

Compte-rendu de la réunion du Groupe Azote Soufre du 1^{er} juillet 2016
(Immeuble Diamant à PARIS la Défense) 9H30 – 16H30

Participants : S. DROISIER (COMIFER), J. GAILLARD (CA 02), R. DUVAL (ITB), P. EVEILLARD (UNIFA), B. FELIX-FAURE (GALYS), P. GERARD (VIVESCIA), O. GOUJARD (KALI FRANCE), M. HERVE (EUROCHEM AGRO), S. LAFERTE (AUREA), M. LAMBERT (YARA FRANCE), C. LE ROUX (LDAR), C. LE SOUDER (ARVALIS), D. LEDUC (CA 44), E. SERVONNAT (INVIVO), B. VERBEQUE (CA 45)

Excusés : M. ARKOUN (ROULLIER), J. AUBRIL (UGPVB), M-L. BURTIN (CRA ALSACE), L. CHAMPOLIVIER (TERRES INOVIA), J-P. COHAN (ARVALIS), M. DOURTHE (MAAF), S. FORAY (IDELE), B. GODDEN (CENTRE WALLON DE RECHERCHES AGRONOMIQUES), M. HEURTAUX (ACTA), Y. LAMBERT (CRA BRETAGNE), Y. LAMY (FEDERATION DU NEGOCE AGRICOLE), C. LE GALL (TERRES INOVIA), L. LECONTE (COMIFER), S. RECOUS (INRA)

Ordre du jour :

1. Suite et fin du travail concernant le programme d'action du groupe NS et la manière de faire fonctionner le groupe
David Leduc (Chambre d'agriculture de Loire-Atlantique) ;
Marc Hervé (EurochemAgro France)
2. Actualisation et l'enrichissement de notre site internet : présentation, pistes d'amélioration, gestion de l'actualisation
Sophie Droisier (COMIFER)
3. Actualités du COMIFER
Marc Hervé (EurochemAgro France)
Sophie Droisier (COMIFER)
4. Projet de règlement européen de mise sur le marché de fertilisants CE : faits marquants et esprit du texte
Philippe Eveillard (UNIFA)
5. Observatoire Soufre : essais mis en place, élargissement du réseau, suite à donner
Olivier Goujard (K+S Kali France)
6. Grille d'évaluation du risque de pertes par volatilisation ammoniacale lors d'apport d'engrais minéraux : actualisation et révision
Marc Hervé (EurochemAgro France)
7. Points divers et conclusion

1. Suite et fin du travail concernant le programme d'action du groupe NS et la manière de faire fonctionner le groupe (D.Leduc & M.Hervé)

Ce travail a débuté lors d'une précédente rencontre du groupe NS. Afin de revoir le mode de fonctionnement du groupe, nous avons procédé à un travail en commun. Les animateurs ont souhaité échanger sur les attentes des membres afin de construire ensemble un programme d'action. Pour cela, en juillet 2015, les participants ont été interrogés sur les questions suivantes :

- 1) Qu'attendez-vous du groupe ?
- 2) Quel(s) thème(s) souhaiteriez-vous voir aborder ?
- 3) Quelle serait votre contribution à ce groupe ?
- 4) Qu'êtes-vous prêt à partager ?

Chaque participant a pu répondre en inscrivant sur des post-it sa position pour chacune des questions posées. Faute de temps à l'époque, cette matière a été conservée et analysée et le travail s'est poursuivi lors de cette rencontre de juillet 2016.

2 grandes questions centrales sont retenues :

- a. Qu'attendez-vous du groupe NS ?
 - Permet de définir les objectifs du groupe de travail
 - Exercice en groupe de notation des réponses obtenues en 2015 afin de les hiérarchiser
 - Point de discussion soulevé par Ph. Gérard sur « Synthèse d'essais agronomiques en commun » : le groupe privilégie le partage de références plutôt que leur élaboration sans toutefois exclure la construction d'un projet commun.
 - 3 objectifs sont sortis de l'exercice :
 - Construire des consensus techniques
 - Etre le référent technique auprès des ministères
 - Organiser l'échange entre les acteurs (Recherche, développement, enseignement, acteurs économiques...)
- b. Quels thèmes souhaiteriez-vous aborder ?
 - Exercice en sous-groupes avec sélection/élimination de fiches thématiques issues des réponses de 2015
 - Les fiches sélectionnées :
 - Minéralisation N du sol (Mh)
 - Faire évoluer si nécessaire le paragraphe Mh de la brochure azote suite aux travaux récents sur le sujet, approcher l'incertitude liée à ce poste,
 - Indicateurs d'efficience (Nue, CAU, ... forces et faiblesses de chacun)
 - OAD et pilotage N
 - Taux de protéine sur bth et orge (leviers d'action)
 - OAD soufre
 - Gestion de l'N à l'échelle d'un système de culture

Afin de préparer efficacement ces journées de travail sur ces thèmes, l'idée d'un sous-groupe de quelques membres est retenue en veillant à ne pas trop fractionner les sujets.

2. Site internet (S.Droisier)

Revue du contenu actuel en vue d'une prochaine mise à jour qui s'avère nécessaire. L'objectif est de mieux mettre en valeur nos travaux. En ce qui concerne la page publique, il est retenu d'y indiquer les projets en cours, d'actualiser la liste des productions, de renseigner l'agenda et de réfléchir à une bibliographie sur les sujets nous concernant (commencer par une liste de mots clés).

3. Actualités du COMIFER (M.Hervé & S.Droisier)

➤ Rencontres COMIFER-GEMAS 2017 : Nous commençons à travailler sur l'organisation des 13èmes Rencontres qui auront lieu en novembre 2017. Actuellement, Sophie visite des sites dans le grand quart nord-ouest de la France : Lille, Nantes, Caen et Saint-Malo. Les lieux et dates seront fixés cet été et l'appel à communication sera lancé en septembre. Nous souhaitons ouvrir le congrès au niveau international.

Eventuellement proposer aux membres du groupe de rejoindre le comité d'organisation.

➤ Organisation d'évènements les années paires : Le COMIFER souhaiterait proposer un évènement tous les ans. L'évènement des années paires serait de moins grande ampleur et plus simple à organiser que les Rencontres COMIFER-GEMAS (une journée sur Paris par exemple). Le conseil d'administration est à l'écoute des propositions des groupes de travail. L'évènement peut être organisé sur un thème lié à un groupe en particulier ou sur un thème commun à l'ensemble des groupes. Cet évènement serait organisé pour la première fois en 2018.

➤ Guide de la fertilisation raisonnée : Le projet de réédition du guide a démarré il y a 2 ans avec le Groupe France Agricole en tant qu'éditeur et Bruno Colomb en tant que coordinateur. La sortie de la nouvelle édition a été repoussée à début 2017. Les auteurs doivent rendre leurs écrits pour le 15 juillet.

➤ Mission d'appui aux Ministères sur la Directive Nitrates : Le COMIFER participe depuis janvier 2015, avec le RMT Fertilisation & Environnement, à la construction et à la mise en œuvre de la procédure d'étude de la conformité des outils de calcul de la dose prévisionnelle d'azote. Le COMIFER va prochainement faire un retour aux éditeurs d'outil sur l'analyse des doses calculées dans les 12 régions traitées au cours de l'année 2015. Il faut poursuivre le travail technique dans l'ensemble des régions. De nouveaux cas-types et des cas-types corrigés seront transmis aux éditeurs d'outil à partir de septembre.

Avec le soutien des Ministères, le COMIFER a décidé de se lancer, lors du dernier conseil d'administration, dans la création d'une procédure de labellisation pour garantir la conformité des outils à la méthode du bilan COMIFER. Nous allons rencontrer des organismes certificateurs en septembre. Le cahier des charges du label sera rédigé avec nos adhérents éditeurs d'outils et comprendra notamment le travail réalisé depuis 2015 sur l'intercomparaison des outils.

Dans le cadre de sa mission d'appui aux Ministères, le COMIFER prévoit de travailler durant l'année à venir, sur deux nouvelles thématiques :

- Etude de la précision du calcul de dose totale d'azote par la méthode du bilan prévisionnel
- Parangonnage des méthodes de raisonnement en matière de fertilisation N et PK

Les membres du groupe qui souhaitent travailler sur le parangonnage des méthodes de raisonnement peuvent rejoindre le comité de pilotage qui encadre le travail de Laetitia.

- **Contribution des membres associés :** Afin de poursuivre voire de développer ses activités et de diversifier ses sources de financement, le COMIFER ouvre le statut de membre associé. Ce type d'adhésion est surtout destiné aux entreprises qui ne sont pas engagées dans les dotations statutaires et qui souhaitent soutenir le COMIFER.
- **Cotisation adhérent :** Les cotisations annuelles des adhérents du COMIFER représentent une part du budget de fonctionnement dont nous ne pouvons pas nous passer. Il est demandé à chacun d'être rigoureux sur le règlement de cette participation. Sophie Droisier se tient à votre disposition pour vous indiquer si vous êtes à jour de cotisation, n'hésitez pas à l'interroger.
- **Prochain groupe SAB : le 12 octobre 2016**
- **Prochain groupe PKMg : 24 novembre 2016**

Actualités diverses en lien avec les activités du COMIFER :

- Du 5 au 8 juillet 2016 – Louvain-la-Neuve : 13èmes Journées d'Etude des Sols (AFES)
- 18 octobre 2016 – Paris : colloque de restitution du projet CASDAR N-Pérennes (IFV)
- 5 et 6 décembre 2016 – Paris : 2nd Global Soil Security Conference (INERIS, AFES, INRA)
- 8 décembre 2016 – Paris : Journée Mondiale des Sols (AFES)
- 25 et 26 janvier 2017 – Paris : Phloème, 1ères biennales de l'innovation céréalière (Arvalis – Institut du Végétal)

4. *Projet de règlement européen de mise en marché des fertilisants (P.Eveillard)*

- Ce projet est issu du résultat d'un GT sur 2011-2015 et a pour objectif l'élargissement du règlement CE 2003-2003 afin de réduire les difficultés de circulation des produits liée au particularisme de chaque réglementation nationale.
- Mars 2016 : sortie du projet de règlement très lié à la notion d'économie circulaire (recyclage)
- Discussion du projet pour 2 ans au niveau du parlement et de la commission européenne.
- La nouvelle approche ne se fait plus produit par produit mais par familles de produits et des constituants utilisés : engrais organiques, organo-minéraux, inorganiques (<7,5% de C), AMB, amendements organiques, biostimulants, additifs agronomiques (nbpt, chélates...) et une famille où l'on associe les familles précédentes entre elles.
- Pour les organiques il sera indiqué le % de C org.
- Fixation de teneurs en Cd maximum dégressive dans le temps car point actuel de mécontente
- Sortie du statut déchet
- Maintien possible en parallèle des réglementations nationales
- La liste des matières premières utilisées pour fabriquer le fertilisant figurera sur l'étiquette.

5. Observatoire Soufre 2016 (O.Goujard)

Pour cette année, l'observatoire se concentre sur céréales; on élargira à d'autres cultures ultérieurement.

On pourra y inclure des données anciennes pertinentes.

Il est important d'avoir accès aux données météo liées à chaque situation (températures et précipitations).

- Présentation de la synthèse pluriannuelle de la coopérative VIVESCIA avec recommandations par Ph.Gérard. Sur 12 essais Vivescia, 5 présentent des carences visibles.
- L'expérimentation VIVESCIA concerne blé, orge, betterave et maïs ; pour les céréales = 12 essais blé, 7 essais orge de printemps.

6. Actualisation de la grille de volatilisation (M.Hervé)

Produite en 2013 sur demande des ministères, la grille s'intitulant « Prise en compte de la volatilisation des engrais minéraux » permet l'évaluation du risque de volatilisation et présentent les facteurs favorisant la volatilisation ammoniacale suite à l'apport de fertilisants. Elle préconise premièrement des bonnes pratiques pour limiter ces pertes. Dans une deuxième partie il est proposé un outil simple permettant d'évaluer pour un apport en cours de végétation la majoration de la dose d'azote en fonction des conditions pédo-climatiques lors de l'apport et du type de fertilisant utilisé. Les valeurs correspondant à l'apport d'urée solide sur céréales à paille avaient été mises en attente car des travaux étaient en cours sur ce thème (CASDAR VolatNH3).

Il est souligné que cet outil se résume trop souvent à la majoration de dose qu'elle permet et qu'elle doit plus être présentée comme une estimation du risque. En ce sens il est proposé de transformer la grille intitulée « Majoration de l'apport d'après l'évaluation du risque de volatilisation » par « Evaluation du risque de perte par volatilisation azotée lié à l'apport ». Après discussion cette option n'est pas retenue car il paraît compliqué de transformer les % figurant dans ce genre de tableau en % de majoration d'apport.

Voici le document et que retenue à l'issue du groupe de travail : **changements en rouge**

« «

Prise en compte de la volatilisation des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote ne doit pas tenir compte *a priori* de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux et se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté. La prise en compte de cette perte potentiellement très variable ne doit pas intervenir *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais doit faire l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées
2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Il n'existe aujourd'hui aucune méthode simple et opérationnelle de prévision du poste Gx, pertes gazeuses aux dépens de l'engrais azoté et plus spécifiquement des pertes par volatilisation ammoniacale. Le poste Gx figure explicitement dans l'écriture complète du bilan

prévisionnel mais il est omis dans la plupart des écritures opérationnelles (bilan de masse additif ou écriture CAU). Seuls certains outils dynamiques disposent d'une estimation a priori de la volatilisation.

La volatilisation de l'azote ammoniacal

La volatilisation d'ammoniac est le processus physico-chimique de passage du NH_4^+ adsorbé sur le complexe argilo-humique ou dissous dans la solution du sol vers sa forme gazeuse NH_3 libérée dans l'atmosphère. Elle s'opère à la surface du sol à partir d'une source d'azote ammoniacal : engrais minéral ou produit résiduaire organique. Ce phénomène se produit rapidement après l'apport (quelques heures à quelques jours). Les pertes par volatilisation peuvent dépasser 20 % des apports d'engrais minéral selon les formes et les conditions d'apport et 70% de la fraction ammoniacale des lisiers. L'intensité du phénomène dépend des propriétés du sol (pH, pouvoir tampon, humidité de surface) et des conditions climatiques (température, vent, pluviométrie) dans les heures et les jours qui suivent l'épandage.

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose.

- 1) **Sur culture de printemps en pré-semis ou au semis/plantation** : incorporer les engrais à base uréique et ammoniacale et ne pas anticiper l'apport d'azote de plus de 15 jours avant l'implantation (afin de limiter également l'organisation microbienne)
- 2) **Sur culture de printemps type Maïs, Sorgho, Tournesol** (fort écartement inter-rang) **avec apport en végétation** : incorporer l'azote, **et en particulier pour les engrais à base uréique et ammoniacale**, en profondeur (10-15 cm fertiliseur à coutre type « Magendie ») ou à défaut par un binage/désherbinage superficiel (moindre efficacité)
- 3) **Pour les apports d'engrais à base uréique et ammoniacale en végétation sur cultures d'hiver ou céréales de printemps**, épandre peu avant un épisode pluvieux prévu ou déclencher une irrigation de 10 à 15mm après épandage quand c'est possible. Dans les limites du réalisable (organisation de chantier, stade de passage), différer un apport plutôt que de risquer de perdre jusqu'à 20-30% de l'azote apporté.
Avec la solution azotée, épandre de préférence en soirée afin d'éviter les conditions très favorables à la volatilisation de la journée et de limiter les brûlures du feuillage.
- 4) **En sol à pH élevé >7.5**, quand c'est possible, **et pour ne pas risquer une pénalisation du rendement et de la qualité**, éviter le recours aux engrais les plus sensibles à la volatilisation.
- 5) **Eviter les apports en conditions ventées et par températures élevées** (le vent nuit également à la précision de l'épandage).

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tels qu'urée et solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Ceci ne s'applique pas pour les engrais à base d'urée plus inhibiteur d'uréase tels que définis dans la réglementation CE 2003-2003.

Cette grille est utilisable avant chaque apport.

Grille d'évaluation du risque de volatilisation ammoniacale utilisable pour chaque apport en surface sur végétation

date d'apport :

Parcelle

culture			note	Votre situation
SOL	pH	< pH 7	0	
		> pH 7 et < pH 7,5	2	
	> pH 7.5	3		
	CEC	< 12 meq/100g terre	2	
		> 12 meq/100g terre	0	
CLIMAT	pluviométrie	<10 mm/3 jours	4	
	prévue à 3 jours	> 10 mm/ 3 jours	0	
	vitesse du vent	<=3 Beaufort (0 -19km/h)	0	
		> 3 Beaufort (>19km/h)	2	
	température	< 6°C	0	
jour de l'apport	[6-13]°c	3		
	> 13°C	6		

* somme de la colonne

NOTE
globale

* = 0

Majoration de l'apport d'après l'évaluation du risque de volatilisation **par rapport** à l'ammonitrate

NOTE globale	<4	[4-8]	[9-13]	> 13
Solution azotée toutes cultures	0%	5%	10%	15%
Urée solide sur colza et céréales à paille d'hiver	0%	0%	5%	10%
Urée sur autres cultures	0%	5%	10%	15%

Les mesures de volatilisation au champ réalisées récemment en France dans le cadre de travaux sur le sujet confirment que le facteur d'émission en NH₃ de l'urée est supérieur à celui de la solution azotée dans les mêmes conditions. Toutefois les nombreuses références françaises obtenues sur céréales à paille d'hiver montrent, en terme de rendement et de teneur en protéines une moins bonne efficacité de la solution azotée par rapport à l'urée. L'hypothèse serait que pour la solution azotée, d'autres phénomènes viendraient réduire l'efficacité de cette forme, au-delà de la volatilisation ammoniacale. Suite à ce constat nous proposons de distinguer le besoin de majoration comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

En dernier ressort, le pilotage précédant les derniers apports sur les céréales à paille, offre la possibilité de corriger la nutrition azotée pour compenser, entre autres, une moindre efficacité de l'azote des apports précédents. Le pilotage représente donc aussi un moyen objectif de compenser a posteriori les pertes par volatilisation lors des précédents apports.

ANNEXES

1. LA PERTE AMMONIACALE DES ENGRAIS MINÉRAUX

Les pertes annuelles d'ammoniac dans l'atmosphère représentent aujourd'hui l'équivalent de 558 kt de N (CitepaSecten 2013 - 718 kt NH₃). L'agriculture est le principal contributeur avec 97% des émissions qui se répartissent de la façon suivante : déjections animales pour 64% et engrais minéraux pour 33% et autres secteurs (industrie, transport) pour 3%.

Limiter la volatilisation ammoniacale des produits résiduels organiques et des engrais minéraux constitue donc un levier majeur pour économiser de l'azote en maximisant l'efficacité des apports et pour préserver la qualité de l'air (The European Nitrogen Assessment 2011, Our Nutrient World- INI 2013). D'une manière indirecte, la volatilisation ammoniacale peut contribuer aux transferts d'azote réactif dans les eaux à travers son implication dans la cascade de l'azote. Aussi, une approche globale du cycle de l'azote et de ses impacts est nécessaire même dans le cadre d'une réglementation ciblant en premier lieu le transfert d'azote nitrique. Abordé ici sous l'angle de la Directive Nitrates (91/676/CE) et des référentiels régionaux de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée, l'ammoniac émis dans l'atmosphère n'en est pas moins soumis également à une directive européenne spécifique, la directive NEC (2001/81/CE), régissant les plafonds d'émissions de divers polluants atmosphériques. L'ammoniac a des impacts multiples sur l'acidification des sols, l'eutrophisation et la biodiversité d'espaces naturels sensibles, la qualité de l'air et la santé humaine. Sur la base des facteurs d'émission conventionnels (EMEP 2013), les pertes d'ammoniac aux dépens des engrais minéraux s'élèvent en 2014 à 192 kt N soit environ 9% de l'azote minéral apporté (d'après les statistiques UNIFA 2014-2015).

Il apparaît évident que ces pertes par volatilisation d'ammoniac sont à la fois susceptibles de générer des impacts environnementaux négatifs et représentent également une perte économique privant l'agriculture d'une ressource en azote minéral. Dès lors, la recherche de la maximisation de l'efficacité de l'azote des engrais s'inscrit dans une double logique convergente environnementale et économique.

Concernant les engrais minéraux, les publications scientifiques majoritairement anglo-saxonnes sont nombreuses et relativement convergentes. La sensibilité des engrais azotés à la volatilisation ammoniacale varie selon leur type :

FORME N	ammonitrate	solution azotée	urée	source
kg N volatilisé pour 100kg N apporté en surface	3 [-3 à 10]	14 [8 à 17]	22 [2 à 43]	DEFRA 2005
	1.5	9	17	EEA 2004 [6-13°C]
	2	8	15	ECETOC 1994
	3	10	20	EMEP 2013

Pour les engrais ammoniacaux de type sulfate d'ammoniaque ou phosphate d'ammoniaque (DAP, MAP), le facteur pH du sol semble déterminant, les valeurs pour ces produits seraient proches des ammonitrates en sol à pH < 7 et comparable à l'urée en sol alcalin (EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009 - derived from Van der Weerden and Jarvis (1997) - NARSES National Ammonia Reduction Strategy Evaluation System - Webb & Misselbrook, 2004). Depuis de nombreuses années en France, les pratiques, initiées dans les années 1970-1980 pour compenser la volatilisation ammoniacale et la moindre efficacité agronomique des formes solution azotée et urée, ont été de majorer les doses de 0 à 15% selon les sols, les engrais et les cultures (Le Souder C., Taureau J.C., Richard H., Berhaut F., 1997. Formes d'engrais ammonitrate et solution azotée : quelle incidence sur le rendement et la teneur en protéines du blé tendre d'hiver. Perspectives Agricoles, 221 (février), 67-74 ; Gérer la fertilisation azotée du maïs dans le sud-ouest - Arvalis., ARVALIS 2008). Justifiées et expérimentalement démontrées du point de vue du rendement et de la teneur en

protéines des céréales, ces majorations de doses n'intègrent pas la gestion du risque d'émissions d'ammoniac dans l'atmosphère.

Onze Arrêtés Préfectoraux régionaux publiés durant l'été 2012 sur l'équilibre de la fertilisation ont, de fait, étendu à l'ensemble des grandes cultures, des majorations de doses validées par l'expérimentation uniquement sur blé d'hiver (*Réseau d'essais Yara– Arvalis/Le Souder et al. 1997 pour la solution azotée; Le Souder C., Taureau J.C., Richard H., Berhaut F., 1997*) puis plus récemment sur colza pour l'urée et la solution azotée (*Yara - réunion Comifer N , Fev 2013*).

Selon ARVALIS-Institut du végétal, la nécessité de mêmes majorations de doses pour la solution azotée et pour l'urée sur céréales à paille d'hiver n'est pas prouvée expérimentalement pour des références françaises (*Cohan J.P., Le Souder C., 2013. Formes d'azote - Ammonitrate, solution azotée ou urée : les bons critères de choix. Perspectives Agricoles, 396 (janvier).*).

Le besoin de majorations de doses de la solution azotée ne pourrait être due qu'en partie aux pertes par volatilisation, contrairement à l'urée où ces majorations sont effectivement compatibles avec les ordres de grandeurs des pertes par volatilisation mesurées directement et recensées dans la bibliographie.

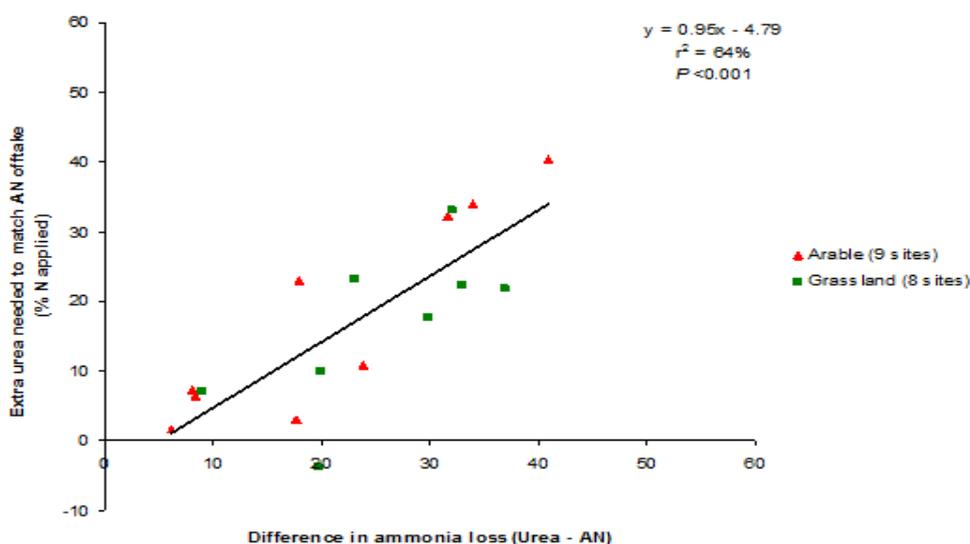


Figure 2. Relationship between ammonia loss differences and the extra urea N required to match AN crop N offtake.

Les travaux du DEFRA [2003 - 2005], dans le cadre du projet NT26 en Angleterre, ont bien établi la liaison entre l'intensité de la volatilisation ammoniacale et le supplément de fertilisation requis avec l'urée pour obtenir une absorption d'azote équivalente à l'ammonitrate. (cf. figure ci-dessus).

De même, la relation Azote Absorbé - Rendement est indépendante de la forme d'azote apportée dans les essais comparant ammonitrate et solution azotée sur blé, ce qui traduit uniquement une différence de coefficient d'utilisation réel ou apparent et non une différence d'efficacité de conversion de l'azote absorbé.

L'expérimentation a également démontré que ce sont bien les pertes gazeuses d'azote (essentiellement la volatilisation) qui sont à l'origine des diminutions de Coefficient Apparent d'Utilisation des engrais azotés.

Il est donc possible de conclure que la volatilisation ammoniacale est bien une source de perte d'azote significative qui diffère selon les engrais minéraux. Il convient prioritairement :

- (1) d'éviter la volatilisation quand c'est possible (ex : incorporation au sol)
- (2) de la réduire par le choix de l'engrais et les pratiques d'apport et en dernier
- (3) de la compenser par une majoration de dose appropriée afin de minimiser le risque de perte de production agricole.

2. LES PRINCIPAUX DETERMINANTS DE LA VOLATILISATION AMMONIACALE DES ENGRAIS MINERAUX

La volatilisation ammoniacale est d'abord un processus physico-chimique dont l'intensité est sous la dépendance des facteurs du milieu. La bibliographie scientifique et les nombreux écrits de vulgarisation ont identifié ces principaux facteurs :

		Effet majorant	Effet minorant
SOL	pH	pH alcalin	ph acide
	CEC	Faible CEC	Forte CEC
	Humidité du sol	Faible	Normale
CLIMATEu moment de l'apport	Température	Elevée	Faible
	Pluviométrie	< 5-10 mm	> 5-10 mm
	Vent	Présence	Absence
	Flux évapotranspiration	Elevée	Faible
CULTURE	Couvert végétal	Sol nu ou faible couvert	Couvert développé
	Vitesse de croissance	Faible	Elevée
PRATIQUES CULTURALES	Modalités d'apport	Apport en couverture	Incorporation Pré-semis ou localisation
	Irrigation après apport	Absence	Présence
CHOIX DU FERTILISANT	Surface d'échange engrais –sol – atmosphère auto augmentation du pH autour du granulé d'urée	Solution azotée & urée	Ammonitrates Nitrate de calcium, de sodium de potasse

3. LES LEVIERS D'ACTION POUR REDUIRE LA VOLATILISATION AMMONIACALE DES ENGRAIS MINERAUX

Différents documents et revues bibliographiques citent et quantifient des mesures pratiques pouvant diminuer ces pertes :

Technique de réduction	% de réduction	Commentaires	Mise en œuvre
Epandage en plein en surface	Technique de référence		
Irrigation	40-70%	Immédiatement après apport	Culture irriguée
		Quantité : env. 10 mm	Disponibilité matériel
Incorporation profonde	80-90%	Profondeur de travail	Culture de printemps (maïs, sorgho, tournesol, betterave)
Localisation au semis et/ou en végétation		Fermeture du sillon	Ecartement de semis
Incorporation en présemis	50-80%	Immédiatement après apport	Culture de printemps
		Profondeur d'incorporation	Façon culturale supplémentaire Compatibilité travail du sol simplifié
Inhibiteur d'uréase	70%	Pour urée	
	40%	Pour solution azotée	
Engrais enrobé à libération progressive et contrôlée	30%	Engrais solide	
Substitution de forme N	90%	Dans les situations les plus exposées aux pertes	

Source UNECE 2012, Corpen 2006

Des mesures pratiques existent donc pour limiter ces pertes mais du point de vue économique, ces leviers d'action présentent tous un coût supplémentaire pour l'agriculteur : coût direct (engrais) ou coût indirect (équipement spécifique, charge de carburant, temps/ha).

» »

7. Divers

Une prochaine rencontre du groupe NS est prévue fin septembre début octobre 2016 et un sondage Doodle sera envoyé en début d'été pour trouver la date convenant au plus grand nombre.