

Gestion durable de l'azote au-delà de la seule problématique « nitrate »

Bernard Bodson ⁽¹⁾, Christophe Vandenberghe ⁽²⁾

⁽¹⁾ Univ. Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. Unité de Phytotechnie des Régions tempérées. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique). E-mail : b.bodson@ulg.ac.be

⁽²⁾ Univ. Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. Unité Systèmes Sol-Eau. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique).

La gestion durable de l'azote doit permettre de réduire drastiquement les risques de lixiviation de l'azote vers les nappes phréatiques. Les réglementations et recommandations de ces dernières années ont permis une utilisation plus judicieuse des engrais de ferme et des engrais minéraux au profit tant de l'environnement que des agriculteurs. Réhabiliter les légumineuses dans nos rotations et nos surfaces fourragères doit être une priorité, elles peuvent se substituer en partie au soja importé et en même temps, synthétiser gratuitement de l'azote assimilable par les plantes. La gestion des intercultures et en particulier celle des CIPAN (Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrate) ne peut plus se restreindre à la seule problématique du nitrate dans les eaux. La protection intégrée des cultures et la réduction des risques d'émissions de gaz à effet de serre doivent également être prises en compte et impliquent une souplesse dans les règles de gestion de ces CIPAN.

Mots-clés. Azote, production végétale, culture piège, nitrate, gaz à effet de serre, légumineuse.

Sustainable use of nitrogen beyond the single “nitrate” issue. The aim of the sustainable management of nitrogen is to reduce dramatically the risk of nitrogen leaching into groundwater. Regulations and recommendations have resulted in a more judicious use of manure as a mineral fertilizer to benefit both the environment and farmers. Rehabilitating leguminous plants into our rotations and our forage areas needs to become a priority. These plants can partially substitute for imported soya and, at the same time, synthesize the free nitrogen available to plants. Management of intercropping and in particular of catch crops can no longer be limited to the single issue of nitrate in water. Integrated crop protection and risk reduction of greenhouse gas emissions also need to be taken into account and flexibility needs to be incorporated into the implementation of these intercropping rules.

Keywords. Nitrogen, plant production, trap crops, nitrate, greenhouse gases, legumes.

1. INTRODUCTION

Ce texte propose quelques réflexions destinées à alimenter et surtout à dépasser les limites habituelles des débats sur la problématique « Nitrate et Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) ». Il est en effet important d'avoir une vision de plus en plus généraliste nécessitant d'appréhender des problématiques très diverses et d'être prospectif.

2. L'AZOTE, EN TANT QU'ÉLÉMENT NUTRITIF DES PLANTES, EST UN PRODUIT INDISPENSABLE QUE NOUS NE POUVONS PLUS GASPILLER

Alors que de plus en plus, on remet en cause l'utilisation de l'azote issu de la synthèse chimique, il est utile de rappeler que pour qu'une plante puisse

croître (la multiplication cellulaire, la photosynthèse, l'élaboration de nouveaux tissus), se développer et *in fine* produire et stocker de la matière sèche qui contiendra une part plus ou moins importante de protéines, elle doit pouvoir prélever, essentiellement *via* son système racinaire, de l'azote présent dans le sol, dans la majorité des cas sous forme de nitrate.

Ce nitrate est naturellement produit par différents micro-organismes. Pour la part la plus importante, il est le fruit du recyclage des matières azotées contenues dans des organismes végétaux, animaux et microbiens morts ou des résidus de leurs productions. L'activité symbiotique des légumineuses est une autre source. En France, leur contribution aux besoins de l'agriculture (prairies comprises) permet de subvenir à 25 % des apports nécessaires pour maintenir le niveau actuel de la production végétale (Duc et al., 2010).

Les micro-organismes non photosynthétiques, les algues, les mycorhizes peuvent aussi fournir de l'azote

au sol ou aux plantes, mais leurs apports réunis ne dépassent pas les quelques pourcents de l'azote fourni par le sol.

La minéralisation de la matière organique est donc la principale source non synthétique, mais son origine est constituée de végétaux qui ont prélevé eux-mêmes de l'azote dans le sol soit au même endroit, soit ailleurs. Sauf si ces plantes sont des légumineuses, il n'y a pas eu d'apport significatif au système sol – plante.

D'autre part, la minéralisation de l'azote organique est fonction des conditions d'activité des micro-organismes dans le sol. Dès lors, les flux d'azote minéral ne sont pas toujours synchrones avec les capacités de prélèvement des plantes. Il en ressort qu'inévitablement des accumulations dans le sol peuvent se produire et que celles-ci sont propices non seulement aux pertes par lixiviation de nitrate vers les eaux de surface et les nappes phréatiques (objet de la préoccupation du PGDA), mais aussi par voie gazeuse vers l'atmosphère *via* les activités microbiennes de déminéralisation. Ces émissions sous formes diverses (NH_3 , NO_x , N_2O , etc.) sont aussi une source de pollution à ne pas négliger, en particulier le N_2O , dont l'activité effet de serre de la molécule est 275 fois plus importante que celle du CO_2 . Heureusement, la déminéralisation est un processus généralement de faible ampleur, dont l'intensité tend à s'accroître en conditions froides, humides, dans des sols acides et / ou compactés et est bien sûr liée à la présence de quantités significatives de nitrate.

Dans les processus de production végétale, le meilleur moyen de limiter les accumulations de nitrate dans les sols susceptibles de s'échapper du système sol – plantes *via* l'eau ou l'air est de compléter judicieusement des ressources naturelles de nitrate issues du recyclage *via* la minéralisation de la matière organique par des apports d'azote de synthèse (engrais azotés) pour permettre un développement et une croissance optimale des cultures (Abrás et al., 2013), synonyme d'une consommation importante des disponibilités présentes.

Les apports de matières organiques doivent cependant rester modérés pour éviter les accumulations automnales lorsque la majorité des plantes ne prélèvent plus du fait de leur récolte ou de leur arrêt de croissance.

Parallèlement, les apports d'engrais doivent tenir compte le plus strictement possible à la fois des mises à disposition de nitrate du sol et des besoins de la culture, tributaires des potentialités permises par les conditions pédoclimatiques et les éventuels stress biotiques (maladies, ravageurs, adventices) ou abiotiques (eau, température).

Le fractionnement des apports et la détermination progressive des quantités nécessaires en fonction des conditions climatiques et de l'évolution du potentiel de rendement de la culture doivent être appliqués surtout

pour les cultures présentant des besoins importants en azote (céréales, colza).

Les actions entreprises par les acteurs de terrains (agriculteurs et leurs conseillers), la recherche et les autorités *via* les législations et les contrôles mis en place ont porté largement leurs fruits : la gestion durable de l'azote en agriculture est devenue une réalité irréfutable, certes pas encore parfaite mais néanmoins largement efficace.

L'évolution du coût de l'énergie, la dépendance croissante et inquiétante de l'Union européenne pour son approvisionnement en engrais azoté, l'explosion de la demande dans de très nombreux pays qui ont pris conscience qu'accroître leur production agricole devient une obligation vitale, toutes ces tendances réunies vont rendre l'engrais azoté de plus en plus onéreux et, il faut le craindre, engendrer une disponibilité de moins en moins garantie pour nos agriculteurs. Cette moindre disponibilité ne résoudra pas le problème de la pollution par le nitrate car les reliquats observés après culture dans les parcelles sans apport d'engrais azoté sont au mieux identiques à ceux mesurés après des cultures ayant reçu une fumure raisonnée (Heens, 2013). Comme on l'a évoqué, les plantes correctement alimentées ont une meilleure capacité à prélever l'entièreté du nitrate présent dans le sol et auront donc exporté une beaucoup plus grande quantité d'azote hors du profil. Entretemps, les parcelles correctement fertilisées auront fourni sur une surface identique une quantité nettement plus importante de matière végétale utile.

Disposer de suffisamment d'azote restera donc indispensable pour produire ; la chasse aux gaspillages d'azote doit être de plus en plus une priorité.

3. IL FAUT ABSOLUMENT RÉHABILITER LES LÉGUMINEUSES

Les nodosités présentes sur leurs racines apportent de l'azote quasi gratuitement au système sol – plante. En prairies, le trèfle est bien présent mais en culture, par contre, les légumineuses ne sont plus très fréquentes.

Les cultures de légumes industriels (pois, haricots et fèves récoltés en vert) peuvent laisser des quantités d'azote importantes dans les sols (De Toffoli et al., 2013). Chez le pois protéagineux et les féveroles récoltés en grains secs destinés à l'alimentation du bétail, le transfert vers le grain des protéines présentes dans la plante réduit quelque peu l'importance des reliquats à la récolte. Cependant, les travaux de sol exécutés après la récolte génèrent une minéralisation importante d'azote susceptible d'être lixivié lors de la période de drainage qui suit, en l'absence de CIPAN.

En interculture, la vesce, qui est un véritable engrais vert pour la culture de printemps qui lui

succède dans la rotation, est capable en deux à trois mois de stocker de 60 à 80 kg d'azote par hectare dans la couche superficielle du sol, puisque les nodosités ne sont uniquement présentes que dans les 30 premiers cm du profil. Cet azote, produit avec une dépense d'énergie minimale, ne pourra plus, à l'avenir, être négligé.

Les risques de perte par lixiviation peuvent être gérés efficacement par une gestion agronomique raisonnée :

- les restitutions de matière organique (engrais de ferme, compost) doivent tenir compte de la présence des légumineuses dans la rotation, ils ne peuvent pas prendre place juste avant ou après la culture sous peine de cumuler les apports en azote potentiellement lixiviable ;
- la culture de légumineuse doit obligatoirement être suivie par une culture capable de prélever de grandes quantités d'azote et sur laquelle on appliquera une fertilisation azotée raisonnée ;
- dans le cas de légumes récoltés en vert tôt dans la saison, la mise en place d'une seconde culture comme un épinard ou une culture fourragère, par exemple, peut être très intéressante, à condition d'adapter la fumure azotée.

En Europe, l'approvisionnement en soja (protéines) pour nourrir nos monogastriques va devenir problématique à court terme, avant tout pour des questions de coût. Il est donc important d'intégrer cet aspect dans les réflexions futures. Dans notre région comme ailleurs, des plans d'autonomie protéique voient le jour et reposent principalement sur les cultures de légumineuses. Se priver de cet azote synthétisé naturellement est globalement contre-productif : les coûts énergétiques et émissions de gaz à effet de serre (GES) nécessaires à la synthèse d'engrais azoté doivent être pris en compte.

4. LES CIPAN DOIVENT ÊTRE ENFOUIES AVANT OU JUSTE APRÈS LEUR DESTRUCTION PAR LE GEL

Depuis huit années, des mesures de flux de CO₂ sont réalisées sur le site de grandes cultures de Gembloux. Lorsque des verts de betteraves arrachées fin octobre sont laissés sur le sol pendant 15 jours, les émissions de CO₂ dues à leur décomposition à la surface du sol sont considérables mais stoppées lorsqu'elles sont enfouies (Aubinet et al., 2009). En transposant ces observations au cas des CIPAN, il est très probable que, sous l'action des micro-organismes qui dégradent les résidus, l'azote contenu dans les moutardes détruites par le gel se décomposant rapidement à l'air libre, retourne directement dans l'atmosphère.

L'influence des modalités de gestion (non-incorporation, mélange dans la couche superficielle ou enfouissement dans le sol) des cultures intercalaires (tout comme des résidus de culture ou des engrais de ferme) sur le niveau des émissions de N₂O n'a fait jusqu'à présent l'objet que de mesures très ponctuelles aboutissant à des résultats divergents (Petersen et al., 2011 ; Thangarajan et al., 2013). Le caractère sporadique et l'intensité très variable de ces émissions fortement influencées par les conditions microclimatiques et les teneurs en C et N du substrat, rendent quelque peu aléatoires les concentrations en N₂O mesurées dans les échantillons d'air prélevés dans des chambres posées dans les champs. Heureusement, l'arrivée sur le marché d'analyseur de N₂O à haute fréquence va permettre de pouvoir effectuer par la technique d'Eddy-covariance, comme pour le CO₂, des mesures en continu à l'échelle de la parcelle. Il est primordial de pouvoir rapidement réaliser de telles mesures dans les conditions de culture de notre région et de vérifier si le maintien au contact direct de l'atmosphère de plantes détruites par le gel n'accroît pas le risque d'émissions de GES. La lutte contre le réchauffement climatique doit également faire partie des priorités qui guident les bonnes pratiques agricoles.

Dès lors, une CIPAN devrait préférentiellement être enfouie dans le sol dans les heures qui suivent sa destruction par le gel ou, idéalement, lorsqu'elle est encore vivante. D'une part, cela évite la décomposition des matières au-dessus de la surface du sol, source de perte par volatilisation et d'autre part, l'enfouissement de matière organique fraîche et jeune stimule la vie microbienne du sol.

5. LA MISE EN PLACE D'UNE CIPAN NE PEUT PLUS ÊTRE UNE PRATIQUE CULTURALE SYSTÉMATIQUE ET OBLIGATOIRE

La CIPAN n'est efficace en termes de réduction de lixiviation de nitrate que :

- si son développement atteint un niveau tel qu'il y a un prélèvement significatif d'azote ;
- si la croissance est suffisamment importante pour que l'évapotranspiration de la culture soit telle qu'elle perturbe les flux d'eau descendant de l'hiver.

L'implantation de CIPAN dans de mauvaises conditions (date tardive et / ou semis à la volée) conduit à un couvert épars. Dans ces situations, il est plus judicieux d'un point de vue environnemental global de ne pas les implanter.

Les façons culturales durant la période d'interculture offrent une alternative efficace aux applications de produits phytosanitaires. La dégradation rapide des résidus lorsqu'ils sont mélangés au sol limitent :

- la présence d'inoculum de certains champignons pathogènes ;
- la banque de graines de mauvaises herbes présentes dans le sol ;
- la survie de ravageurs tels que les limaces, les mulots et d'autres parasites.

L'obligation d'implantation d'une CIPAN peut empêcher la réalisation de séquences de travail du sol qui seront indispensables à partir du moment où la protection intégrée des cultures sera obligatoire (c'est-à-dire le 1 janvier 2014) et où les plans de réduction de l'utilisation des pesticides seront d'application.

Cette obligation pousse aussi certains agriculteurs à travailler à moindre coût et à planter rapidement des CIPAN qui certes occuperont une partie de la surface, mais la partageront avec des repousses de céréales qui permettent le maintien et facilitent la persistance entre deux saisons culturales de virus, de rouille, etc.

Ces réflexions ne remettent pas en cause l'intérêt des CIPAN, mais il faut accepter plus de souplesse dans leur mise en œuvre de manière à ce que lorsqu'elles sont implantées, elles constituent une opération culturale remplissant pleinement ses divers rôles non seulement de piège à nitrate, mais aussi d'engrais vert, de stimulateur de la vie microbienne, de couverture du sol et d'étouffement des adventices et des repousses.

6. CONCLUSION

Ces quelques développements doivent faire prendre conscience qu'en matière de gestion environnementale, il ne faut pas sectoriser les problèmes et vouloir les résoudre, certes très efficacement, mais en se mettant des œillères.

Depuis 1991 (mise en place de la Directive Nitrates), la perception et les connaissances sur d'autres problématiques environnementales ont évolué. À cet égard, le PGDA est donc à un tournant et le rôle des scientifiques est d'aider à l'orienter convenablement. Les agriculteurs ont largement pris

conscience du problème et de l'intérêt, pour eux et la société, de bien gérer leur fertilisation. Le travail des équipes encadrantes est couronné de succès puisque les pratiques agricoles en relation avec la problématique ont réellement évolué dans le bon sens.

Il faut se tourner vers des recommandations intelligentes pour gérer au mieux les périodes d'intercultures, en prenant en compte les interactions avec d'autres sources de pollution ainsi que les actions bénéfiques qui peuvent en être retirées, notamment *via* la réintroduction des légumineuses.

Bibliographie

- Abras M., Goffart J.-P. & Destain J.-P., 2013. Perspectives d'amélioration du conseil prévisionnel de fertilisation azotée à la parcelle en Wallonie par l'utilisation du logiciel AzoFert®. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**(S1), 215-220.
- Aubinet M. et al., 2009. Carbon sequestration by a crop over a 4-year sugar beet/winter wheat/seed potato/winter wheat rotation cycle. *Agric. For. Meteorol.*, **149**(3-4), 407-418.
- De Toffoli M., Oost J.-F. & Lambert R., 2013. Impact de la destruction de prairie sur le reliquat d'azote et la gestion de la fertilisation azotée. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**(S1), 187-194.
- Duc G., Mignolet C., Carrouée B. & Huyghe C., 2010. Importance économique passée et présente des légumineuses : rôle historique dans les assolements et les facteurs d'évolution. *Innovations Agron.*, **11**, 1-24.
- Heens B., 2013. Fertilisation azotée des légumes industriels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**(S1), 207-214.
- Petersen S.O., Mutegi J.K., Hansen E.M. & Munkholm L.J., 2011. Tillage effects on N₂O emissions as influenced by a winter cover crop. *Soil Biol. Biochem.*, **43**, 1509-1517.
- Thangarajan R. et al., 2013. Role of organic amendment application on gas greenhouse gas emission from soil. *Sci. Total Environ.* (in press).

(7 réf.)