

Maîtrise des émissions ammoniacales au champ

Les techniques qui marchent

L'apport d'engrais non maîtrisé entraîne inévitablement des émissions d'ammoniac. Face à des préoccupations environnementales grandissantes, sa maîtrise diminuera la pollution ammoniacale tout en agissant sur les charges opérationnelles. Des arguments qui plaident pour le développement de techniques aujourd'hui efficaces. Second volet d'un article paru dans notre numéro de juin dernier.



Le feuillage fait en partie écran aux contacts air-lisier sans être souillé grâce à l'utilisation des pendillards.

(© Cemagref)

Les quantités d'azote perdues et la dynamique de volatilisation dépendent des formes physiques et chimiques de l'azote, différentes selon les produits. Pour les fertilisants de synthèse, commercialisés sous forme de granulés, la volatilisation ne débute qu'après dissolution du granulé, alors qu'elle se produit dès l'apport avec des lisiers ou des engrais apportés en solution. Des travaux récents menés en collaboration entre l'INRA et Grande Paroisse ont montré qu'en présence d'humidité provenant du sol ou de l'air, la dissolution s'opère en quelques heures, indépendamment de la teneur en eau, et d'autant plus rapi-

dement que la température est élevée. Inversement, dans les cas où le sol et l'atmosphère sont secs, aucune dissolution n'est observée, et ce sur plusieurs jours. La volatilisation, ainsi que la réelle disponibilité de l'azote, peuvent alors être fortement décalées dans le temps après l'apport, modifiant ainsi la dynamique et l'amplitude des émissions.

Des pertes parfois conséquentes

Les taux d'émission ammoniacale varient largement selon la nature du fertilisant ; les données européennes en terme de facteurs d'émission pour les fertilisants de synthèse oscillent entre 2 et 10 % de

l'azote ammoniacal pour les ammonitrates. Ils oscillent entre 6 et 16 % pour l'urée, et atteignent 8 % en moyenne pour les solutions azotées. Les pertes par volatilisation tendent à être supérieures avec les effluents d'élevage, du moins en l'absence d'enfouissement. Mais leur variabilité ne permet pas de donner un facteur d'émission moyen. Cependant, on peut admettre que la volatilisation représente jusqu'à 50 à 60 % de l'azote ammoniacal d'un lisier, et 65 % de celui d'un fumier, dans des conditions propices à la volatilisation. Ces pertes, lorsqu'on les exprime en kilogrammes d'azote par hectare (kg N/ha), sont alors égales à

Thierry Morvan
morvan@rennes.inra.fr

Sophie Genermont
sophie.genermont@grignon.inra.fr

INRA

François Thirion
francois.thirion@cemagref.fr

Cemagref

50-70 kg N/ha pour les lisiers, contre 15 kg N/ha pour les fumiers, pour un apport d'azote total égal à 170 kg N/ha. Ces variations sont directement liées à la forte teneur en azote ammoniacal des lisiers. Au vu des préoccupations actuelles, il apparaît donc indispensable que les agriculteurs s'impliquent dans la réduction des pertes d'azote par volatilisation d'ammoniac au champ, en particulier dans le cas d'épandage de lisier.

Cette implication est d'autant plus déterminante que la mise aux normes des bâtiments d'élevage entraîne une réduction des émissions d'ammoniac en bâtiment et au stockage, augmentant ainsi les teneurs en azote ammoniacal des produits épandus. La mauvaise maîtrise de la volatilisation au champ peut alors annuler les efforts réalisés en amont.

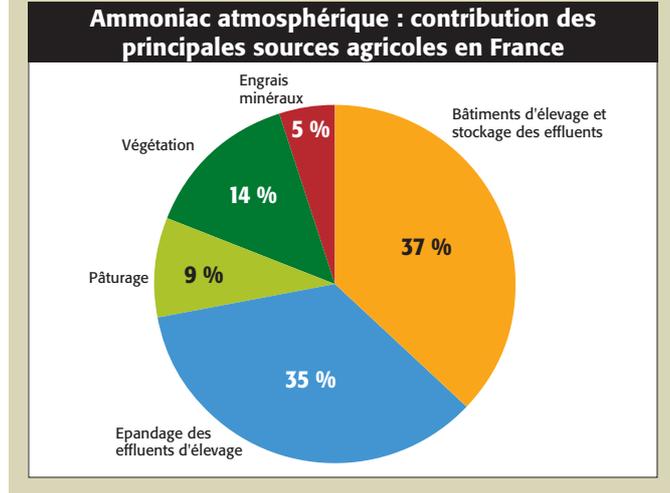
"Trois voies de maîtrise possibles"

La volatilisation après application d'engrais au champ peut être efficacement contrôlée en agissant sur des processus déterminants (détaillés dans notre article "Comprendre pour maîtriser" paru en juin dernier). Trois stratégies peuvent ainsi être mises en œuvre :

- **la diminution de la concentration en azote ammoniacal du produit apporté.** Pour les effluents d'élevage, elle est obtenue en jouant sur l'alimentation des animaux ou en diluant le lisier. La dilution présente cependant l'inconvénient d'augmenter le coût de l'épandage. Pour les fertilisants de synthèse, il faut noter que l'urée contient deux fois plus d'azote potentiellement volatilisable que les ammonitrates.
- **la réduction de la formation d'ammoniac gazeux** en diminuant le pH par ajout d'acide réalisé pendant le stockage, juste avant l'application ou même pendant l'application. Ce mode d'action peut être considéré comme anecdotique,

La maîtrise de la volatilisation au champ : une priorité européenne

Totalisant plus de 50 % des émissions totales d'ammoniac à l'échelle du globe, et pour plus de 70 % dans les zones d'agriculture intensive de l'Europe du Nord-Ouest, l'agriculture est le principal secteur responsable de l'émission d'ammoniac atmosphérique. Si l'on considère les émissions strictement liées à l'activité de l'homme, l'agriculture est le secteur largement prédominant, avec 97 % des émissions. Enfin, 40 % des émissions d'ammoniac d'origine agricole sont dus à des apports au champ d'engrais minéraux et surtout d'effluents d'élevage (figure). L'ammoniac en excès participe à l'eutrophisation des eaux, à l'acidification des sols et porte atteinte à la biodiversité des écosystèmes. Aux yeux de nombreux analystes, la maîtrise des émissions d'ammoniac constitue une réelle priorité à l'échelle de l'Europe, conduisant les Etats membres à s'engager à réduire de 17 % leurs émissions d'ici à 2010. La volatilisation ammoniacale influe en outre largement sur la conduite de la fertilisation azotée des cultures : une sous-estimation des pertes en ammoniac conduit à sous-fertiliser, tandis qu'une sur-estimation des pertes peut conduire à sur-fertiliser, avec un risque de lessivage des nitrates.



compte tenu des grandes quantités d'acide requises, liées au pouvoir tampon élevé des lisiers, et des risques liés à leur manipulation.

- **la réduction de la diffusion de l'ammoniac gazeux vers l'atmosphère,** grâce à des techniques d'apport des engrais organiques en profondeur dans le sol, en bande à la surface du sol, et/ou sous couvert végétal. Pour les fertilisants de synthèse, l'enjeu consiste à les apporter peu de temps avant des interventions culturales, afin de les incorporer rapidement dans le sol.

Cette dernière stratégie, mais aussi la première, via la maîtrise par la voie alimentaire des rejets d'azote par les animaux, présentent un réel inté-

rêt. Dans tous les cas, il est souhaitable de programmer les fertilisations pendant des périodes les moins favorables à la volatilisation : température fraîche, vent faible, occurrence rapide d'une pluie, et si possible sur culture en phase active d'absorption.

Deux techniques d'épandage

Deux techniques d'épandage du lisier sont désormais éprouvées.

L'apport en surface du lisier

L'équipement le plus utilisé actuellement pour l'épandage du lisier est la buse palette, qui correspond à l'investissement le moins coûteux. On lui re-

proche généralement une mauvaise répartition de l'épandage, qui peut toutefois s'améliorer avec l'utilisation de la rampe à buses pour laquelle la largeur de travail est bien maîtrisée. Avec ces matériels, il est nécessaire de prendre en compte les émissions en cours d'épandage. Bien que les résultats concernant ces émissions ne soient par tous concordants, on sait qu'elles augmentent avec la longueur de la trajectoire du lisier dans l'atmosphère. Dans certains cas, elles peuvent atteindre 10 % de la proportion en azote ammoniacal initial. Ce risque est nettement avéré lors de l'épandage avec un canon asperseur, ce qui a motivé son exclusion dans les normes d'installations classées. Cette trajectoire se trouve réduite avec l'utilisation de buses, de buses dites "ras du sol" ou des rampes à buses. Cependant, comme pour le problème des odeurs, il n'est pas possible dans ces cas de fixer des références précises en terme d'émissions en cours d'épandage. Les émissions après épandages sont, par nature, maximales avec ce type d'équipement. On donnera ainsi la préférence à l'épandage de lisier dilué, apporté par temps couvert, voire légèrement pluvieux, suivi d'un enfouissement.

L'utilisation de rampes avec hacheur-répartiteur et pendillards est fortement conseillée pour ces apports en surface, car elle peut réduire la volatilisation de 30 à plus de 50 %, et permet en outre d'assurer une répartition plus homogène du fertilisant sur les cultures. Dans ce cas (photo 1), la volatilisation est atténuée par une diminution de la surface d'exposition et, si la végétation est suffisante, par une protection du feuillage. Les résultats sont meilleurs en lisier de porc qu'en lisier de bovin, souvent trop chargé.

L'enfouissement à l'épandage

La principale voie connue de réduction des émissions

ammoniacales est celle de l'enfouissement lors de l'épandage. C'est du moins l'option qui a été retenue aux Pays-Bas, où cet enfouissement est obligatoire. Ce choix législatif ne remet pas en cause les autres modes de réduction, mais il facilite les contrôles par l'administration. L'objectif de l'enfouissement est de réduire la surface d'échange entre le lisier et l'air.

Le lisier est déversé dans un sillon creusé dans le sol par un soc ou par un disque. Avec des sillons espacés de 20 cm, il faut enfouir 600 cm³ pour contenir, sur un mètre de long, un volume de liquide correspondant à un apport de 30 m³/ha ou 3 l/m². La section nécessaire du sillon n'est donc que de 6 cm², ce qui est relativement faible et a conduit à envisager des enfouissements peu profonds. En fait, on ne recherche pas à stocker ce lisier sous une couverture de terre, mais on vise une diffusion dans le sol vers les racines de la plante cultivée. Le travail de l'enfouisseur peut donc être défini comme la création d'une zone poreuse favorisant la diffusion du produit dans la zone racinaire. Il faut ainsi éviter la création de sillons avec des parois lisses et imperméables. Un tel profil favoriserait les écoulements dans le sens de la pente et pourrait également maintenir des risques de volatilisation si le sillon reste béant. Un exemple démonstratif est proposé sur la *photo 2* où un sol plastique oppose une barrière étanche à l'imprégnation. Dans ce cas, les échanges avec l'atmosphère sont d'autant plus conséquents que le lisier stagne longtemps dans le conduit. Ce type de situation est heureusement minoritaire, mais il ne doit pas cacher les cas intermédiaires où l'imprégnation n'est que partielle.

Une gamme complète d'enfouisseurs est proposée par les constructeurs qui permettent de répondre aux diverses situations rencontrées.

Si les premiers enfouisseurs

Principales catégories et caractéristiques indicatives des équipements d'enfouissement			
Rampe à buses		12 m, 8 buses	6 500 €
Rampe à pendillards		12 m, 40 sorties	11 000 €
Enfouisseur culture		4,50 m, 11 socs ou 3 m, 4 éléments à disques profondeur 15 cm	8 000 € 10 000 €
Enfouisseur prairie à disques		4 m, 20 éléments profondeur 5 cm	18 000 €
Enfouisseur prairie à patins		4 m, 20 éléments superficiel	10 000 € (15 000 € pour patins + disques)
Enfouisseur polyvalent		3 m, 6 éléments profondeur 15 cm	14 000 €



Un enfouissement incomplet et une mauvaise imprégnation dans le sol ne permettent pas de stopper la volatilisation.

(© Cemagref)

pouvaient poser des problèmes sur des sols en pente ou caillouteux, les procédés se sont affinés. Les enfouisseurs se déclinent en trois grandes catégories, selon la situation culturale du sol : les enfouisseurs pour sols cultivés, les enfouisseurs pour prairies et les enfouisseurs polyvalents.

Enfouisseurs pour sols cultivés

Les enfouisseurs à disques recouvrent le lisier apporté en surface, en proportion variant avec le réglage du disque et la vitesse d'avancement. Les enfouisseurs à socs déposent le lisier dans des sillons rapprochés de 25 à 40 cm. L'enfouissement à une profondeur de 10 à 15 cm permet d'éviter quasiment toute émission d'ammoniac.

Enfouisseurs pour prairies

La distribution du lisier est le plus souvent assurée par un

disque étroit ou en V qui réalise une ouverture de 5 à 8 cm de profondeur, qui suffit à réduire très efficacement les pertes par volatilisation (75 à 98% selon les conditions de climat et l'état du couvert). Certains injecteurs sont équipés de patins tranchants, qui déposent le lisier entre 0 et 5 cm de profondeur ; ces matériels doivent être réservés à l'apport de faibles doses, inférieures à 20 m³/ha, permettant à cette condition d'escompter un abattement de 80 à 95 % de la volatilisation. On peut aussi utiliser sur prairies des dispositifs de localisation dits à sabots ou patins, qui ne sont plus de véritables enfouisseurs ; ce matériel soulève le couvert végétal et dépose le lisier au ras du sol, sans souiller l'herbe, et permet de réduire la volatilisation de 55 à 80 %. Pour une bonne réussite de ces enfouissements peu profonds, le contrôle de la profondeur de travail de chaque élément doit

être particulièrement précis.

Enfouisseurs polyvalents

Ces matériels sont généralement équipés de disques-coutres de grand diamètre et l'apport de lisier se fait en profondeur, jusqu'à 15 cm, ce qui se traduit par une réduction très importante de la volatilisation ; ces enfouisseurs sont plus adaptés à une utilisation sur cultures que sur prairies, sur lesquels ils peuvent provoquer des dommages aux racines et générer des croissances irrégulières dues à l'écartement des éléments.

Un investissement justifié

La largeur de travail conditionne directement le temps et donc le coût d'épandage. Ce coût est également dépendant de l'investissement total et de la puissance de traction nécessaire. L'épandage par buse palette représente 75 % du marché. Pour les autres équipe-

ments d'épandage, les rampes d'épandage totalisent 60 % des ventes, contre 10% pour les enfouisseurs prairies et 30% pour les enfouisseurs culture.

Dans tous les cas, un tel investissement reste difficile à valoriser par une utilisation individuelle. Il ne faut pas oublier dans ce calcul de rentabilité les économies en matière fertilisantes générées par la réduction du taux de volatilisation.

La maîtrise des pertes gazeuses permet *in fine* une estimation et une utilisation optimale de la valeur azotée des produits apportés. Cette bonne gestion repose à la fois sur l'utilisation de matériels d'épandage adaptés et d'une bonne connaissance des déterminants agronomiques et climatiques de la volatilisation ammoniacale. Les effets environnementaux et économiques de telles pratiques sont réels et mettent en lumière un nouveau challenge à relever pour l'agriculture. ■