

# LES NITRATES, L'AGRICULTURE ET L'EAU EN BRETAGNE

Note de vulgarisation rédigée par Patrick Durand (INRAE Rennes, UMR SAS), en collaboration avec le Creseb, pour la concertation du PAR7 (7<sup>e</sup> Plan d'Actions Régional Directive Nitrate).  
Publiée en octobre 2021

## 1. Généralités sur l'azote et l'agriculture

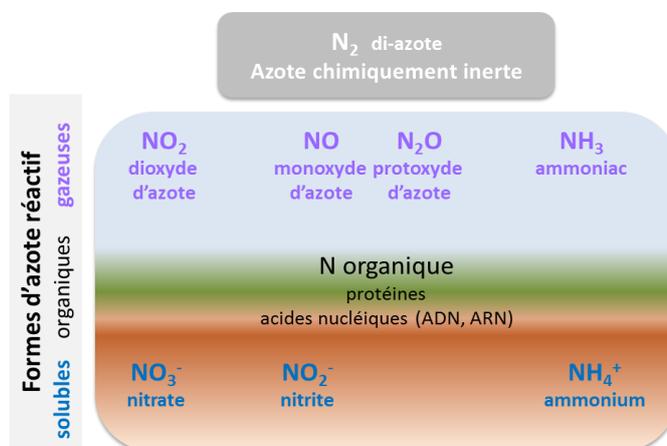
Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) sont l'une des formes chimiques de l'élément azote N. L'azote est l'un des constituants majeurs des êtres vivants (N organique), avec le carbone, l'oxygène et l'hydrogène. Il est notamment nécessaire pour la composition des protéines, de l'ADN et de l'ARN.

Les animaux tirent leur azote de leur alimentation en protéines végétales et animales. Ils rejettent l'excédent métabolisé sous forme d'urée (urines) et le non assimilé sous forme de fèces (déjections).

Les végétaux doivent, eux, trouver l'azote dans le sol sous forme minérale soluble (nitrate  $\text{NO}_3^-$  ou ammonium  $\text{NH}_4^+$ ), mais celui-ci est rare sous ces formes.

L'atmosphère est constituée majoritairement d'azote (80%) sous forme gazeuse, mais il n'est généralement pas utilisable sous cette forme par les êtres vivants, car il est chimiquement trop stable.

La transformation de l'azote atmosphérique en formes minérales solubles utilisables par les plantes est assurée par certaines bactéries du sol. Certaines de ces bactéries peuvent s'associer avec des plantes, les légumineuses. Cette symbiose permet alors une utilisation « directe » de l'azote atmosphérique par la plante pour sa croissance.



Les différentes formes d'azote réactif.

Dans les **agricultures pré-industrielles**, les agriculteurs apportaient l'azote aux cultures en faisant des rotations de cultures incluant **des légumineuses**, et en apportant **des déjections humaines et animales**. Les animaux domestiques utilisaient les ressources alimentaires non consommables par l'homme (herbe, insectes, déchets...) et étaient donc une source d'azote essentielle, à la fois directement (alimentation humaine) et indirectement (fertilisation des sols). Jusqu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle, la production agricole était donc fortement limitée par le manque d'azote.

**Au cours du XX<sup>ème</sup> siècle**, l'invention **des engrais azotés**, dans des usines qui transforment l'azote atmosphérique en azote ammoniacal mais en consommant beaucoup d'énergie fossile, a été déterminante pour l'essor de la production agricole et la sécurisation alimentaire de la population mondiale.

**En agriculture moderne**, les engrais minéraux permettent non seulement de cultiver des plantes pour l'homme, mais aussi pour les animaux domestiques. Ainsi, les poules et les cochons mangent maintenant des céréales, et les vaches, du maïs ensilage. Pour avoir des animaux plus productifs, leur ration alimentaire est complétée avec **des concentrés riches en protéines**, faits notamment à partir de légumineuses comme le soja, peu cultivé en France.



*Trois affiches, réalisées à 35 ans d'intervalle pour représenter le monde agricole, montrent le changement radical de statut de l'agriculture. La richesse du monde agricole dépend encore étroitement du bétail en 1910 en haut (Syndicat central des Agriculteurs de France, G. Fay), puis de l'industrie dès 1935 en bas à gauche (Société de St Gobain, F-H d'Alesi) et en bas à droite (Comptoir Français de l'Azote, Stéphane) – Source : G. Billen et al., 2011.*

## 2. Les sources de pollution azotée en Bretagne

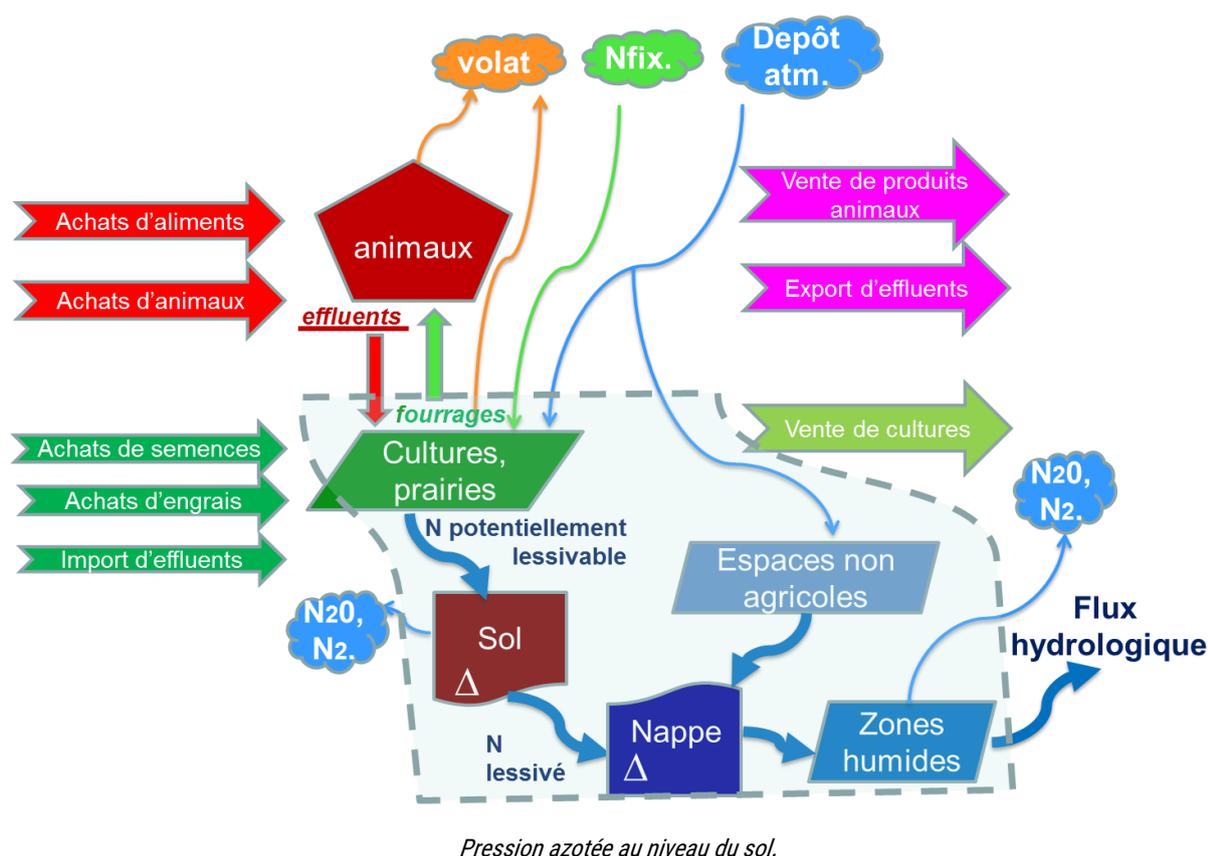
Dans les régions spécialisées en productions animales, comme la Bretagne, on importe donc à la fois de grandes quantités de protéines végétales pour l'alimentation des animaux d'élevage, et des engrais minéraux pour les cultures majoritairement destinées à l'alimentation animale. Les déjections animales produites sont restituées aux sols et viennent s'ajouter aux engrais minéraux pour constituer **des apports d'azote qui peuvent parfois être supérieurs à ce que les plantes peuvent absorber**.

Ainsi en Bretagne, une situation fortement excédentaire en azote s'est installée depuis la fin des années 1960 jusqu'au début des années 2000. Ces excès se sont accumulés dans les sols sous forme d'humus facilement dégradable, ou bien ont été entraînés<sup>1</sup> sous forme de nitrate soluble dans les rivières et les eaux souterraines. Ainsi, se sont constitués des stocks d'azote importants et facilement entraînés par les pluies.

**Depuis les années 1990, les réglementations et les actions d'accompagnement et de formation des agriculteurs ont permis progressivement de limiter ces excédents**, même si, dans certaines zones, l'épandage des effluents d'élevage reste problématique pour respecter les plafonds réglementaires, ce qui nécessite le recours à des traitements coûteux. Ces réglementations basées sur l'équilibre entre production d'effluents animaux et besoin de fertilisation des cultures ont progressivement freiné l'augmentation des productions animales en Bretagne.

<sup>1</sup> Autres termes : lessivés ou lixiviés

Cependant, même en l'absence d'excédents, les systèmes agricoles actuels **continuent à émettre, en quantité moindre, de l'azote vers l'environnement**. Une partie de l'azote des effluents peut facilement se transformer en ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), qui se volatilise et peut se redéposer à courte distance, ou être transporté au loin par les vents. Cet ammoniac contribue à la pollution de l'air en tant que précurseur de particules fines. **L'azote soluble dans les sols est facilement entraîné par l'eau en profondeur si les plantes ne l'absorbent pas**. Or, dans les rotations modernes de cultures, les **sols sont souvent peu ou mal couverts en fin d'automne et en hiver** (notamment après maïs ou avec des céréales d'hiver), à un moment où les pluies abondantes augmentent ce risque de lessivage. Dans les **prairies trop chargées en bovins**, les urines riches en azote peuvent aussi être source de lessivage, et le **retournement fréquent des prairies temporaires** libère également des quantités importantes d'azote difficilement captables par les cultures suivantes.



Ainsi, limiter les fuites d'azote nécessite non seulement d'équilibrer les quantités d'azote apportées avec les besoins des plantes, mais aussi d'éliminer autant que faire se peut toutes ces situations à risque de fuites de nitrate, ce qui n'est pas facile car elles s'intègrent dans des systèmes de production contraints d'un point de vue économique et de temps de travail.

**L'ensemble de ces émissions polluantes sont qualifiées de pollutions diffuses**, car elles sont émises un peu partout dans le paysage et fortement dépendante des conditions météorologiques. **À celles-là s'ajoutent des pollutions ponctuelles** : rejets industriels, de stations d'épuration ou d'assainissements individuels, fuites issues des bâtiments d'élevage ou des installations de stockage d'effluents. Ces pollutions ponctuelles sont plus facilement localisables et traitables. De plus, toutes les données convergent pour estimer qu'elles ne représentent qu'une très faible part des émissions azotées vers l'environnement en Bretagne, de l'ordre de 5% en moyenne, ce chiffre pouvant localement atteindre 10%.

### 3. Le voyage des nitrates des parcelles vers les rivières et le littoral

En Bretagne, les sols sont en moyenne plutôt perméables et les pluies de faible intensité. **La majeure partie de l'eau de pluie s'infiltré donc dans les sols, la moitié va être consommée par les plantes ou évaporée, l'autre moitié rejoint des nappes souterraines peu profondes.** Ces nappes peuvent être connectées à des nappes plus profondes par des réseaux de fissures plus ou moins efficaces, mais l'essentiel de l'eau va transiter à faible profondeur (quelques mètres) pour rejoindre les rivières. Dans les paysages naturels, aux abords de la rivière l'eau de ces nappes remonte à la surface et crée des zones humides : prairies ou bois humides, marécages, tourbières...

**Les nitrates, très solubles, vont suivre exactement le même trajet que l'eau.** Ainsi, il n'est pas exact de dire que les nitrates sont entraînés par ruissellement à la surface des sols vers la rivière : **la plus grande partie s'infiltré dans le sol et rejoint la nappe peu profonde.** Une petite partie va migrer plus profondément dans les nappes souterraines, mais la majorité va progresser latéralement vers les zones humides et la rivière. **Ce trajet va prendre du temps** et, selon la position des parcelles et le type de sol et sous-sol, on estime en Bretagne que le temps de séjour moyen du nitrate dans le sol et sous-sol avant d'atteindre la rivière est d'environ 10 ans. Dans le détail, cette moyenne recouvre un éventail très grand : une molécule de nitrate émise loin de la rivière (sur une parcelle en haut de versant) et s'infiltrant en profondeur pourra mettre plusieurs dizaines d'années avant de rejoindre la surface, alors qu'une autre émise en bordure de cours d'eau sur une parcelle drainée arrivera en quelques jours. En pratique, cela signifie donc que les concentrations en nitrate observées actuellement dans les cours d'eau sont le résultat d'un mélange complexe de molécules ayant connu des temps de séjours différents dans le milieu. Ainsi, si l'on peut affirmer que 90 à 95 % de ces nitrates sont d'origine agricole (via la notion de pollution diffuse expliquée plus haut), les concentrations observées aujourd'hui dans les cours d'eau sont la résultante de pratiques agricoles anciennes et plus récentes.

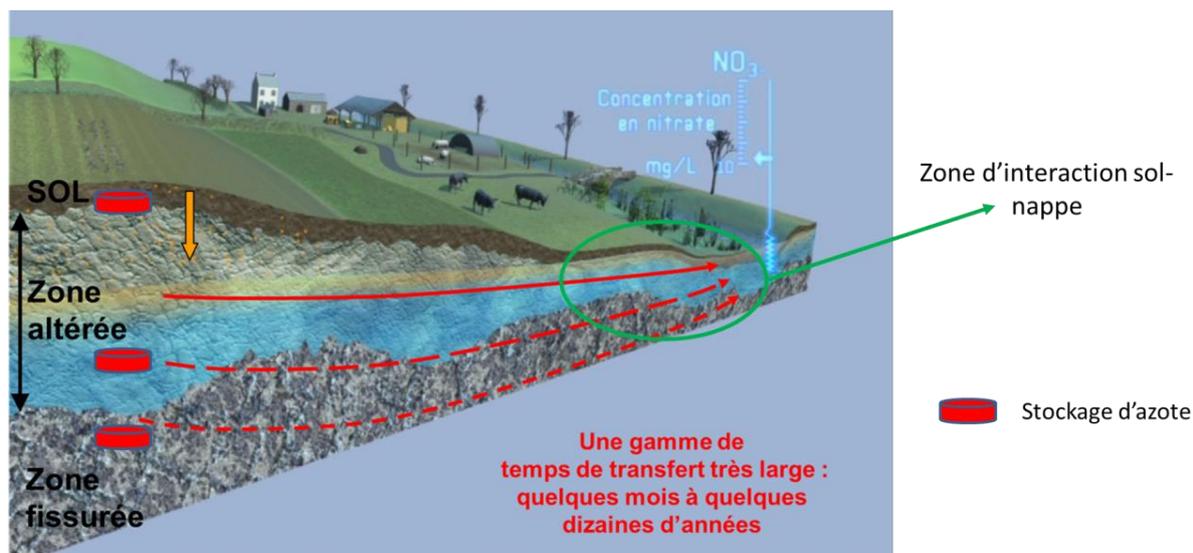


Schéma simplifié des voies de transfert de l'azote dans le bassin versant.

**Dans les zones humides avant la rivière,** le nitrate remontant dans les sols va pouvoir être en partie capté par les plantes et les microorganismes du sol, et donc éliminé de l'eau. Une partie aussi pourra être éliminée **dans les nappes souterraines** par des mécanismes biologiques et chimiques. Si l'on ajoute ce qui est ainsi éliminé et ce qui est stocké durablement dans les sols et les nappes, une partie seulement des fuites d'azote agricoles se retrouvera effectivement dans les rivières. Cette disparition de nitrate peut représenter de 30 à 80% des fuites suivant les situations. On peut en partie favoriser cette élimination en protégeant et en restaurant les zones humides, mais leur efficacité dépend beaucoup de facteurs naturels sur lesquels nous avons peu de prise.

La conséquence de ces décalages dans le temps, dans l'espace et les quantités en jeu font qu'il est en pratique impossible de mettre directement en relation des pratiques agricoles à un instant  $t$  et un endroit donné avec les concentrations en nitrate dans la rivière en contrebas. Par conséquent, **l'efficacité des actions menées ne peut s'apprécier valablement que sur le long terme et en agissant sur un territoire assez étendu. Mais cela ne signifie pas qu'on ne peut rien faire** : pour espérer avoir des résultats visibles rapidement, il faut au contraire agir de façon suffisamment forte sur une surface importante (par exemple, une part significative du bassin versant qui alimente le cours d'eau qui se jette in fine à la mer).

## 4. Pourquoi l'azote devient-il polluant ?

Contrairement aux pesticides, aux métaux lourds ou à d'autres composés organiques, l'ion nitrate n'est pas toxique jusqu'à des concentrations élevées, où il devient potentiellement cancérigène ou à l'origine de composés dérivés toxiques. Pourtant, **la pollution azotée est considérée comme l'un des plus graves problèmes environnementaux de la planète.**

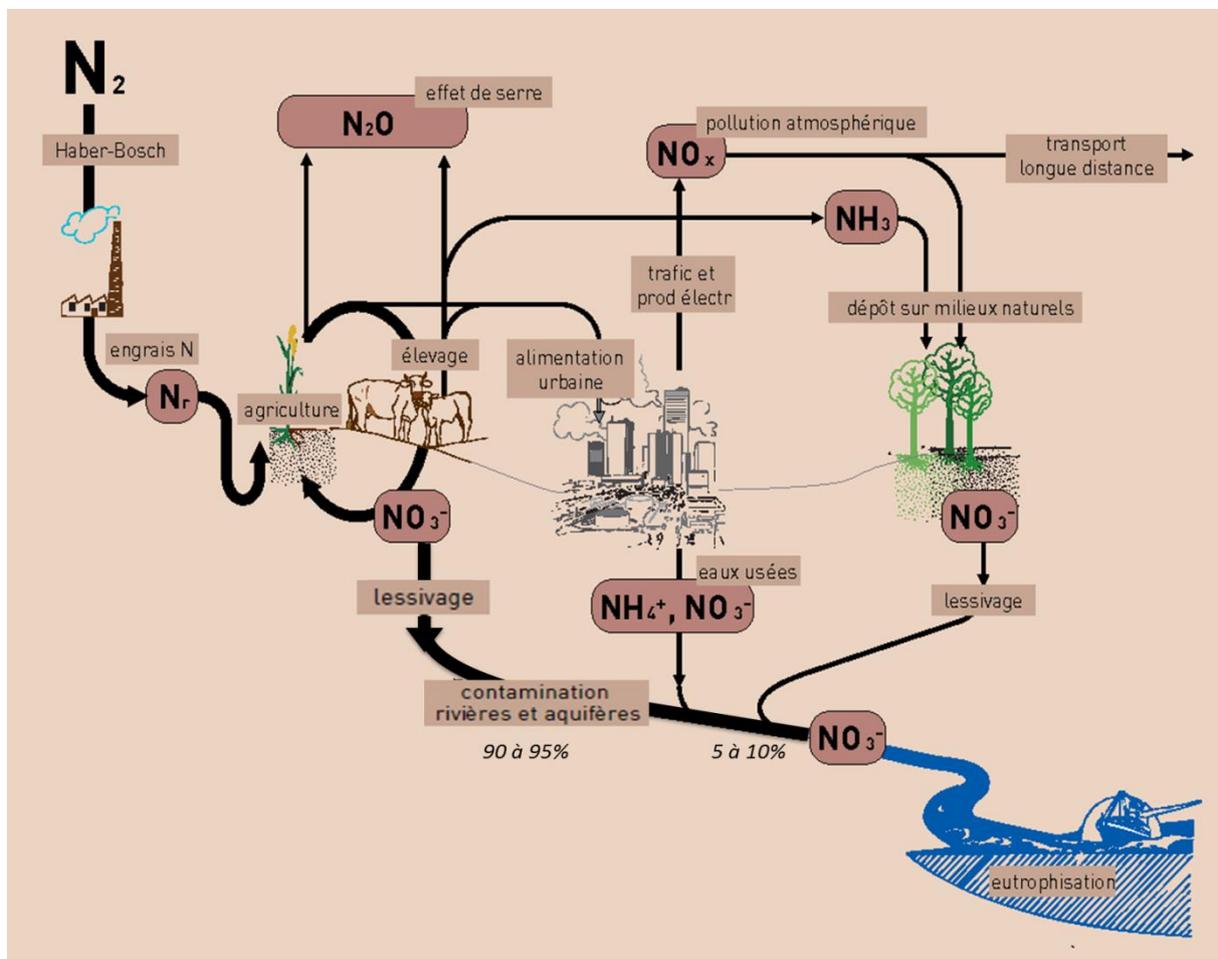


Schéma de la cascade de l'azote (adapté, d'après G. Billen et al, 2011)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> G. Billen et al., 2011. La cascade de l'azote dans le bassin de la Seine. Fascicule N°15, ISBN 978-2-918251-14-9, ISSN 1968-5734. <https://www.piren-seine.fr/fr/fascicules>

En effet, en produisant d'énormes quantités d'engrais azotés (organiques et minéraux), l'homme a introduit dans le système Terre la source de multiples composés générateurs de déséquilibres importants. Une fois rendu réactif, l'azote a la capacité de changer rapidement de forme et de nature et ainsi donner naissance :

- à des gaz azotés oxydés ( $N_2O$ ,  $NO_2$ ...) qui sont des gaz à effet de serre puissants beaucoup plus réchauffant que le  $CO_2$ , des poisons pour la couche d'ozone qui nous protège des rayons cosmiques, ou directement des toxiques pour l'homme.
- à l'ammoniac ( $NH_3$ ) qui, se volatilisant des élevages ou des déjections, est aussi toxique et produit des particules potentiellement dangereuses pour les poumons et qui diminuent la transparence de l'air. En se redéposant sur les écosystèmes fragiles (acidification et eutrophisation du milieu), il peut faire disparaître des végétaux rares au profit de plantes plus communes.
- aux formes solubles enfin, nitrate  $NO_3^-$ , nitrite  $NO_2^-$  et ammonium  $NH_4^+$ , qui créent de graves déséquilibres dans les milieux aquatiques, car elles les « fertilisent » comme elles fertilisent le sol. Se faisant, elles provoquent le développement d'espèces d'algues microscopiques (phytoplancton) ou macroscopiques (macroalgues) qui sont capables d'utiliser efficacement et rapidement l'azote pour leur croissance. C'est ce qui se passe sur certains littoraux, en Bretagne et ailleurs, où les algues vertes se développent soudainement en quantités considérables grâce à cette « nourriture » arrivant en excès : ce sont les marées vertes. Ailleurs, en mer, dans les lacs ou les rivières, l'azote et un autre sel nutritif, le phosphore, provoquent le développement de microalgues dont certaines espèces produisent des toxines. Ce phénomène de prolifération d'espèces végétales liée à un excès de sels nutritifs (nutriments) dans l'eau est appelée eutrophisation.



Marée verte sur une plage du Finistère (29).

Pour toutes ces raisons, il est **important de réduire autant que possible le gaspillage et le danger que provoquent ces fuites d'azote dans l'environnement**. Comme pour le reste de notre économie et de notre consommation, il faut donc concevoir et privilégier des techniques et des modes de productions agricoles permettant de **produire mieux avec moins**.

*Pour toute référence à cette note : Patrick Durand, 2021 – Les nitrates, l'agriculture et l'eau en Bretagne. Note de vulgarisation pour la concertation du PAR 7 (7<sup>ème</sup> Plan d'Actions Régional de la Directive Nitrates), avec la collaboration du Creseb, centre de ressources et d'expertise scientifique sur l'eau de Bretagne. Octobre 2021. 6 p.*