

La forme de l'engrais n'a pas une influence majeure sur les émissions de N₂O.

FERTILISATION AZOTÉE

LES BONNES PRATIQUES

favorables à la baisse des émissions

Plus que la baisse des quantités d'engrais azotés, c'est l'application des bonnes pratiques d'apport qui constitue un levier pertinent pour réduire les émissions de N₂O, car elles améliorent l'efficacité de l'absorption de l'azote par les plantes. C'est ce que montrent en tout cas un certain nombre de résultats expérimentaux.

En augmentant temporairement la quantité d'azote disponible dans l'horizon de surface du sol, un apport azoté peut agir sur les émissions de N₂O. Sous forme nitrique, l'azote apporté contribue directement à alimenter un stock « dénitrifiable ». Sous forme organique ou ammoniacale, il peut à la fois favoriser indirectement la dénitrification en augmentant le stock de nitrate après transformation, et contribuer aux émissions lors de cette transformation en nitrate (voir article p 51). La méthode d'inventaire actuellement utilisée en France relie directement les émissions aux quantités d'azote apportées par un facteur multiplicatif (voir article p 48). Cependant, les résultats expérimentaux français et internationaux indiquent que, si ce lien est indéniable, il est plus complexe qu'une simple indexation sur la quantité d'azote apportée.

Apports azotés et émissions de N₂O : un lien indéniable

C'est ce dont témoigne par exemple l'expérimentation réalisée par ARVALIS-Institut du végétal dans le

cadre du projet No-Gas en sol limoneux hydromorphe (figure 1). Elle montre notamment qu'un sol ne recevant pas d'apport d'engrais azoté émet du N₂O, en fonction des conditions agroclimatiques et de l'historique de la parcelle (passé d'apport organique dans le cas présent notamment).

« **Un sol ne recevant pas d'apport d'engrais azoté émet du N₂O**, en fonction des conditions agroclimatiques et de l'historique de la parcelle. »

Cette expérimentation révèle aussi que des facteurs de risques d'émission comme l'excès d'eau, représenté dans ce cas par la présence ou non d'un réseau de drainage, peut décupler l'effet de la fertilisation. Troisième conclusion de l'essai : les émissions induites par un apport ne sont pas forcément propor-

En savoir plus

Retrouver davantage de résultats d'expérimentations sur www.perspectives-agricoles.com.

tionnelles à la quantité d'azote épanchée. Si le lien direct entre cette dernière et le niveau d'émissions de protoxyde d'azote peut se concevoir dans des approches globales à l'échelle d'un large territoire (pays, continent), il semble donc peu pertinent au niveau d'une parcelle tant d'autres facteurs peuvent influencer sur les processus microbiens en jeu.

Les conditions de valorisation des apports déterminantes

Dès lors qu'un fertilisant azoté est épanché, plusieurs processus entrent en jeu pour exploiter l'azote fourni. L'objectif est de maximiser l'absorption par la culture, mais d'autres phénomènes lui font concurrence : la consommation d'azote par les micro-organismes (organisation dans la matière organique) et les pertes hors de la parcelle agricole. Dans ce dernier cas, ce sont les fuites gazeuses qui sont les plus importantes hors période de drainage. Les émissions sous forme de N_2O sont largement minoritaires en termes de quantités d'azote perdues (quelques kgN/ha à l'échelle annuelle dans la plupart des cas). Mais il ne faut pas négliger pour autant les techniques favorisant l'absorption rapide de l'azote, car elles contribuent tout de même à réduire les émissions. Cela passe en premier lieu par une optimisation des modalités d'apport des engrais. Le fractionnement, qui permet de synchroniser les apports avec les périodes d'absorption des cultures, est à privilégier. De même, le respect des conditions d'application optimales est crucial (apport juste avant les pluies au cours de phase de croissance active de la culture) pour favoriser l'absorption instantanée de l'engrais. En effet, la culture peut se trouver dans une dynamique d'absorption intense tout en présentant de courtes phases où les conditions agroclimatiques du moment ralentissent cette absorption. Ces préconisations d'apport doivent bien entendu s'inscrire dans le cadre général du calcul prévisionnel de la dose d'azote par la méthode du bilan, réajustée en cours

Des différences dans la fabrication des engrais

Les engrais azotés minéraux peuvent aussi se différencier en termes d'émissions dans leur phase de fabrication, en raison des performances plus ou moins bonnes des unités industrielles de production. À l'amont des exploitations agricoles, cette différenciation peut avoir un impact non négligeable sur les bilans gaz à effet de serre des productions de grandes cultures. L'évaluation des différents canaux d'approvisionnement en engrais en France reste néanmoins complexe, rendant pour l'instant difficile la prise en compte objective de ce critère dans les bilans gaz à effet de serre des filières.

IMPACTS : les émissions de N_2O ne dépendent pas que de la dose apportée

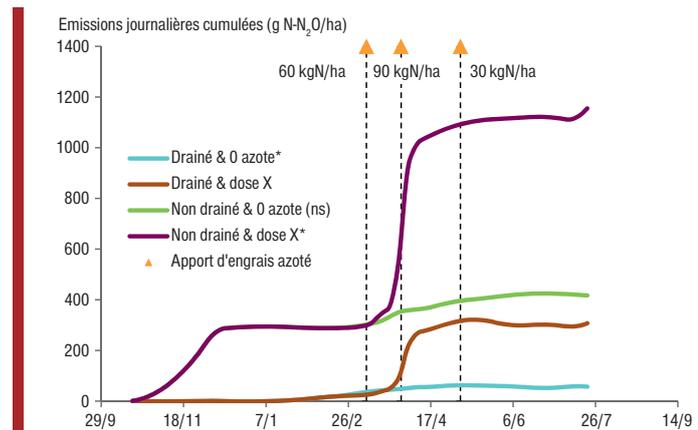


Figure 1 : Emissions cumulées de N_2O selon les apports d'engrais azotés (nuls ou dose du bilan prévisionnel) et de la présence ou non de drainage.

Expérimentation ARVALIS/projet No-Gas (La Jaillière (44) 2010-2011) sur blé tendre d'hiver, en sol limoneux hydromorphe.

Comparaisons statistiques par rapport à la modalité « Drainé & dose X » (méthode des couples) : * = différence significative à 10 % ; (ns) = différence non significative.



« Il est difficile de considérer la forme d'engrais minéral comme un facteur de maîtrise des émissions au champ. »

de campagne grâce à un outil de pilotage. Ainsi, à l'image de la limitation des pertes par volatilisation ammoniacale, optimiser les pratiques d'apports de fertilisants azotés contribue à la fois à limiter les pertes de N_2O , mais aussi à maximiser l'efficacité de l'azote apporté.

Pas de forme à privilégier

De par la nature des formes d'azote apportées, le type de produit azoté épandu peut avoir une influence sur les émissions de N_2O : il semble par exemple préférable d'éviter les formes présentant une part importante d'azote ammoniacal si les conditions agroclimatiques du moment tendent à favoriser les émissions de N_2O lors de la nitrification. Mais les résultats disponibles montrent que les conditions du milieu jouent aussi sur le classement des formes d'engrais : si les émissions sont surtout imputables à la dénitrification, la proportion d'azote nitrique apportée a beaucoup d'influence. Il est donc difficile de considérer la forme d'engrais

L'impact des Pro sur les émissions de N_2O est encore mal connu.



minéral comme un facteur de maîtrise des émissions au champ. Concernant les produits résiduels organiques (Pro), la question est encore plus complexe. Les différentes formes et quantités d'azote apportées peuvent parfois entraîner des différences d'émissions. Cependant, de par leur nature complexe, les Pro sont susceptibles de

modifier certaines caractéristiques du milieu ayant un impact sur les émissions comme le pH du sol ou encore, à plus long terme, la quantité d'azote organique de l'horizon de surface.

Intérêt relatif des additifs

La modification des engrais par différents additifs est souvent avancée pour améliorer leur performance technique et environnementale. Parmi les technologies disponibles en France, se trouvent les inhibiteurs d'hydrolyse de l'urée ou de nitrification. Ce sont essentiellement les seconds qui pourraient aider à réduire les émissions de N_2O (figure 2) : en ralentissant la transformation d'ammoniac en nitrate, ils évitent une trop grande accumulation dans le sol de cette forme d'azote susceptible d'engendrer des émissions. Mais cet effet peut varier encore une fois selon la voie dominante des pertes de N_2O (nitrification ou dénitrification). Les inhibiteurs de nitrification présentent l'inconvénient de n'être pour l'instant disponibles en association qu'avec peu de formes d'azote en France (sulfonitrate d'ammoniac pour le DMPP par exemple) et affichent un surcoût par rapport à leur équivalent non additionné.

INHIBITEURS DE NITRIFICATION : un effet mesurable sur les émissions

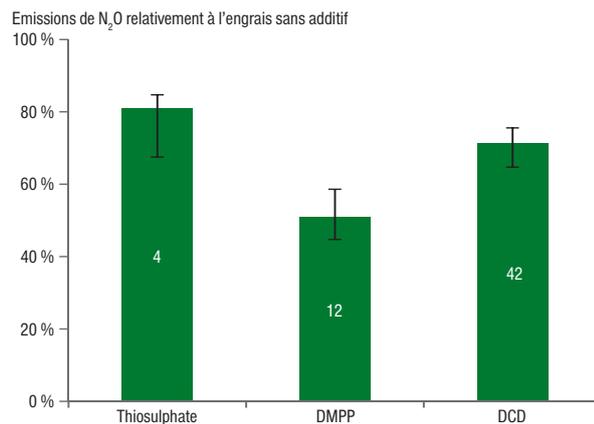


Figure 2: Effet sur les émissions de N_2O de 3 inhibiteurs de nitrification additionnés à un engrais par rapport au même engrais sans additif.

Données issues d'une synthèse bibliographique internationale (Akiyama et al. 2010). DMPP = 3,4 DiMethylPyrazole Phosphate, DCD = DiCyanDiamide. Les barres verticales représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les valeurs chiffrées indiquent le nombre d'expérimentations étudiées.

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

ARVALIS-Institut du végétal

Marie-Hélène Jeuffroy - Marie-Helene.Jeuffroy@grignon.inra.fr - INRA

Joël Léonard - INRA, Cécile Le Gall - CETIOM