



Figure 1:
Le cycle de l'azote
dans l'agriculture.

2 L'azote dans l'agriculture

Ernst Spiess et Walter Richner

L'azote (N) est très important dans la production agricole et il est présent sous différentes formes organiques et anorganiques dans les cycles d'éléments nutritifs. Les processus de transformation vont de pair avec d'importantes pertes dans les eaux et dans l'atmosphère, pertes qui ne peuvent que partiellement être évitées. La fixation biologique de l'azote par les légumineuses et la fabrication d'engrais minéraux ont contribué de manière décisive au développement de la production agricole.

Sans azote, il n'y a pas de vie possible. Composant des protéines et d'autres liaisons, l'azote est un élément nutritif indispensable pour les plantes et les animaux, transformé en grosses quantités dans le cycle agricole des éléments nutritifs. Le bilan de l'azote possède une particularité: les formes d'azote minérales sont tout aussi importantes que les formes d'azote organiques. Les animaux absorbent l'azote sous forme organique, principalement à travers les protéines. Le lait, la viande et les œufs contiennent également de l'azote sous forme de protéines. Par contre, les déjections animales contiennent de l'azote en grande partie sous forme d'urée (dans le cas de la volaille sous forme d'acide urique), qui se transforme en ammonium en l'espace de quelques jours par fermentation (Gisiger 1960). L'azote restant est éliminé par les animaux via d'autres liaisons organiques. Les plantes, elles, absorbent l'azote presque uniquement sous forme minérale (ammonium et surtout nitrates). C'est pourquoi l'azote organique doit d'abord être minéralisé par les micro-organismes du sol.

Le sol constitue un important stock d'azote pour la nutrition des plantes. Les sols exploités par l'agriculture contiennent entre 3'000 et 50'000 kg N/ha dans la couche où sont enracinés les végétaux, dont environ 99 % sont liés sous forme organique, notamment dans l'humus (Furrer et Stauffer 1986). Les résidus de récolte contiennent eux aussi de l'azote presque exclusivement sous forme organique. C'est pourquoi outre l'azote minéral qui gagne le

Ernst Spiess et
Walter Richner,
Agroscope
FAL Reckenholz,
Reckenholzstr. 191,
CH-8046 Zürich

sol via les engrais minéraux et les engrais de ferme ou les retombées atmosphériques, le stock d'azote organique dans le sol joue également un grand rôle pour l'approvisionnement des plantes. Toutefois, la minéralisation de l'azote organique n'est généralement pas parallèle aux besoins des plantes en azote. Pendant la phase de croissance principale des cultures agricoles, il y a souvent trop peu d'azote minéralisé. En outre, les plantes font concurrence aux microorganismes pour l'azote. En automne par contre, la minéralisation dépasse souvent les besoins des plantes, d'où parfois des teneurs trop élevées d'azote minéral.

L'azote présente une autre particularité: dans l'agriculture, son cycle (fig. 1) est lié à des pertes élevées, peu ou non évitables. À l'étable, pendant le stockage des engrais de ferme et après l'épandage du fumier et du lisier ou d'autres engrais à base d'ammonium, de l'ammoniac (NH_3) peut facilement se volatiliser. Dans le sol, l'azote minéral se présente généralement sous forme de nitrates (NO_3^-), qui sont très mobiles et qui peuvent facilement être lessivés avec les eaux de percolation, notamment pendant la saison hivernale. Dans les zones où le sol est pauvre en oxygène, les microorganismes peuvent réduire les nitrates. Ce phénomène produit alors de l'azote moléculaire (N_2) et du gaz hilarant (N_2O), qui se volatilisent. Le gaz hilarant se forme également lors de la nitrification, transformation de l'ammonium en nitrates.

Ces émissions d'azote dans les eaux et dans l'atmosphère créent différents problèmes environnementaux: les émissions d'ammoniac conduisent à une surfertilisation des écosystèmes sensibles (p. ex. forêts, marais, prairies maigres); à plusieurs endroits, la teneur de l'eau potable en nitrates dépasse la valeur exigée par l'Ordonnance sur la protection des eaux, soit 25 mg NO_3^-/l , et enfin, le gaz hilarant participe à l'effet de serre et à la destruction de la couche d'ozone de la stratosphère.

Étant donné les pertes élevées, le cycle de l'azote n'est généralement pas un cycle clos. Pour que le bilan de l'azote agricole reste tout de même équilibré, le système est tributaire d'apports importants. Il existe deux vecteurs d'apport qui n'ont pas contribué uniquement au maintien de l'équilibre, mais également à l'augmentation des flux d'azote dans le cycle et au développement de la productivité dans l'agriculture. Il s'agit de la fixation biologique de l'azote par les légumineuses et des engrais minéraux. En Suisse, la fixation biologique de l'azote a pris une grande importance au XVIII^e siècle avec l'introduction et le développement des prairies temporaires (assolement intégrant des légumineuses) (Koblet 1965). Au XX^e siècle, les engrais minéraux ont également permis une montée en flèche des rendements de la production végétale. Depuis la moitié du XIX^e siècle, la Suisse importait de faibles quantités d'engrais minéraux azotés (guano et salpêtre du Chili) (Brugger 1979). En 1913 le développement du procédé Haber-Bosch a permis la fabrication d'engrais minéraux à l'échelle industrielle (Finck 1979), puisque les engrais minéraux azotés pouvaient alors être synthétisés à partir d'azote atmosphérique et d'hydrogène. Il faut cependant savoir que la consommation d'énergie nécessaire à ce processus est considérable. C'est la raison pour laquelle avec l'azote, contrairement au phosphore, ce ne sont pas les ressources naturelles limitées qui posent problème, mais l'importante consommation d'énergie lors de la synthèse de l'ammoniac.

Bibliographie

- Brugger H., 1979. Die schweizerische Landwirtschaft 1850–1914. Verlag Huber, Frauenfeld. 423 S.
Finck A., 1979. Dünger und Düngung. Verlag Chemie, Weinheim und New York. 442 S.
Furrer O.J. et Stauffer W., 1986. Stickstoff in der Landwirtschaft. gwa 66, 460–472.
Gisiger L., 1960. Neue Erkenntnisse über die Bereitung der Gülle und ihre zweckmässige Aufbereitung. Schweiz. Landw. Monatshefte 38, 433–450.
Koblet R., 1965. Der landwirtschaftliche Pflanzenbau. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart. 829 S.