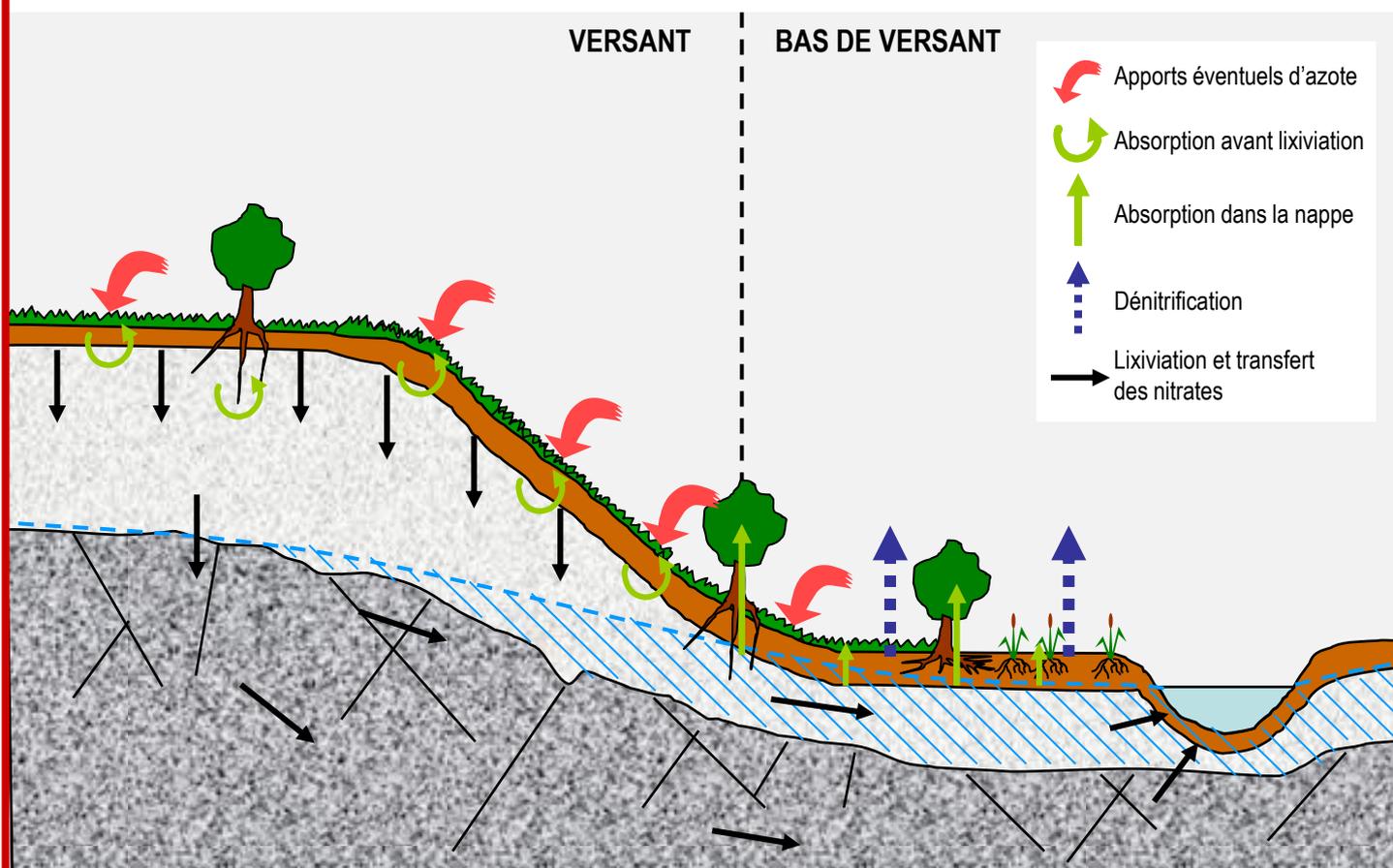


## Ce qu'il faut retenir

90 à 95% des nitrates qui se retrouvent dans le cours d'eau transitent d'abord par la **nappe**. Pour limiter ces transferts vers le cours d'eau, deux actions sont possibles à l'échelle du bassin versant :

- Limiter **dans tout le versant** le transfert vertical des nitrates de la parcelle vers la nappe en favorisant leur absorption par une végétation à enracinement profond
- Consommer les nitrates par dénitrification ou stockage dans la végétation en **bas de versant**, où le toit de la nappe affleure.

L'efficacité des structures du paysage est encore peu quantifiée, mais le levier principal reste sans aucun doute l'**amélioration des pratiques agricoles** afin de réduire la pression azotée et d'éviter le déstockage de l'azote dans les sols.



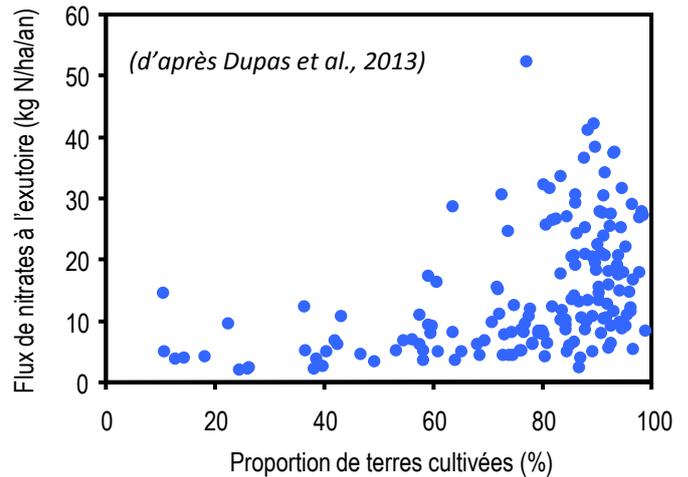
## Origine des nitrates dans la rivière

### • L'agriculture :

En France, l'activité agricole est la principale origine de la pollution des milieux aquatiques par les nitrates ([CORPEN, 2007](#)).

### • La nappe :

La nappe est le grand réservoir de nitrate dans le bassin versant. En Bretagne 90 à 95% de l'écoulement dans la rivière provient de la nappe ([Territ'EAU, 2009](#)).



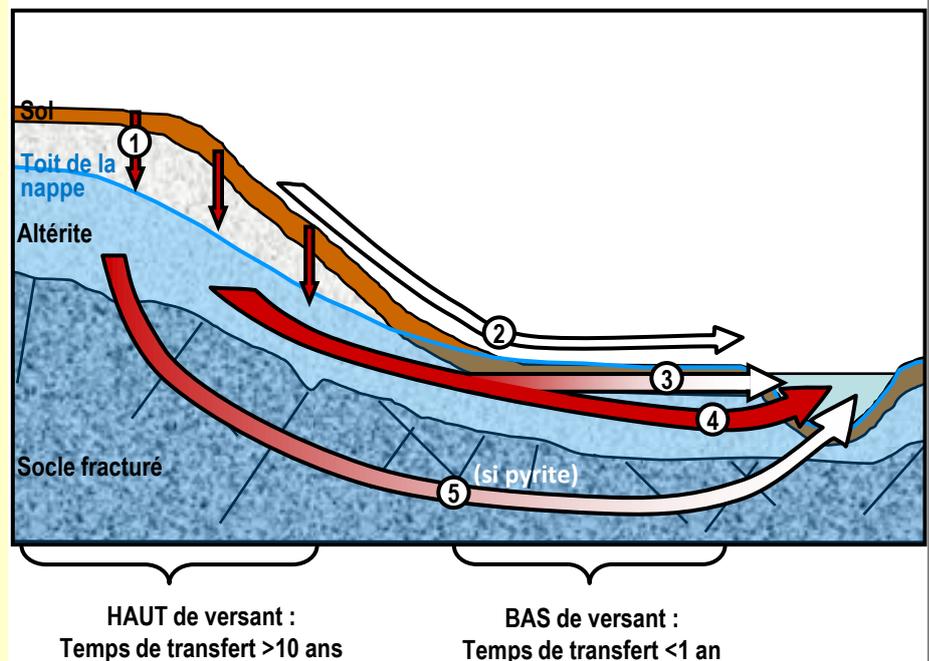
Lorsque la pluie s'infiltré dans le sol et recharge la nappe, les nitrates, issus de la minéralisation des résidus organiques ou des engrais azotés, sont lixiviés. La quantité lixiviée dépend de nombreux facteurs, décrits en [fiche n°0](#). Les nitrates sont par la suite transférés au cours d'eau via la nappe.

La concentration en nitrates dans la nappe n'est pas homogène : il existe différents compartiments, plus ou moins profonds, qui contribuent plus ou moins au cours d'eau selon les saisons. Les temps de transfert au cours d'eau diffèrent en fonction des compartiments de la nappe et de l'éloignement au cours d'eau. La nappe peut être appauvrie en nitrates, notamment par dénitrification, lorsqu'elle circule dans des horizons du sol superficiels riches en matière organique, ou en profondeur au contact de pyrite dans la roche altérée.

Les différents types d'écoulement dans un bassin versant en période de nappe haute. Le fonctionnement complet d'un bassin versant de ce type et les variantes retrouvées en Bretagne sont décrits dans la fiche CSEB B-3.

- ① Infiltration et percolation
- ② Ruissellement
- ③ Transfert de subsurface
- ④ Transfert par la nappe superficielle
- ⑤ Transfert profond

- Flux pauvre en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 Flux chargé en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



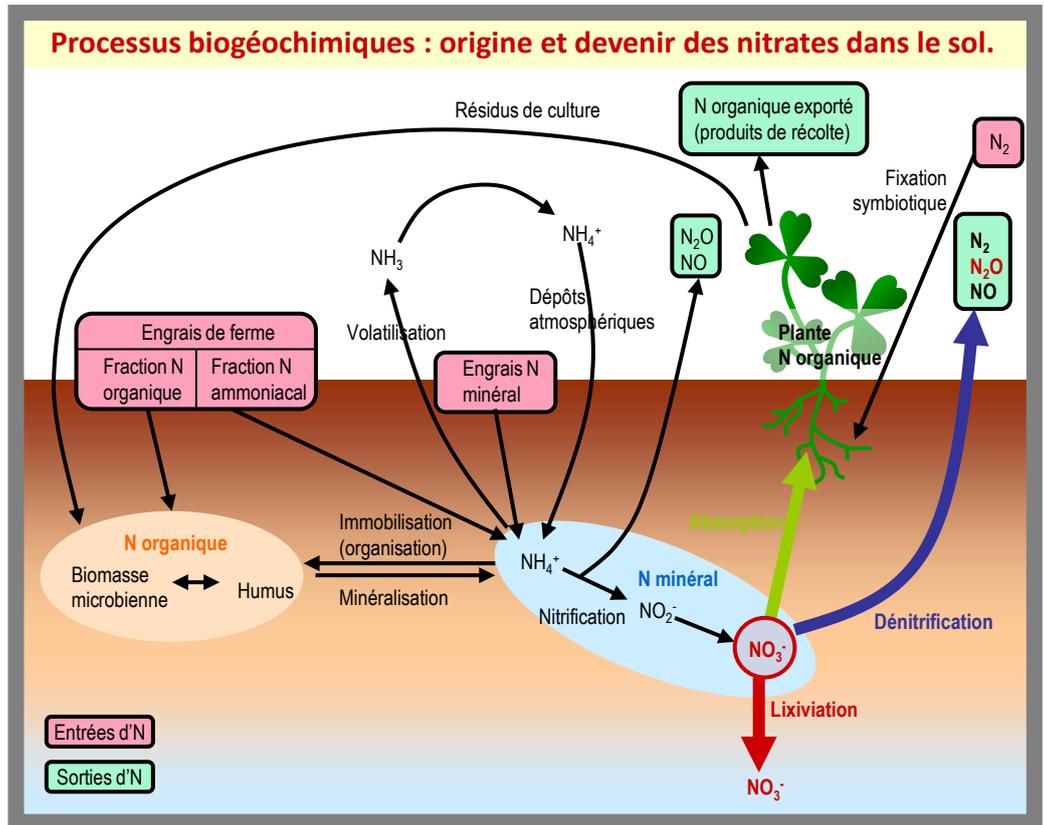
### Finalemnt, où peut-on agir dans un bassin versant ?

- dans tout le versant, pour limiter le transfert vertical des nitrates des horizons superficiels vers la nappe
- en bas de versant, où le toit de la nappe atteint les horizons superficiels.

## Processus permettant d'éliminer les nitrates

### Absorption et stockage par la végétation

Pour leur nutrition, les plantes prélèvent l'azote minéral en solution dans le sol, majoritairement sous forme nitrate. Il peut s'agir d'azote apporté à la parcelle prélevé avant sa migration en profondeur vers la nappe. Le nitrate en excès, lixivié au-delà de la zone d'exploration des racines, peut être prélevé plus bas dans le versant lorsque la nappe se retrouve à portée des racines.



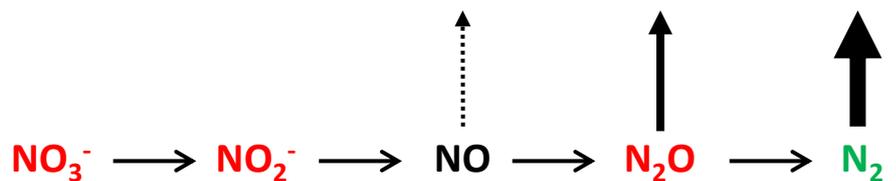
L'azote ainsi absorbé est soit exporté si les plantes sont récoltées, soit stocké dans la végétation pérenne, soit restitué au sol sous forme de matière organique à l'automne.

Les **haies** ou d'**autres structures arborées** sont particulièrement intéressantes pour absorber le nitrate du fait de leur système racinaire profond et de leur capacité à le stocker dans le bois, donc à long terme.

### Dénitrification

Lorsque l'oxygène est en quantité très limitée dans le sol (cas de la saturation en eau prolongée d'un sol), certaines bactéries utilisent l'oxygène du nitrate pour leur respiration. Si la dénitrification est complète, l'azote est libéré sous forme de N<sub>2</sub>.

Mais dans certains cas (anoxie partielle, pH acide, limitation en carbone... ([Germon et Couton, 1999](#), [Garnier et al., 2012](#))), elle n'est pas complète et aboutit à la production de N<sub>2</sub>O, gaz à effet de serre.



#### Où se produit la dénitrification ?

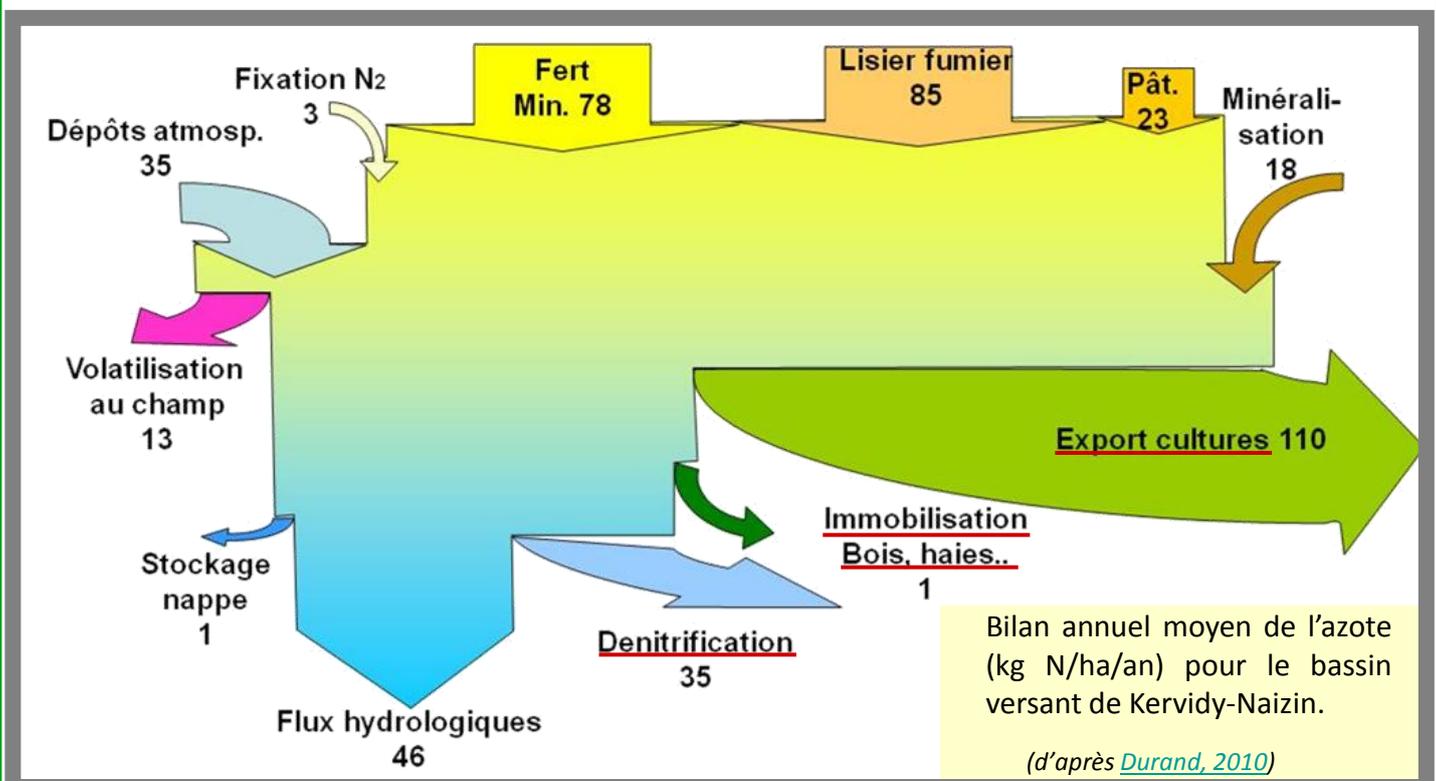
- Dans les horizons organiques des **zones humides de bas de versant**, où les conditions de la dénitrification sont réunies.
- Plus **localement un peu partout dans le bassin versant**, dans des volumes pédologiques riches en matière organique et saturés durablement en eau. Mais les conditions favorables à la dénitrification dans le versant sont moins fréquemment réunies que dans le bas de versant ([Oehler, 2006](#)).
- Dans le **fond du cours d'eau** en présence de sédiments favorisant l'anoxie.
- Dans la **nappe profonde en présence de pyrite** (Pauwels et al., 2010), mais ce minéral est en quantité non renouvelable.

## Exemple de l'abattement annuel par les structures du paysage dans le BV de Kervidy-Naizin (56)

Ce bassin versant appartient à l'Observatoire de Recherche en Environnement [Agrhys](#). Il est particulièrement étudié car représentatif d'une agriculture intensive bretonne (polyculture-élevage à 90% en production laitière et porcine, utilisation du sol partagée entre maïs, céréales d'hiver et pâturage).

Dans ce bassin, selon les modélisations de [Durand \(2010\)](#) et Benhamou (2012), les prélèvements d'azote s'élèvent à :

- 30 à 35 kg N/ha/an par dénitrification (notamment par les zones humides)
- 1 à 2 kg N/ha/an par immobilisation dans le bois des arbres (notamment haies)
- 110 à 150 kg N/ha/an par exportation des produits des cultures



**Bien qu'elle permette un certain abattement de l'azote dans le bassin versant, la dénitrification ne peut constituer la principale voie pour limiter la pollution des eaux par les nitrates** : dans l'exemple du BV de Kervidy-Naizin elle compense seulement l'azote provenant des dépôts atmosphériques. La marge de manœuvre est plus grande par l'optimisation des pratiques agricoles (notamment, l'ajustement de la dose et de la date des apports d'N aux cultures).

Mais ce bilan peut varier selon les bassins versants. En particulier, il est difficile de relier directement le nombre ou la surface de structures du paysage avec un taux d'abattement des nitrates dans un bassin versant, car cet abattement dépend surtout du positionnement et de l'efficacité des structures du paysage plus que de leur densité dans le BV.

La lame d'eau est un autre facteur déterminant dans ces calculs de bilan.

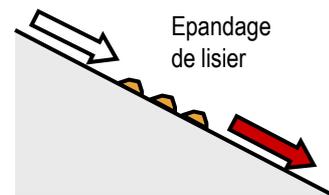
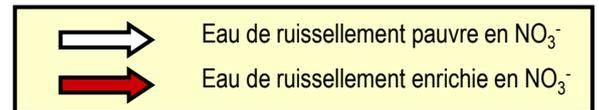
## Eclairage : Les eaux de ruissellement contribuent-elles à la pollution du cours d'eau par les nitrates ?

De manière générale, **le ruissellement de surface n'entraîne pas les nitrates** qui se trouvent dans le sol et la nappe, mais d'autres polluants tels que le phosphore et les produits phytosanitaires. C'est dans ces autres problématiques qu'il faudra veiller à réduire le ruissellement et à favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol (drainage vertical). Ces précautions n'ont en revanche aucune incidence sur les flux de nitrates.

Cependant il existe quelques situations avec transfert des nitrates par l'eau de ruissellement.

### Exceptions :

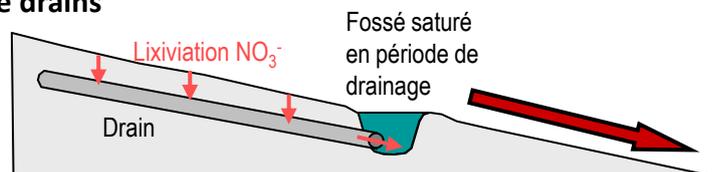
- Ruissellement sur des sources de **pollution ponctuelle** (épandage de lisier, dépôts de fumier, bâtiments d'élevage...)



- **Résurgence de la nappe** (exfiltration)



- Débordement d'un **fossé de collecte de drains**



Ces situations sont facilement identifiables et des solutions peuvent être mises en œuvre pour supprimer ces situations à risque ou pour éviter le ruissellement à l'aval (talus, haies, bandes enherbées...).

## Pour aller plus loin...

- Grimaldi C., Pinay G., Baudry J. (2012) *Une gestion à l'échelle des paysages : exemple des zones tampons (ripisylves, zones humides, bandes enherbées)*. Carrefours de l'innovation agronomique (INRA), colloque « Eaux et milieux aquatiques continentaux : comprendre et observer pour gérer et restaurer les écosystèmes », 2 octobre 2012 (Rennes). [Lien](#)
- Territ'EAU (2009) *Influence des éléments du paysage sur les transferts de l'eau et des polluants associés dans un bassin versant sur socle : Bilan des connaissances applicables dans le contexte pédoclimatique breton*. AgroTransfert Bretagne. [Partie 1](#) - [Partie 2](#)
- CSEB (2008) *Pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau : recueil de fiches techniques & scientifiques* (Tome 1, 2005 et Tome 2, 2008). 325 pages. [Lien](#)

### Autres références citées :

- Benhamou C. (2012) *Modélisation de l'effet des interactions haies-cultures sur les transferts d'eau et d'azote à l'échelle d'un petit bassin versant agricole*. Thèse de Doctorat, Agrocampus Ouest (Rennes), 194 pages.
- CORPEN (2007) *Les fonctions environnementales des zones tampons : Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux (1<sup>ère</sup> édition)*. Editions CORPEN (Paris), 176 pages. [Lien](#), [Annexes](#)
- Dupas R., Curie F., Gascuel-Oudou C., Moatar F., Delmas M., Parnaudeau V., Durand P. (2013) *Assessing N emissions in surface water at the national level: comparison of country-wide vs. regionalized models*. Science of the Total Environment, 443 : 152–162.
- Durand P. (2010) *Les leviers agronomiques disponibles à différentes échelles pour jouer sur la cascade de l'azote*. Séminaire GCHPE2, INRA. [Lien](#)
- Garnier J., Billen G., Vilain G., Benoit M., Passy P., Tallec G., Toumebize J., Billy C., Ansart P., Buvat S., Sebilo M., Kao C. (2012) *Transferts et transformations de l'azote dans le bassin de l'Orgeval*. 50 ans de l'Orgeval-37<sup>e</sup> journées du GFHN, 20 au 23 Novembre 2012 (IRSTEA), Paris. [Lien](#)
- Gemon J.-C., Couton Y. (1999) *La dénitrification dans les sols : régulation de son fonctionnement et applications à la dépollution*. Courrier de l'Environnement de l'INRA, 38 : 67-74. [Lien](#)
- Oehler F. (2006) *Mesure de la dénitrification et modélisation spatialisée des flux d'azote à l'échelle d'un petit bassin versant d'élevage*. Thèse de Doctorat, ENSAR (Rennes), 199 pages. [Lien](#)



**Rédaction :** Pascaline MOREAU (AGROCAMPUS OUEST)

**Encadrement du projet :** Matthieu CAROF (AGROCAMPUS OUEST), Catherine GRIMALDI (INRA), Virginie PARNAUDEAU (INRA)

**Validation scientifique :** Catherine GRIMALDI (INRA), Chantal GASCUEL-ODOUX (INRA)

Ces fiches ont été réalisées avec le soutien financier de la Région Bretagne