

## APPORT DE PRODUITS ORGANIQUES

# ENFOUIR POUR LIMITER la volatilisation ammoniacale



© R. Leger, ARVALIS - Institut du végétal

Sept expérimentations ont été conduites en 2011 et 2012, dans des conditions climatiques très différentes, sur des sols à dominante limoneuse (pH de 6,2 à 7).

**La volatilisation de l'azote ammoniacal suite à l'épandage de produits organiques réduit la disponibilité de l'azote minéral aux cultures. C'est aussi une des principales sources d'émission d'ammoniac dans l'air, gaz considéré comme polluant atmosphérique. Selon une récente étude menée en France, l'enfouissement rapide suite à l'épandage est un moyen très efficace pour limiter ce phénomène.**

**D**e nombreux facteurs interviennent dans la volatilisation ammoniacale à la suite de l'épandage des produits organiques. La nature du produit apporté joue un rôle important dans ce processus et en particulier la proportion d'azote ammoniacal qu'il contient : plus elle est élevée, plus le risque de pertes est important, ce qui fait des lisiers les produits présentant le plus de risques. De même, la teneur en matière sèche et le pH des produits ont un impact conséquent. Les conditions agroclimatiques au moment de l'apport jouent également un rôle primordial. Les sols à pH basique présentent le plus de risque de volatilisation. Des conditions climatiques sèches, chaudes et venteuses au moment de l'apport accentuent les émissions.

### De nouvelles références

Bien que la volatilisation ammoniacale suite à l'épandage de lisier ait déjà fait l'objet de plusieurs travaux de l'INRA (1), les références françaises concernant les pertes suite à l'épandage de produits organiques étaient peu nombreuses en France. La raison principale en était l'absence d'une méthode de mesure au champ, suffisamment simple d'utilisation, pour développer un réseau d'expérimentation dans des conditions de cultures contrastées. Une telle méthode, récemment mise au point (2), a permis d'évaluer la sensibilité relative de différents produits organiques à la volatilisation ammoniacale, ainsi que les méthodes permettant de limiter le phénomène. Le

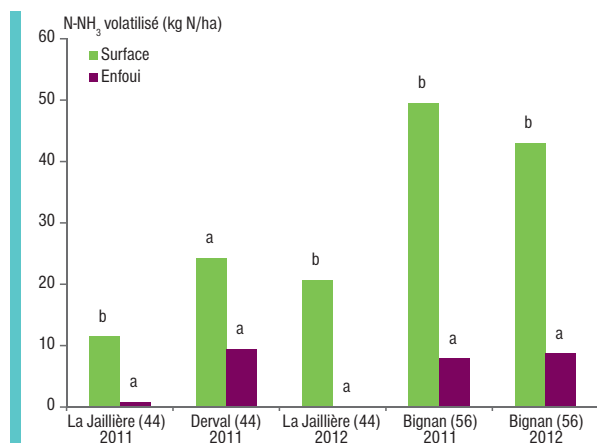
« La quasi-totalité de l'ammonium volatilisé l'est dans les deux premiers jours qui suivent l'apport. »

réseau expérimental, développé en 2011 et 2012 sur sol nu avant implantation de maïs, a essentiellement été localisé dans l'ouest de la France.

### Un premier constat : des émissions rapides

Quel que soit le produit, un épandage en surface génère rapidement des émissions ammoniacales. La quasi-totalité de l'ammonium volatilisé l'est dans les deux premiers jours qui suivent l'apport. Plusieurs situations ont même mis en évidence des émissions massives se produisant dans les heures qui suivent l'épandage. Le niveau d'émission dépend bien entendu des propriétés du produit épandu et des conditions agroclimatiques locales (figure 1), mais la dynamique d'émission est la même pour tous les produits testés. La rapidité du phénomène implique qu'il est primordial d'employer les techniques culturales susceptibles de le réduire très rapidement après l'épandage.

### VOLATILISATION : impact direct de l'enfouissement



**Figure 1 : émissions d'azote par volatilisation ammoniacale suite à l'épandage de lisiers de bovins ou de porc sur sol nu en surface ou après enfouissement réalisé juste après l'apport.** La Jaillièrre 2011 (44-ARVALIS) : lisier de bovins - 114 kg N total/ha épandu dont 39 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha ; Derval 2011 (44 - IDELE/CA 44) : lisier de bovins - 136 kg N total/ha épandu dont 61 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha ; La Jaillièrre 2012 (44-ARVALIS) : lisier de bovin 75 kg N total/ha épandu dont 27 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha ; Bignan 2011 (56-ARVALIS) : lisier de porc - 148 kg N total/ha épandu dont 71 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha ; Bignan 2012 (56-ARVALIS) : lisier de porc - 150 kg N total/ha épandu dont 76 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha. Dans chaque essai, des lettres différentes indiquent que les modalités présentent une différence statistiquement significative (analyse variance 5 %). Méthode de mesure NH<sub>3</sub> : gradients V2\_2.



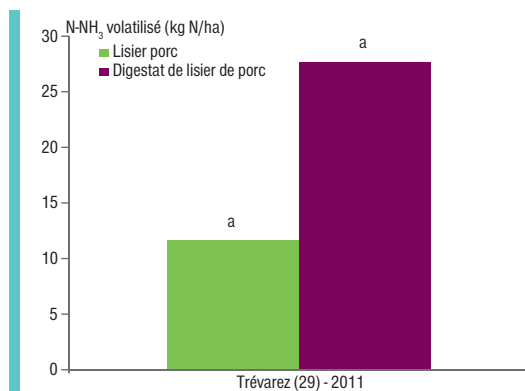
### Des pertes azotées préjudiciables

La volatilisation ammoniacale correspond à l'émission dans l'air d'ammoniac gazeux (NH<sub>3</sub>) issu de l'ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) contenu dans le produit organique ou 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. Les pertes d'azote par volatilisation ammoniacale constituent une part importante des baisses d'efficacité des apports de produits azotés et dégradent le résultat technico-économique. Il en résulte soit une sous-nutrition de la culture, soit la nécessité de compenser les pertes par d'autres apports. L'émission d'azote ammoniacal dans l'air est aussi une des sources de polluants atmosphériques préjudiciable à la santé humaine et à l'environnement. À ce titre, les niveaux d'émissions sont réglementés et plafonnés à l'échelle de la France et de l'Europe.

### Effet déterminant de l'enfouissement

L'efficacité d'un enfouissement de 5 à 10 cm de profondeur, juste après l'épandage du produit par un outil à disques ou à dents, a été testée dans six essais. Sur cinq d'entre eux étudiant les lisiers de bovins et de porc (figure 1), cette technique a présenté une très bonne efficacité de réduction des émissions ammoniacales par rapport au produit laissé en surface. Des diminutions de pertes, de 60 à 100 %, ont ainsi pu être mesurées (figure 3). Le 6<sup>e</sup> essai étudiait l'effet de l'enfouissement sur les émissions suite à l'épandage d'un fumier de bovin. Cette technique semble avoir réussi à diminuer les émissions, même si la validation statistique de ces résultats est rendu délicate par le faible niveau des émissions mesurées.

## MÉTHANISATION : plus de volatilisation avec le digestat



**Figure 2 : Émissions d'azote par volatilisation ammoniacale suite à l'épandage de lisiers de porc ou de digestat de lisier de porc en surface d'un sol nu.** Trévarez 2011 (29-INRA SAS/CRAB) : lisier de porc - 151 kg N total/ha épandu dont 106 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha, digestat de lisier de porc - 171 kg N total/ha épandu dont 123 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha. Des lettres différentes indiquent que les modalités présentent une différence statistiquement significative (analyse variance 5 %). Méthode de mesure NH<sub>3</sub> : gradients V2\_2.

## La méthanisation ne diminue pas les risques d'émissions

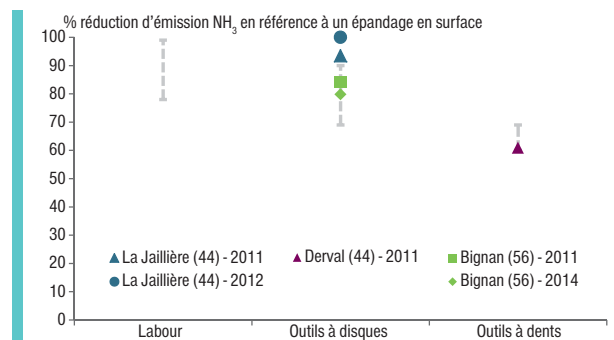
Un 7<sup>e</sup> essai a consisté à évaluer la sensibilité à la volatilisation du lisier de porc et celle du digestat de méthanisation issue de ce même lisier. Le processus de méthanisation concentrant l'ammoniac dans le produit, le digestat a apporté, pour un même volume, plus d'azote ammoniacal que le lisier (123 kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ha contre 106). Néanmoins, cette différence d'apport n'explique pas à elle seule le doublement des émissions suite à l'épandage du digestat comparées à celles du lisier d'origine (figure 2). Il apparaît donc que, dans ce cas-là, le processus de méthanisation ait généré un produit, certes plus concentré en azote et donc potentiellement plus intéressant pour la culture, mais aussi

plus délicat d'emploi du fait du risque plus élevé de pertes par volatilisation ammoniacale.

## Des résultats cohérents à enrichir

La mise en regard de ces résultats avec la bibliographie internationale met en évidence leur cohérence d'ensemble avec les références déjà acquises (figure 3). Ce constat est rassurant étant donné le recul que la communauté agronomique commence à avoir sur la technique d'enfouissement. La technique de mesure mise au point va maintenant permettre d'explorer d'autres types de produits et techniques d'application pour lesquelles les références sont peu nombreuses (digestats de méthanisation, épandages de lisiers de porc au tallage des céréales, épandages de fumiers sur sol nu et sur prairie...).

## ENFOUISSEMENT : confirmation de la réduction des émissions



**Figure 3 : Pourcentage de réduction d'émission d'ammoniac engendré par l'enfouissement d'un lisier de bovin ou de porc juste après son épandage, exprimé par rapport aux émissions mesurées suite à l'épandage en surface.** Les résultats acquis dans l'étude sont replacés, par type d'enfouissement, sur la gamme de variation des % de réduction recensés dans la bibliographie internationale par Webb et al. 2010 (3), variation représentée par les barres verticales pointillées grises ; labour = 8 essais ; outils à disques = 12 essais ; outils à dents = 3 essais.



Une nouvelle méthode facilite les mesures au champ de la volatilisation ammoniacale suite à l'épandage des produits organiques.

[1] : voir Perspectives Agricoles n° 302, juin 2004, et n° 304, septembre 2004.

[2] : voir Perspectives Agricoles n° 411, avril 2014. Projet VOLAT'NH3 financé par le fond CASDAR RFI du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et piloté par ARVALIS-Institut du végétal, réunissant quatre autres Instituts Techniques (IDELE, CETIOM, IFIP, ACTA), 2 équipes de recherches de l'INRA (UMR EGC-Grignon et UMR SAS-Rennes-Quimper) et l'UNIFA.

[3] : Webb J., Pain B., Bittman S., Morgan J., 2010. The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response - A review. Agriculture, Ecosystems and Environment, 137, 39-46.

Jean-Pierre Cohan - jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr

Robert Trochard - r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Thierry Morvan – INRA SAS

Elise Lorinquer - IDELE

Benjamin Loubet & Sophie Générumont – INRA UMR EGC