALIS - Institut du végétal

**L'enfouissement de l'engrais minéral apporté aux cultures de maïs, réduit la volatilisation de l'azote ammoniacal de façon très significative, quelle que soit la méthode testée. Il est même possible de réduire quasiment totalement cette source majeure de pertes d'azote pour l'agriculteur et de pollution atmosphérique.**

La volatilisation de l'azote ammoniacal suite à l'épandage d'engrais minéraux est une des principales causes de leur perte d'efficacité. Elle engendre un préjudice technico-économique pour l'agriculteur : soit ses cultures manquent d'apports, soit il doit compenser les pertes en augmentant les doses. Sans compter que l'émission d'ammoniac contribue à la pollution atmosphérique : les niveaux d'émissions sont d'ailleurs réglementés et plafonnés en France comme en Europe. La volatilisation ammoniacale correspond à l'émission d'ammoniac gazeux ( $\text{NH}_3$ ) dans l'air, ammoniac issu de l'ion

ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) contenu dans la solution du sol. Dans la majorité des cas, elle se produit à la suite des apports d'engrais azotés ou de produits organiques contenant de l'azote uréique (précurseur de l'ammonium) ou ammoniacal.

### Un phénomène multifactoriel

De nombreux facteurs interviennent dans le phénomène de volatilisation ammoniacale. En premier lieu, la forme d'engrais apportée prédispose plus ou moins aux pertes. Plus l'azote de l'engrais sera présent sous forme d'urée ou d'ammonium, plus le risque de perte sera élevé. À ce titre, l'urée granulée est une

« **L'urée granulée** est une des formes d'engrais les plus sensibles à la volatilisation ammoniacale. »

% de perte, l'azote total épandu est intégralement soustrait à la volatilisation ammoniacale avec la technique CULTAN dans certains essais.

des formes d'engrais les plus sensibles à la volatilisation ammoniacale. Ensuite, les conditions agro-climatiques au moment de l'apport jouent un rôle primordial. Ainsi, les sols à pH basique présentent le plus de risques de volatilisation et les conditions climatiques sèches, chaudes et venteuses au moment de l'apport tendent à favoriser les émissions.

### Trois leviers pour limiter les pertes

L'agriculteur dispose de trois leviers d'action pour réduire les émissions après les apports d'urée sur les cultures de maïs. Il peut tout d'abord privilégier des formes moins sensibles à la volatilisation (ammonitrate ou urée additionnée de NBPT comme le Nexen ou l'Utec). Néanmoins, pour des raisons de prix et/ou de logistique d'approvisionnement, le changement de forme n'est pas toujours le levier le plus facile à actionner. Le second moyen de réduire les émissions est de privilégier des créneaux d'apport à faibles risques agro-climatiques a priori. Cette option peut dans certains cas être difficile à concilier avec d'autres impératifs pratiques de la conduite de l'itinéraire technique. Enfin, l'agriculteur peut recourir à des techniques d'apport différentes des classiques apports d'engrais en surface.

### L'enfouissement, une technique connue

En créant une barrière physique à la volatilisation ammoniacale, l'enfouissement rapide de l'engrais après l'épandage présente un bon potentiel de

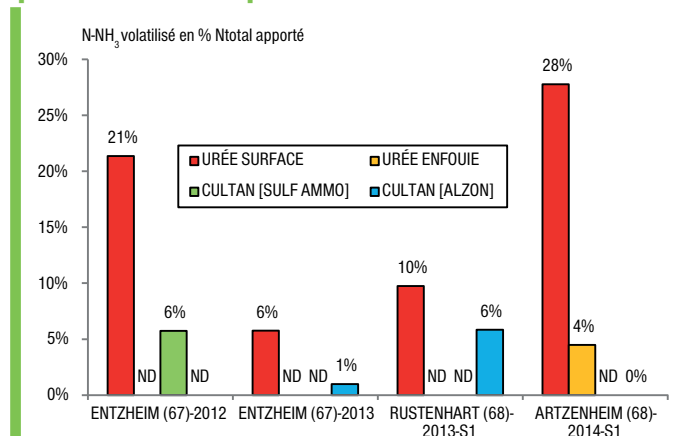


réduction des émissions a priori. En France, la technique a été principalement évaluée sur les apports de produits résiduels organiques sur un sol nu avant l'implantation d'un maïs [1]. Son intérêt n'avait toutefois pas été étudié pour les apports d'urée.

### Un projet transfrontalier

Dans le cadre du projet INTERREG INDEE (encadré), l'impact sur les émissions d'ammoniac de trois techniques d'apports d'engrais azotés sur le maïs a été évalué dans quatre essais en Alsace, de 2012 à 2014. La technique CULTAN (*Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition*) consiste à déposer un engrais fortement concentré en ammoniac ou son précurseur, l'urée, à l'aide d'un couteur, à 15-20 cm de profondeur, un inter-rang sur deux. Le sulfate d'ammoniac (dosant 8,5 % d'azote sous forme  $NH_4^+$ , forme d'engrais très sensible à la volatilisation) a été utilisé en 2012, puis le produit Alzon 46 sur toutes les autres expérimentations. Ce dernier, commercialisé par la société SKW Piesteritz, est une urée dosant 46 % d'azote, additionnée de deux inhibiteurs de nitrification (DCD et TZ) qui favorisent le maintien temporaire de la forme ammoniacale dans le sol. Le sulfate d'ammoniac et Alzon 46 sont connus pour être au moins aussi sensibles à la volatilisation ammoniacale que l'urée. CULTAN a été comparée à un apport classique d'urée en surface et, dans certains cas, à un apport d'urée en surface enfoui rapidement à l'aide d'une bineuse. Les émissions d'ammoniac consécutives aux apports ont été mesurées grâce à

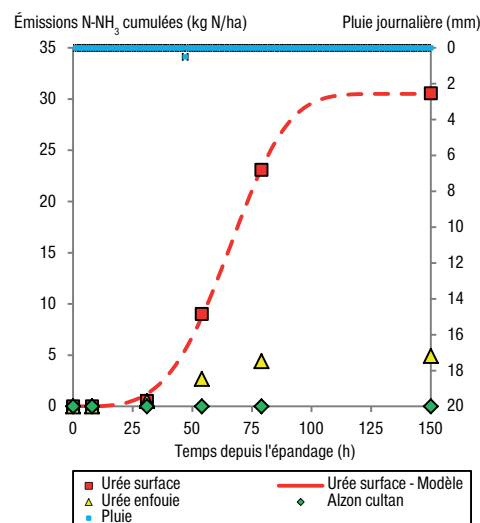
### ENFOUISSEMENT : une efficacité prouvée quelle que soit la technique



ND : résultat Non Disponible (toutes les techniques n'étaient pas testées sur tous les essais).  
Méthode de mesure de la volatilisation ammoniacale : méthode Volat'NH<sub>3</sub>, modèle gradient V2\_2.

**Figure 1 : Quantité d'azote ammoniacal volatilisé (en % de l'azote total apporté) après l'apport d'engrais azoté sur le maïs.** Trois techniques d'application : apport d'urée en surface, apport d'urée en surface puis enfouissement par binage, dépôt d'engrais à 18 cm de profondeur 1 inter-rang sur 2 par la technique CULTAN. Avec la méthode CULTAN : sulfate d'ammoniac (8,5 % N) en 2012, Alzon 46 (46 % N) pour les autres années. Apports du stade 2-3 feuilles au stade 7 feuilles selon les essais. Résultats acquis dans le cadre du projet INTERREG INDEE.

**VOLATILISATION AMMONIACALE : aucune émission avec CULTAN**



Méthode de mesure de la volatilisation ammoniacale : méthode VOLAT'NH<sub>3</sub>, modèle gradient V2\_2. Modélisation des émissions de la modalité Urée Surface selon un formalisme de Weibull (ETR= 0,4 kgN/ha).

**Figure 2 : Quantité d'azote ammoniacal volatilisé, en % de l'azote total apporté, après l'apport d'engrais azoté sur maïs.** Essai d'Artzenheim (68) en 2014. Trois techniques d'application : apport d'urée (110 kgN/ha) en surface, apport d'urée (110 kgN/ha) en surface puis enfouissement par binage, dépôt à 18 cm de profondeur 1 inter-rang sur 2 d'Alzon 46 (220 kgN/ha) par la technique CULTAN. Apports au stade 7 feuilles. Résultats acquis dans le cadre du projet INTERREG INDEE.

la technique élaborée dans le cadre du projet VOLAT'NH<sub>3</sub> qui utilise des pièges à ammoniac relevés à intervalles réguliers au cours de l'expérimentation (2). Deux essais ont été réalisés en sol profond de limon de loess (Bas-Rhin) et les autres en sols superficiels, sableux et caillouteux de la Hardt (Haut-Rhin).



**Le projet INTERREG INDEE**

Sous l'animation d'ARVALIS et de l'ITADA (Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique), le projet INDEE (Injection d'engrais N sous forme de Dépôt pour plus d'Efficiéce et moins d'Émissions dans l'environnement) réunit 19 organismes français, allemands et suisses autour de la thématique de l'amélioration des pratiques d'apports d'engrais azotés sur le maïs, depuis 2012. Le projet est financé à 50 % par le fonds européen INTERREG (3).

**L'enfouissement est efficace**

L'enfouissement a eu un effet significatif sur les émissions d'ammoniac (figure 1), quelle que soit la technique. Laisser l'urée en surface peut conduire à des pertes d'azote allant de 6 à 28 % de l'azote total apporté. Enfouir, via la technique CULTAN, une forme d'engrais au moins aussi sensible à la volatilisation que l'urée ou enfouir l'urée d'une manière plus classique avec une bineuse réduit les pertes d'ammoniac entre 0 et 6 % de l'azote total épandu.

**Bien fermer le rang**

Lors de l'essai réalisé à Entzheim en 2012, quelques émissions ont quand même eu lieu suite au dépôt de sulfate d'ammoniac à 15-20 cm de profondeur par la méthode CULTAN. Les observations sur le terrain ont permis d'attribuer ce phénomène à une mauvaise fermeture de rang suite au passage de l'outil, ce qui a créé un « canal » de contact avec l'atmosphère, susceptible de générer des émissions. À la suite de cet essai, l'outil a bénéficié d'améliorations pour corriger ce problème. L'essai conduit à Artzenheim en 2014 (figure 2) met en évidence une légère émission suite à l'enfouissement de l'urée par une bineuse, alors que la méthode CULTAN n'en génère aucune. Voici un premier indice d'une éventuelle différence d'efficacité des modes d'enfouissement sur la limitation de la volatilisation ammoniacale. Néanmoins, l'acquisition d'autres références devra confirmer ces résultats, pour concevoir un référentiel de conseil pour les producteurs.

(1) Voir Perspectives Agricoles n°414, septembre 2014, p. 56.  
 (2) Voir Perspectives Agricoles n°410, Avril 2014, p. 56.  
 (3) Voir Perspectives Agricoles n°417, décembre 2014, p. 72.

Jean-Pierre Cohan - jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr  
 Thomas Munsch - t.munsch@arvalisinstitutduvegetal.fr  
 Didier Lasserre - d.lasserre@arvalisinstitutduvegetal.fr  
 ARVALIS - Institut du végétal