

## Diminuer les pertes gazeuses pour augmenter l'efficacité de l'azote

« Les engagements internationaux de la France dans l'UE »

**EVEILLARD Philippe**

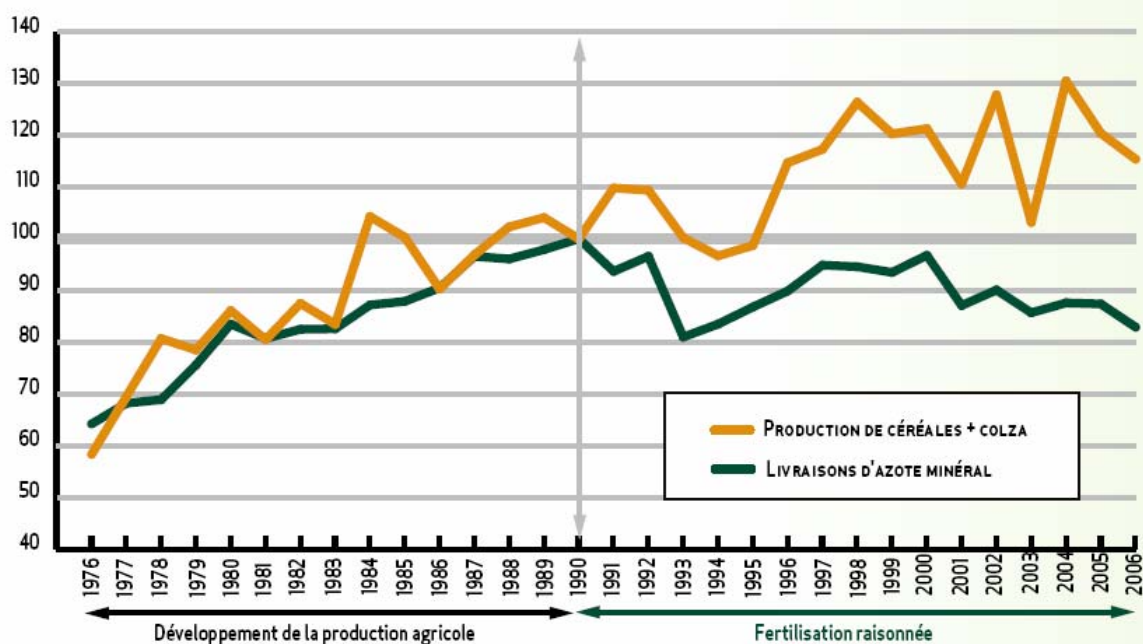
UNIFA - Union des Industries de la Fertilisation - [peveillard@unifa.fr](mailto:peveillard@unifa.fr)

Jusqu'à la seconde guerre mondiale, l'azote n'était disponible en agriculture que grâce à l'utilisation des fumiers et lisiers issus des élevages, et de quelques engrais minéraux ou organiques disponibles en quantités limitées et d'un coût élevé (nitrate du Chili, guano d'oiseaux du Pérou, sulfate d'ammoniaque, cyanamide calcique...). Cet élément nutritif déterminant pour la croissance des végétaux est apparu alors comme l'un des tous premiers facteurs limitant les rendements et la productivité de l'agriculture française.

La synthèse de l'ammoniac à partir de l'azote de l'air par le procédé Haber – Bosch a permis d'élargir l'offre d'engrais azotés avec l'apparition des premiers ammonitrates. Ces engrais ont été progressivement adoptés par les agriculteurs dans les années 50 et ont joué un rôle considérable dans l'amélioration des rendements mais aussi dans la qualité des productions. En 50 ans, le rendement du blé a été multiplié par cinq et sa teneur en protéine a progressé de 2 à 3 points pour se situer désormais au dessus des 11%.

L'utilisation d'azote minéral diminue régulièrement de 2.66 Millions de tonnes de N en 1989-90, son maximum à 2.2 Millions de t N au cours de la dernière campagne 2006-07 (UNIFA). Dans le même temps, la production totale de céréales, maïs grain compris, et de colza a progressé d'environ 20% pour atteindre 65 M de tonnes pour la récolte de 2006 (estimation SCEES). Ce découplage de l'utilisation de l'azote d'avec la production des principales grandes cultures correspond bien à une augmentation de l'efficacité de l'azote au cours de cette période.

### Production agricole et livraisons d'azote minéral



Base 100 en 1990

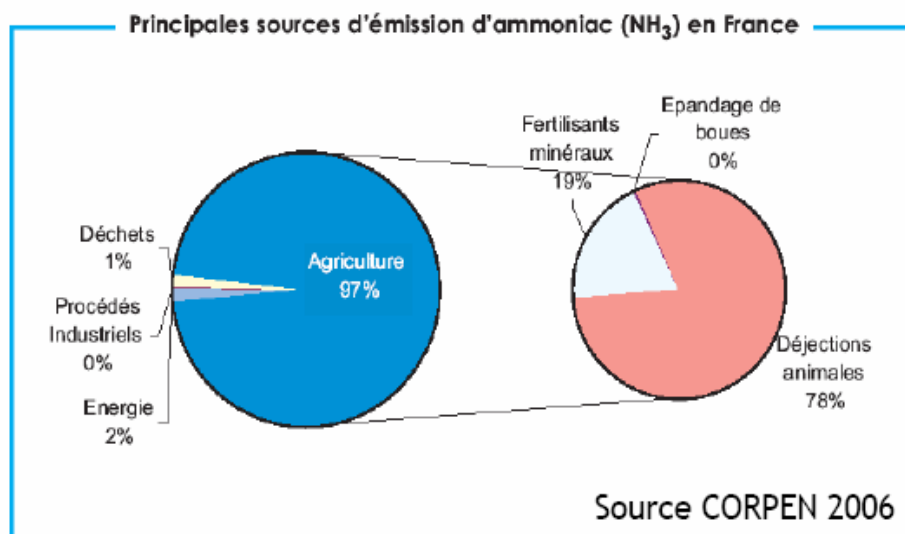
Sources : Production de céréales + colza, selon statistiques Agreste. Livraisons d'azote des engrais minéraux, selon statistiques UNIFA

La question de la fuite du nitrate dans les eaux a été abordée très tôt en France dans le rapport Hénin (1980). En 1991, la directive européenne sur les nitrates en agriculture a introduit des contraintes réglementaires imposant le plafonnement de l'apport d'azote d'origine animale, l'utilisation de méthodes de calcul des doses apportées et le respect d'un calendrier et de modalités d'épandage spécifiques. Aujourd'hui 55% de la SAU française est classée en zone vulnérable. En 2008, 70 départements vont réviser pour la 4<sup>ème</sup> fois leur plan d'action nitrate.

Il a fallu plus de dix ans pour commencer à percevoir les résultats de cette politique sur les teneurs en nitrate qui diminuent dans les eaux de surface et sont stabilisées ou en baisse dans le plus grand nombre de nappes. La diminution de la pression d'azote sur l'environnement a été obtenue par la généralisation des pratiques de raisonnement, de fractionnement et d'ajustement (méthodes de calcul COMIFER-1995, analyses des reliquats d'azote, multiplication des outils de suivi et de pilotage proposés pour de nombreuses cultures).

Cependant l'attention portée aux pertes gazeuses d'azote liées à l'épandage des effluents d'élevage et des engrais n'a sans doute pas été suffisante faute de pouvoir les mesurer ou les quantifier au champ. Les pertes gazeuses d'azote sont pourtant considérables. En élevage, le CORPEN estime dans un récent rapport sur les filières avicoles que 45 à 70% du total d'azote excréte est perdu essentiellement par voie gazeuse en bâtiment, au stockage et à l'épandage (1).

Concernant l'ammoniac, l'élevage représenterait 78% du total des émissions et l'épandage des engrais azotés minéraux viendrait seulement en deuxième position avec 19% d'un total évalué à 603 Kt N- NH<sub>3</sub> pour 2005 (CITEPA cité par CORPEN (3)).

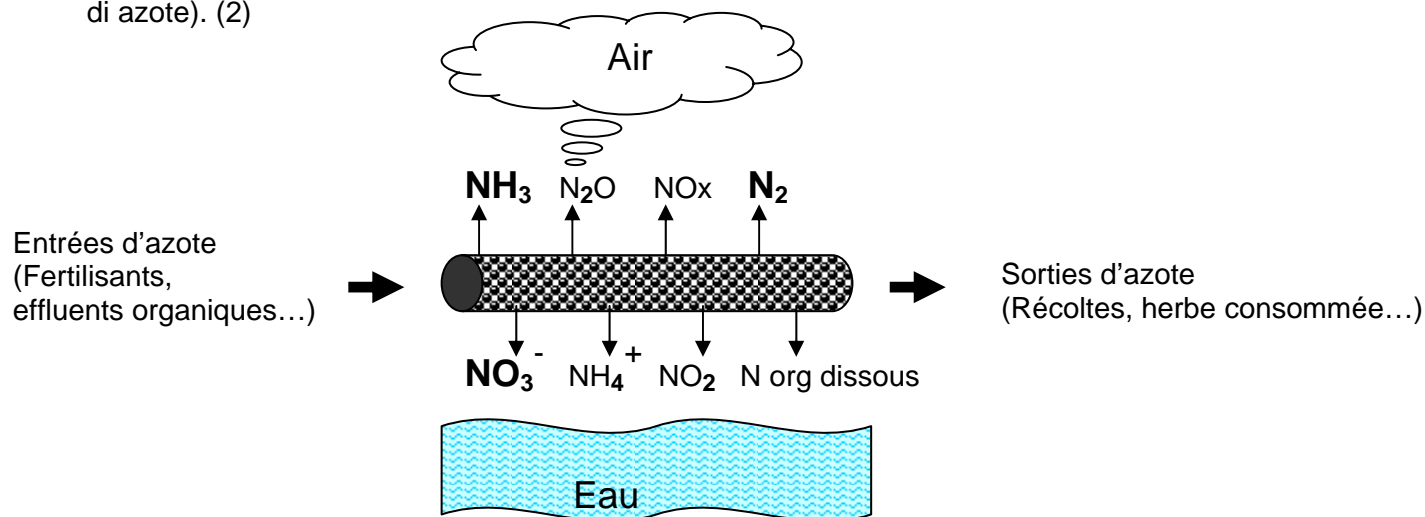


L'UNIFA en collaboration avec les Instituts Techniques et l'INRA souhaite actualiser les références sur les risques de pertes gazeuses associées à l'épandage des différentes formes d'azote pour mieux en informer les utilisateurs. L'UNIFA anticipe ainsi une politique plus sévère de réduction de ces émissions qui sera exigée dans les dix ans à venir.

L'objectif plus général de diminution des pertes gazeuses dans la gestion du cycle de l'azote doit contribuer à économiser l'azote, élément nutritif de première importance, et à poursuivre les progrès vers une meilleure efficacité des apports sur la production végétale.

## Les pertes gazeuses dans le cycle de l'azote

Le cycle de l'azote implique de nombreuses transformations de l'état chimique de l'élément depuis l'épandage jusqu'à son absorption par les plantes. A chaque étape, des fuites sont possibles soit par lixiviation vers l'eau de la nappe (ex : nitrate, azote organique dissous...) soit par volatilisation de différents gaz azotés (ammoniac, protoxyde d'azote, oxydes d'azote, di azote). (2)



### **Représentation simplifiée du flux d'azote dans les sols (d'après M. A. Sutton 2007)**

Par la suite, une grande part de l'azote absorbé par l'herbe ou les fourrages se retrouve dans les excréments des animaux au pâturage et dans les effluents d'élevage. D'autres pertes ont lieu alors en pâture ou en bâtiment, puis au stockage et à l'épandage. (3)

D'autres secteurs d'activité comme les transports ou l'énergie contribuent de façon importante aux émissions d'oxydes d'azote, mais l'agriculture représente une part déterminante avec 97% des émissions pour l'ammoniac, 75% pour le protoxyde d'azote et 7% pour les oxydes d'azote en 2005. (CITEPA)

A l'exception de  $N_2$ , les gaz azotés sont des composés réactifs qui continuent de se transformer dans l'atmosphère. Leur dispersion dans l'air entraîne des risques pour la santé (implication des oxydes d'azote dans les pics d'ozone, rôle de l'ammonium dans la formation de particules très fines ...). Leur déposition sur les forêts, les lacs ou certains écosystèmes fragiles contribue à l'eutrophisation de ces espaces et tend à réduire leur biodiversité. Enfin le protoxyde d'azote fait partie des gaz à effet de serre identifiés dans le protocole de Kyoto.

L'image de la cascade a été utilisée pour décrire la transformation continue des formes chimiques de l'azote et leur circulation permanente dans l'environnement (4). Les deux sources principales d'apport d'azote en amont de cette cascade sont représentées par la fertilisation minérale et organique et par la fixation symbiotique d'azote chez les légumineuses cultivées. Une plus grande maîtrise de ces apports doit permettre de réduire les pertes d'azote qui s'écoulent en cascade dans les milieux du sol, de l'air et de l'eau.

L'INI (International Nitrogen Initiative) a été créée en 2002 au sommet de Johannesburg pour fédérer les efforts de la communauté scientifique visant à mieux comprendre les effets des formes d'azote réactives dans l'environnement et à développer une gestion durable du cycle de l'azote. Dans le cadre de son 6<sup>ème</sup> programme de Recherche Développement, l'Union Européenne finance le programme NitroEurope sur la période 2006-2011 dans l'objectif de favoriser une plus grande maîtrise du cycle de l'azote.

## Une politique de plafonds d'émissions pour l'Europe

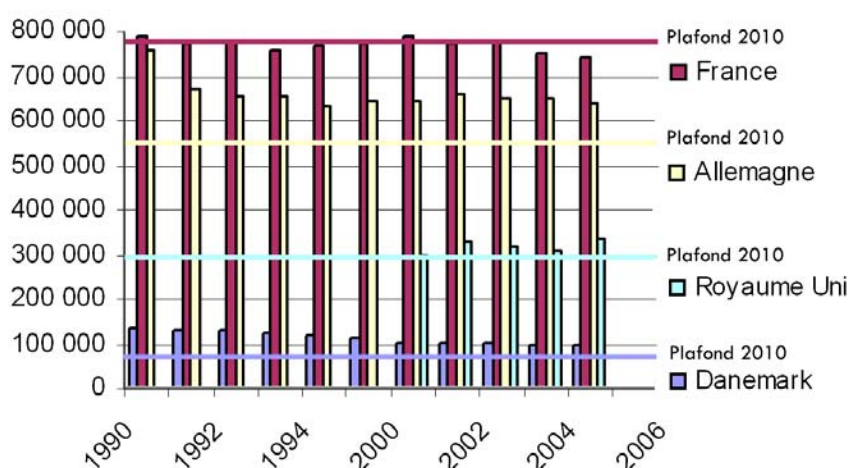
On peut comparer la politique environnementale menée par l'Europe à une fusée à trois étages. Le premier étage fixe les engagements de l'UE et des ses Etats membres dans des négociations internationales. Le deuxième étage est constitué par les directives et les règlements élaborés par Bruxelles pour tenir ces engagements et répartir l'effort entre les membres. Enfin le troisième étage est national, il correspond à la transposition des textes européens dans la réglementation et élabore les plans d'action.

La convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique a été précisée en 2002 par le protocole de Kyoto. La France s'est vue attribuer un objectif de stabilisation de ses émissions pour la période 2008-2012 à leur niveau de 1990. En 2005, le N<sub>2</sub>O représente 15% des émissions comptabilisées en tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>. Ce chiffre est en diminution de 25% par rapport à 1990, alors que le total des émissions de gaz à effet de serre a seulement diminué de 4% environ (CITEPA).

La convention des Nations Unies sur la pollution transfrontalière à longue distance connue sous le nom d'UNECE fixe des objectifs de réduction pour différents polluants par des protocoles spécifiques (1989 pour les oxydes d'azote, 1999 pour l'ammoniac dans le protocole de Göteborg). La directive européenne NEC 2001/81/CE traduit ces engagements en plafonds d'émissions par état membre. La France doit encore réduire ses émissions d'oxydes d'azote de 30% pour respecter le plafond en 2010. Par contre, la diminution des émissions d'ammoniac bien que modeste, -7% depuis 1990, respecte déjà en 2005 le plafond fixé pour 2010. D'autres pays européens comme l'Allemagne, la Grande Bretagne, le Danemark se sont vus imposer des diminutions de -20 à -30% de ces émissions dès 2010 et ont entrepris une politique beaucoup plus active que celle de la France de réduction de la volatilisation. Lors de la prochaine renégociation des plafonds d'émissions d'ammoniac pour 2020, la France pourrait se faire imposer une réduction plus drastique car elle est actuellement le plus important émetteur de l'UE (5).

La directive IPPC 96/61/CE de réduction intégrée des émissions polluantes a concerné les élevages spécialisés de porc et de volaille dépassant une certaine taille. A l'occasion de sa prochaine révision, elle pourrait concerner également les élevages de bovins les plus importants. Elle fixe des obligations de déclaration et de réduction pour les émissions d'ammoniac.

**Inventaire d'émissions de NH<sub>3</sub> et plafonds 2010**

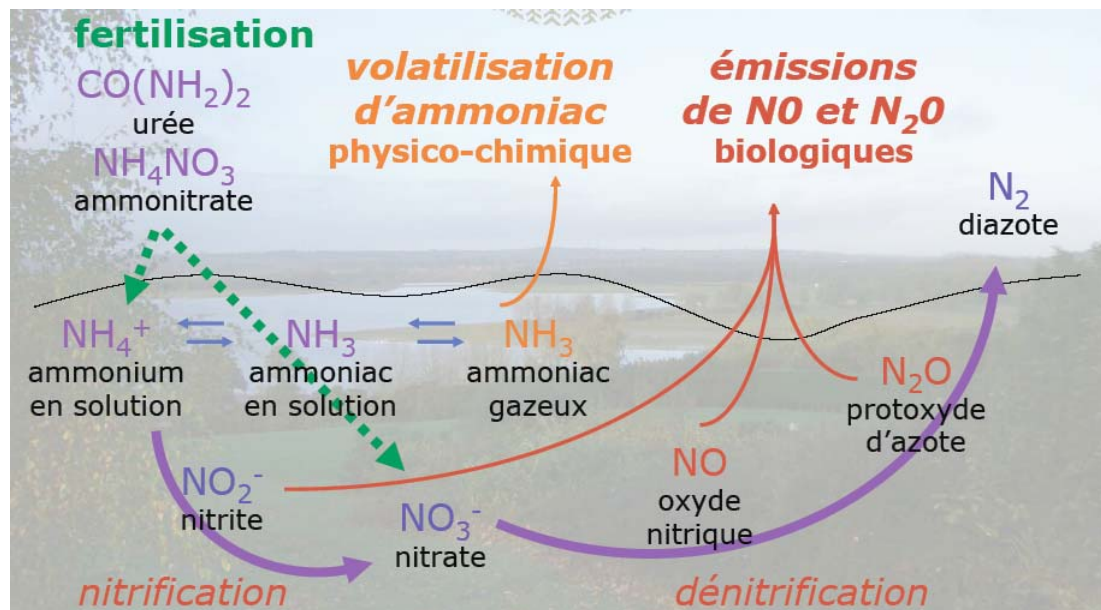


Jusqu'à présent les émissions de polluants azotés ont été abordées par des réglementations différentes concernant soit l'eau, soit l'air et sans lien entre elles. Pourtant les effets de ces politiques sont en interaction par le biais du cycle de l'azote. Par exemple, les traitements destinés à abattre l'excès d'azote dans les effluents d'élevage en ZES, zone d'excédent structurel, pourront avoir des conséquences sur les émissions de gaz azotés et sur les retombées atmosphériques d'azote.

## Mesurer les pertes gazeuses et comprendre les mécanismes d'émissions

Les dispositifs de mesure des flux de gaz azotés au champ restent du domaine de la recherche scientifique de pointe. La forte variabilité des émissions aussi bien spatiale que temporelle impose de réaliser des campagnes de mesure longues tout en multipliant la fréquence des mesures pour piéger les pics d'émission. Pour explorer l'étendue de cette variabilité, il faudrait pouvoir multiplier le nombre de situations observées. Malheureusement le coût des équipements et l'obligation d'avoir recours à du personnel qualifié très bien formé limitent dans la pratique les sites expérimentaux qui peuvent être étudiés chaque année.

### **Origine des pertes gazeuses après fertilisation azotée**



Source : Pierre Cellier – INRA Grignon

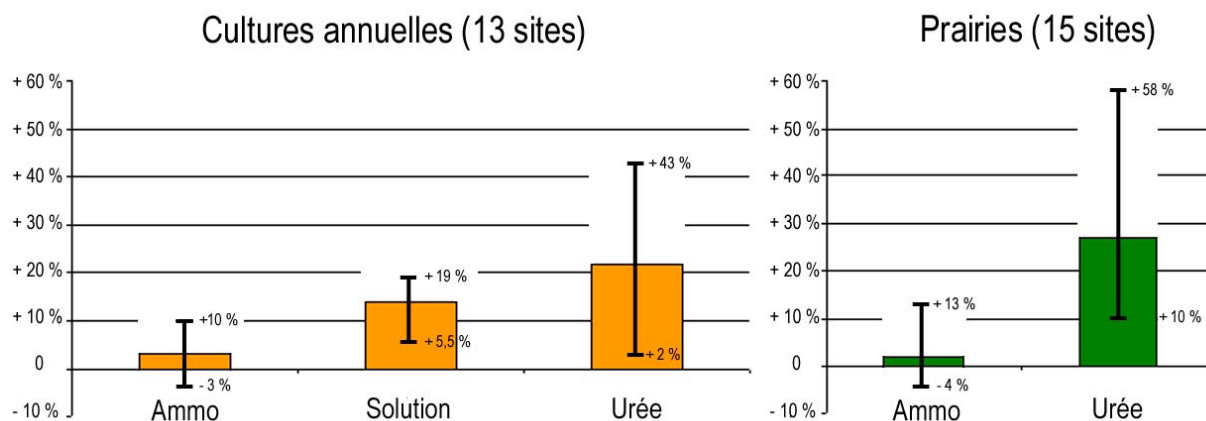
Selon les émissions que l'on veut étudier, les contraintes ne sont pas les mêmes. Ainsi la production de protoxyde d'azote intervient dans des phases transitoires d'anoxie dans les sols. Elle résulte d'une transformation incomplète du nitrate en N<sub>2</sub> au cours du processus biologique de dénitrification et partiellement au cours de la nitrification également. Le risque persiste tant qu'il y a du nitrate disponible dans les sols, mais il varie considérablement selon les conditions du milieu. L'émission doit être mesurée sur plusieurs mois, voir sur l'année complète, ce qui n'est possible que sur quelques parcelles, dans de trop rares centres de recherche.

La volatilisation de l'ammoniac est un risque d'une toute autre nature car elle se produit dans les heures et les jours qui suivent l'épandage et elle dépend de facteurs physico-chimiques bien connus (pH, température, vitesse de l'air...). Les techniques pour prévenir le risque de volatilisation sont bien connues : choix de la forme d'engrais azoté, enfouissement rapide de l'engrais ou infiltration permise par une pluie ou une légère irrigation succédant à l'épandage (3).

Lorsque l'azote est apporté sur des cultures en place (céréales d'hiver, colza, prairies...), l'enfouissement n'est pas possible. Les formes uréique et ammoniacale de l'azote présentes dans les effluents d'élevage de type lisier et dans la plupart des engrais sont alors exposées au risque de volatilisation. L'importance des émissions dépend de l'état du sol et des conditions climatiques qui prévalent dans les jours suivants l'épandage. Dans la pratique, ces pertes gazeuses introduisent une incertitude dans le calcul de la dose optimum et favorise chez l'agriculteur un raisonnement d'assurance qui tend à majorer la dose à apporter.

Le ministère de l'agriculture et de l'environnement britannique DEFRA a financé un ambitieux travail de recherche qui a porté sur une trentaine de sites de mesures. Cette recherche a été confiée conjointement à deux organismes de recherche ADAS et IGER en 2004 et 2005. Les résultats montrent sur cultures annuelles des pertes moyennes par volatilisation de l'ammoniac qui vont de 3% avec l'ammonitrate (-3 à 10%), 14% avec la solution azotée (5.5 à 19%) à 22% avec l'urée (2 à 43%) sur 13 sites de mesure. Sur prairies les pertes mesurées exprimées en % de l'azote apporté atteignent 27% pour l'urée (10 à 58%) contre 2% seulement pour l'ammonitrate (-4 à 13%) sur 15 sites de mesure.

### **Pertes par volatilisation en % du N apporté**



Source DEFRA-2005

Les principales conclusions dégagées par l'ADAS et l'IGER (6) sont résumées ainsi dans leur rapport :

- la variabilité des pertes est très élevée et sans relation significative avec le type de sol (CEC, pH, texture ...), le type de plantes (prairies ou céréales d'hiver) ou la hauteur de végétation
- la pluviométrie réduit d'autant plus significativement les pertes d'ammoniac qu'elle intervient rapidement après l'épandage : diminution plus forte avec une pluie dans la journée qui suit l'épandage par rapport à une pluie 3, 5 ou 7 jours après (ou pas de pluie du tout)
- les pertes associées aux 3 formes d'azote sont significativement différentes entre elles et apparaissent dans le même ordre que les coefficients d'émission fournis par le guide européen EMEP – CORINAIR de 2003 qui servent au calcul des émissions nationales
- les pertes mesurées sont supérieures aux valeurs du guide européen EMEP-CORINAIR en ce qui concerne la solution azotée et l'urée (2% pour les ammonitrates, 8% pour la solution azotée, 15% pour l'urée)

Les dispositifs de mesure comportaient également pour chaque forme d'azote des courbes de réponse avec 7 modalités (0 à 240 kg N/ha sur prairies, 0 à 340 kg N sur céréales d'hiver) en 2004 et 2005. Sur le plan agronomique, il apparaît que :

- le coefficient apparent d'utilisation de l'azote est plus élevé sur les traitements ammonitrates (61% sur la 1<sup>ère</sup> coupe d'herbe en ensilage, 66% sur céréales d'hiver \*)
- le CAU obtenu avec l'ammonitrate est significativement supérieur à celui obtenu avec la solution azotée (4 fois sur 10) mais la différence avec l'urée n'est pas significative
- pour obtenir le même niveau de rendement sur céréales, il faut une dose optimum de 172 kg N/ha avec l'ammonitrate, de 205 kg N/ha avec l'urée (+19%) et de 224 kg N/ha avec la solution azotée (+30%).

\* CAU calculé à partir d'une mesure de l'azote absorbé par les parties aériennes en juin, 3 semaines après le dernier apport d'azote

Au Royaume Uni, environ 85% de l'azote minéral est fourni par les ammonitrates. DEFRA estime sur la base de ces résultats, que toute progression significative de l'utilisation d'urée pourrait conduire à une augmentation des émissions d'ammoniac. Dans l'hypothèse d'une interdiction des ammonitrates qui pourrait être imposée pour des raisons de sécurité (risque de détournement vers un usage terroriste), la substitution par de l'urée provoquerait un dépassement du plafond d'émission autorisé de 297 Kt NH<sub>3</sub> en 2010 d'après DEFRA et ne permettrait pas à la GB de respecter son engagement vis-à-vis de la directive européenne.

Ces résultats expérimentaux interpellent les spécialistes. Ils amènent aussi à reconsidérer la question de l'efficacité de l'azote et justifient un investissement agronomique plus important sur cette question de la volatilisation de l'ammoniac.

### **Réduire la volatilisation pour améliorer l'efficacité de l'azote**

L'efficacité de l'azote peut être mesurée par le rapport entre la quantité d'azote prélevée par la culture et la quantité disponible, apportée et fournie par le sol (7). Dans la pratique le coefficient apparent d'utilisation CAU est utilisé comme indicateur pour apprécier l'efficacité. Il est calculé par différence entre l'azote prélevé par la culture fertilisée comparé à l'azote du témoin non fertilisé, divisé par la dose d'azote apporté :

$$\text{CAU} = (\text{N}_{\text{fertilisé}} - \text{N}_{\text{témoin}}) \text{ prélevé par la culture} / \text{N}_{\text{dose totale d'apport}}$$

$$\text{Avec } \text{N}_{\text{dose totale d'apport}} = \text{N}_{\text{réellement disponible au sol}} + \text{N}_{\text{perdu par volatilisation}}$$

En réduisant les pertes gazeuses notamment en agissant sur la volatilisation de l'ammoniac après l'épandage, on permet à la fois :

- un calcul plus juste de la dose optimum à apporter,  $\text{N}_{\text{dose totale d'apport}}$  (pas de majoration à prévoir pour  $\text{N}_{\text{perdu par volatilisation}}$ )
- une augmentation de la quantité d'azote fournie au sol,  $\text{N}_{\text{réellement disponible au sol}}$ .

En théorie, il devrait donc être possible d'augmenter de 5 à 6% le CAU en diminuant les pertes par volatilisation de 10%.

En réalité, les essais ponctuels réalisés sur une seule culture en comparant deux formes d'azote, urée et ammonitrate par exemple, ne permettent pas toujours de calculer les CAU, ni de mettre en évidence des différences significatives de rendement. Sur 100 résultats obtenus en blé entre 1980 et 2006, l'écart de rendement moyen est de 1.8 q/ha à la dose bilan en faveur de l'ammonitrate (-2 à +10 q/ha). Sur 60 essais, l'ammonitrate amène un gain moyen de 0.25 point de protéines (communication Yara, 2006).

Ces essais ponctuels ne permettent pas de prendre en compte le devenir de l'azote non prélevé par la plante dans le sol. D'une culture à l'autre, l'azote fourni par le sol (reliquat d'azote minéral, azote minéralisé) joue un rôle important qui amène de plus en plus à raisonner la fertilisation azotée à l'échelle de la succession des cultures. Le service agronomique de Yara a décidé en 2002 d'adopter cette approche système sur deux essais de longue durée dans la Marne et l'Eure et Loir. D'une durée de 5 ans avec une succession Colza - Blé - Orge, ces essais permettent chaque année de disposer de courbes de réponse pour l'urée et l'ammonitrate après plusieurs années d'apports répétés de ces deux formes d'azote à la dose bilan.

Après trois puis quatre années d'essai, les écarts de rendement sont devenus plus importants que ceux observés dans la synthèse des essais annuels ci-dessus :

- 3.9 q/ha en moyenne en faveur du système d'apport ammonitrate sur blé
- 2.6 q/ha en moyenne pour l'orge
- 4.4 q/ha en moyenne pour le colza

Sur blé, le gain en protéine est de + 0.5 point en cas d'utilisation systématique de l'ammonitrate par rapport à celle d'urée. A partir de 2006, la mesure de l'azote prélevé par les grains et par les pailles devrait permettre le calcul du CAU dans ces essais. Ces résultats conduisent à l'hypothèse que les apports répétés d'ammonitrate conserve plus d'azote dans le système de culture après deux à trois années, grâce à une limitation des pertes par volatilisation.

Afin d'étendre le réseau expérimental sur ce principe d'essais pluriannuels, l'UNIFA a mis en place en 2007 à l'initiative de cinq adhérents producteurs industriels d'azote, un réseau de 8 essais de longue durée comportant la même succession Colza- blé- orge. L'azote prélevé par les grains et par les pailles sera analysé à la récolte sur les céréales. En partenariat avec l'UMR Environnement et Grandes Cultures de l'INRA à Grignon, le modèle Volt'Air® de simulation des pertes par volatilisation sera utilisé et une réflexion est menée pour équiper certains sites de dispositifs statiques de mesures permettant d'évaluer l'importance réelle des émissions d'ammoniac.

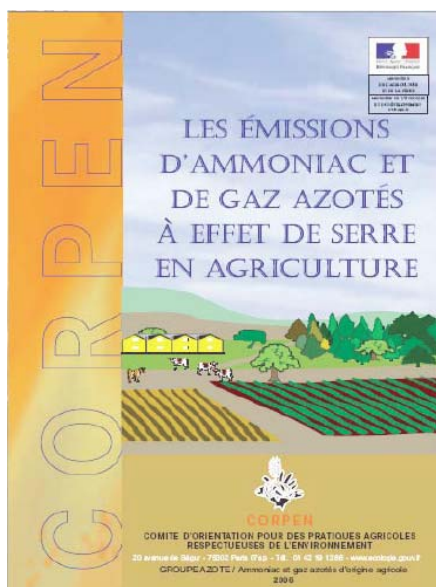
Les Instituts Techniques CETIOM et ARVALIS ont accepté de mener leur propre expérimentation en station à partir de 2008 selon un protocole proche permettant d'individualiser les arrières effets des trois principales formes d'azote utilisées sur le marché français : ammonitrate, solution azotée et urée.

Les résultats de ces essais de longue durée sont attendus à partir de 2009. Cependant les connaissances acquises sur les phénomènes de pertes gazeuses de l'azote et les techniques disponibles pour en réduire l'ampleur dans les élevages comme sur les parcelles peuvent servir de guide d'ores et déjà pour un effort de réduction des émissions.

### **Un code de bonnes pratiques sur l'ammoniac en 2008**

La France a ratifié officiellement le protocole de Göteborg en mars 2007 et dispose d'un an pour rédiger son code de bonnes pratiques concernant la prévention et la réduction des émissions d'ammoniac dans l'air. Le MEDAD, Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable est chargé de cette rédaction en lien avec le Ministère de l'Agriculture.

Pour établir ce code, les ministères disposent de l'expertise du CORPEN qui vient de mettre à jour fin 2006 son rapport sur « les émissions d'ammoniac et de gaz azotés en agriculture » (3). Le rapport s'intéresse en premier lieu au secteur de l'élevage où le potentiel de réduction des émissions d'ammoniac semble le plus important (alimentation ajustée en azote, configurations des bâtiments d'élevage, stockages et épandage des déjections).



Ce rapport CORPEN souligne les lacunes dans les connaissances notamment sur les émissions de protoxyde d'azote et s'interroge sur le devenir de l'azote « abattu » dans les installations de compostage ou de traitement des déjections. La résorption des quantités excédentaires d'azote a probablement contribué à accroître les pertes gazeuses d'azote.

Le cycle de l'azote s'accommode mal d'une approche réglementaire trop cloisonnée séparant le domaine de l'eau de celui de l'air. Le risque de transfert de pollution est bien réel. Une diminution des pertes gazeuses si elle est mal appréciée pourrait aussi entraîner une augmentation du risque de lessivage du nitrate. C'est donc l'ensemble du système de production qu'il s'agit d'ajuster pour limiter les pertes.



Le groupe d'experts de l'UNECE a produit en 2006 un recueil des techniques de réduction de la volatilisation de l'ammoniac pour les états signataires du protocole de Göteborg (8). Il classe en catégorie 1 le choix approprié de la forme d'azote des engrais minéraux. Cette catégorie correspond aux techniques bien référencées, immédiatement applicables et dont le bénéfice est chiffré. « La réduction de la volatilisation de l'ammoniac (liée à) l'utilisation des engrais minéraux peut atteindre 90% suivant la forme d'azote retenue et les conditions de sol et de climat ».

Le code de bonnes pratiques que le MEDAD devrait proposer, pourra s'inspirer à la fois de ces techniques répertoriées dans le cadre de l'UNECE et des recommandations du rapport CORPEN pour permettre à la France d'honorer ses futurs engagements de réduction des émissions notamment pour l'ammoniac.

#### **Bibliographie :**

- (1) CORPEN 2006, Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium par les élevages avicoles (55p) téléchargeable sur [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr) , entrer CORPEN
- (2) Sutton Mark A 2007 Strategies for controlling nitrogen emissions from agriculture IFA International Workshop on fertilizer best management practices
- (3) CORPEN 2006, Les émissions d'ammoniac et de gaz azotes à effet de serre en agriculture (98p) téléchargeable sur [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr) , entrer CORPEN
- (4) Galloway, J. N. et al 2004 Nitrogen cycles: Past, present and future. Biochemistry, 70: 153-226
- (5) Oudot C., Pain B., Martinez J. 2003 Eléments pour une politique de réduction des émissions d'ammoniac d'origine agricole en France Etudes CEMAGREF 27,
- (6) ADAS – IGER 2005 Ammonia emissions and crop N use efficiency  
Rapport consultable sur le site de DEFRA  
<http://www.defra.gov.uk/defrasearch/index.jsp?query=nt26+wp1b>
- (7) COMIFER - Glossaire de la fertilisation N-P-K 1993
- (8) UNECE 2006 Control Techniques for preventing and abating emissions of ammonia  
Expert group on ammonia abatement

#### **Sites consultés :**

[www.citepa.org](http://www.citepa.org)

[www.nitrogen.org](http://www.nitrogen.org) de l'INI International Nitrogen Initiative

[www.nitroeuropa.eu](http://www.nitroeuropa.eu) programme européen de recherches

#### **Dossier technique disponible à l'UNIFA :**

Gagner en efficacité avec l'azote minéral pour protéger l'environnement (16p)  
également téléchargeable sur [www.unifa.fr](http://www.unifa.fr)