

ANNEXE : LES VOIES DE TRANSFERT DES NITRATES ET DES PHOSPHATES

LES VOIES DE TRANSFERT DES NITRATES

Dans le sol, l'azote se trouve sous deux formes :

- Organique (humus)
- Minérale (ammonium NH_4^+ , nitrate NO_3^-)

L'azote organique provient des résidus des récoltes précédentes et d'engrais organiques. Seul NO_3^- est utilisable par les plantes : doit être transformé par les bactéries du sol (minéralisation). L'essentiel de la nutrition azotée des plantes est assurée par les nitrates (très soluble, peu retenu par le sol).

Les nitrates se présentent essentiellement sous forme dissoute dans l'eau et n'interagissent donc pratiquement pas avec les minéraux du sol sous une forme particulière.

Le cycle de l'azote dans les milieux terrestres et aquatiques est complexe. La forme d'azote dans les eaux de surface dépend de plusieurs facteurs, dont le pH, la concentration d'oxygène dissous et les communautés biologiques présentes. Toutes les formes d'azote libérées dans les eaux de surface peuvent se transformer en nitrates sous l'action des bactéries et par la transformation des nitrites en nitrates par l'action chimique.

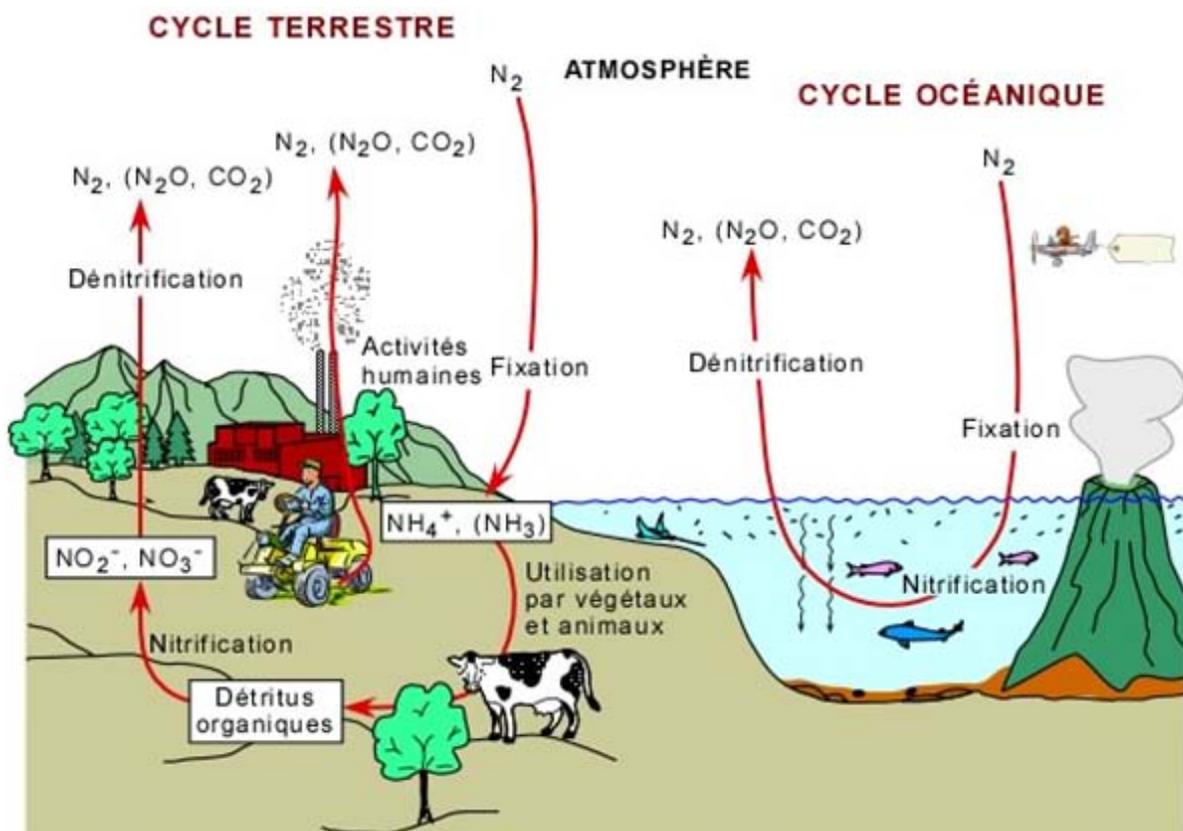


Figure 1 : Cycle de l'azote (Source)

Les nitrates d'origine agricole atteignent les cours d'eau par deux circuits distincts

- du fait de leur forme soluble, les nitrates des sols sont lessivés par l'eau de pluie. Sur les versants cultivés, les nitrates sont ainsi transférés par écoulement vertical (infiltration, percolation), des sols vers les nappes. Les écoulements de nappes transfèrent ensuite les nitrates vers les cours d'eau. Pour finir, les cours d'eau transfèrent les nitrates vers les estuaires et la mer ;

- le ruissellement de surface et les écoulements de subsurface, c'est-à-dire dans les premiers centimètres du sol, peuvent également être des vecteurs de transferts horizontaux des nitrates des sols vers les rivières. Néanmoins, dans le contexte breton, le ruissellement de surface n'est pas une voie de transfert importante des nitrates, d'une part du fait de la bonne perméabilité des sols qui favorise l'infiltration, d'autre part parce que les eaux de ruissellement sont souvent très peu concentrées et conduisent généralement à diluer les nitrates des rivières.

Les nitrates, éléments très solubles, traversent les milieux à une vitesse comparable à celle de l'eau de percolation. Cependant, les temps de transfert des nitrates sont très variables en fonction du circuit emprunté :

- dans le réseau hydrographique la vitesse de transfert des nitrates de la source à la mer est rapide, de l'ordre d'une semaine. Exception faite en période d'étiage (période de l'année où le niveau d'un cours d'eau est le plus bas), l'été et si des retenues d'eau interrompent le parcours de la rivière ;

- dans la nappe, le temps de parcours des nitrates est beaucoup plus long, de l'ordre de plusieurs années. Il est fortement conditionné par les processus hydrologiques de transfert, liés à la vitesse de déplacement de l'eau dans les porosités du sol et dans la nappe. D'autre part, les nitrates peuvent être stockés dans le sol avant qu'ils ne soient infiltrés par l'eau.

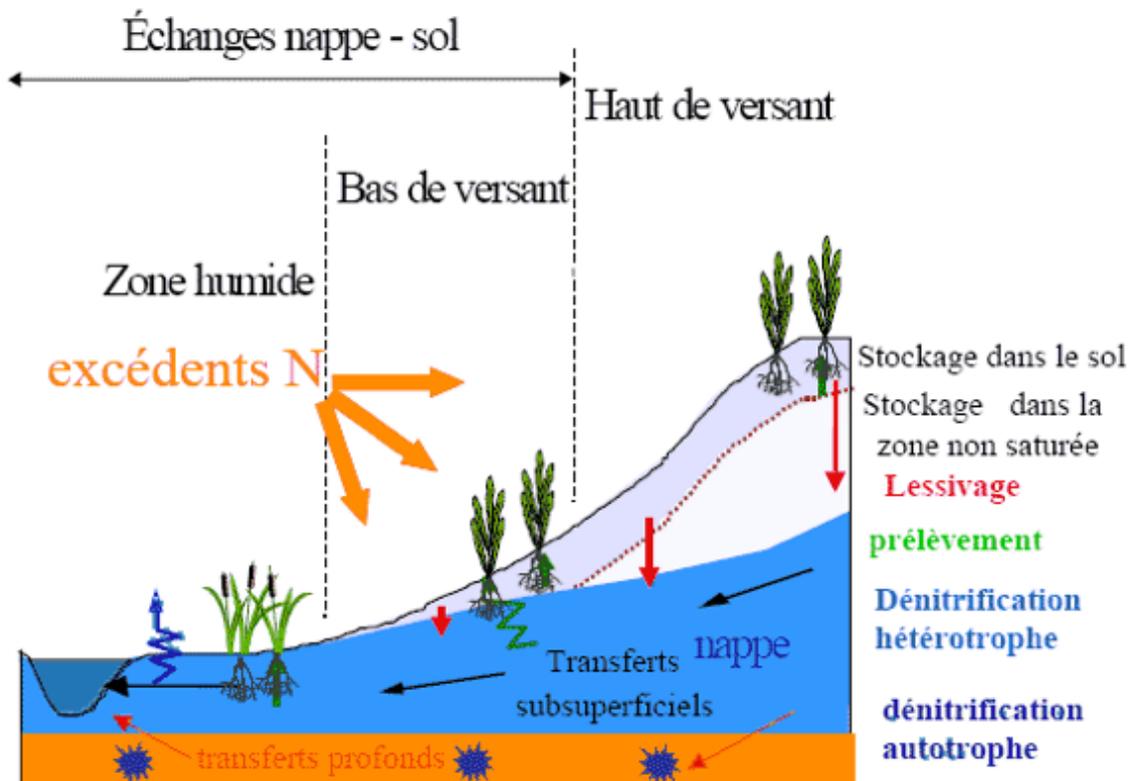


Figure 2 : Chemin de l'eau et transformation de l'azote

Source : Patrick Durand (Inra) 14 décembre 2006

Au cours des transferts d'un compartiment de l'environnement à un autre, l'azote est soumis à des réactions microbiennes d'une part, et à des phénomènes de diffusion et de dispersion d'autre part. Ces derniers tendent à homogénéiser les concentrations, surtout dans la nappe. La principale voie de disparition des nitrates au cours de leur transfert est la dénitrification. Il s'agit d'une sorte de respiration pratiquée par certains microbes quand l'oxygène vient à manquer, c'est-à-dire, principalement, dans les zones gorgées d'eau. En surface elle se produit essentiellement dans les zones humides, là où l'humus est important et l'engorgement prolongé (dénitrification hétérotrophe). Parfois, quand le sous-sol contient certains minéraux particuliers (pyrite, par exemple), une autre forme de dénitrification peut intervenir dans les nappes profondes, et aboutir à la production d'eau riche en fer et en sulfate, et pauvre en nitrate (dénitrification autotrophe). Ces réactions conduisent à des pertes d'azote qui peuvent être extrêmement variables selon les milieux. Entre le champ et la rivière de 10 à 80 % des nitrates lessivés peuvent disparaître, avec une moyenne de perte se situant autour de 30 %. Mais les capacités d'épuration du milieu sont difficiles à quantifier et à maîtriser.

LES VOIES DE TRANSFERTS DES PHOSPHATES

Présent à l'état naturel dans les roches, le sol, les déjections d'origine animale et les matières végétales, le phosphore est essentiellement issu de l'agriculture (engrais chimique phosphaté, alimentation animale). Il est également utilisé dans les détergents et dans l'industrie chimique.

Deux formes de phosphate existent dans l'environnement :

- Particulaire : lié aux minéraux, débris organiques, dans les organismes.
- Dissoute : dans l'eau et la solution du sol (soluble : PO_4).

Seuls les ions phosphates (PO_4^{2-}) et ortho phosphates (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) sont assimilables par les plantes.

Le phosphate existe sous trois formes dans le sol :

- Accessible (complexe argilo-humique)
- Combinée (sol acide : immobilisé par hydroxydes d'aluminium et de fer)
- Insoluble (sol calcaire : phosphate de calcium)



C'est donc un élément peu mobile dans le sol (dépend également de la teneur en matière organique)

Outre les rejets directs depuis les stations d'épuration, le phosphore parvient aux cours d'eau par transferts indirects via les eaux de ruissellement et les particules issues de l'érosion des sols. Le phosphore atteint l'eau par deux circuits distincts, soit :

- directement, comme c'est le cas des eaux usées des stations d'épuration qui, après traitement, sont rejetées dans le cours d'eau,
- indirectement, après l'épandage des déjections animales, des boues résiduelles des stations d'épuration ou des engrais phosphatés sur les cultures. En effet, ces amendements, lorsqu'ils sont apportés en excès, entraînent une accumulation de phosphore dans le sol. Le phosphore peut ensuite atteindre le réseau hydrographique par ruissellement, par érosion des sols et marginalement par lessivage. En Bretagne, les pertes de phosphore des champs vers les cours d'eau varient de 0,5 à 3 kg de P/ha/an. Dans l'ouest de la région, les pertes seraient de 0,5 à 1,5 kg de P/ha/an et dans l'est de 1,5 à 3 kg de P/ha/an. Une quantité plus marginale de phosphore issue du lavage des cours de fermes par la pluie est transportée par ruissellement vers les fossés puis vers les rivières.

Plus précisément, le sol régule les transferts du phosphore vers le réseau hydrographique grâce à ses particules qui le retiennent. Cette particularité conduit à une accumulation importante de phosphore dans les sols. L'un des facteurs intervenant sur les risques de transfert superficiel du phosphore est la sensibilité du sol au ruissellement et à l'érosion et sa sensibilité à la battance. La battance du sol est fonction en première approche du taux de matière organique du sol et de la texture du sol. Ainsi, lorsque le taux de matière organique dans le sol est important et le sol bien aéré, le risque de transfert de phosphore vers les eaux est plus faible. En effet, l'infiltration de l'eau est meilleure, il y a donc moins de risque de ruissellement. L'érosion lors de fortes pluies (augmentée par la présence de sols nus en hiver, par la diminution des surfaces de prairies et de bocage) et les stocks importants de phosphore dans les sols, augmentent les transferts rapides vers les cours d'eau.

Dans le cours d'eau, la concentration en phosphore est due à l'accumulation de plusieurs types d'apport et aux sédiments qui stockent le phosphore. Les sédiments des cours d'eau, des retenues et des estuaires jouent un rôle de stockage (puits) et de relargage (source) en fonction du brassage de l'eau, des variations du pH et de la teneur en oxygène des eaux. Le phosphore est donc transféré par « bonds » successifs jusqu'aux estuaires où il s'accumule.

Source :

<http://www.eaubretagne.fr/Pollutions-et-menaces/Les-polluants/Le-phosphore/Ruissellement-et-erosion-du-sol-principales-voies-de-transfert-du-phosphore-dans-l-eau>