

# Eaux et milieux aquatiques continentaux

Comprendre et observer  
pour gérer et restaurer les écosystèmes

■ Mardi 2 octobre 2012



# Des zones tampons dans un paysage rural pour la régulation de la pollution diffuse



Le paysage rural  
une mosaïque de parcelles et  
des réseaux linéaires

## Efficacité intrinsèque

### ➤ **Stockage**

Dans le sol

Dans la végétation

### ➤ **Transformation**

Substance inoffensive

Changement de phase

### ➤ **Interception des transferts**

Temps de résidence

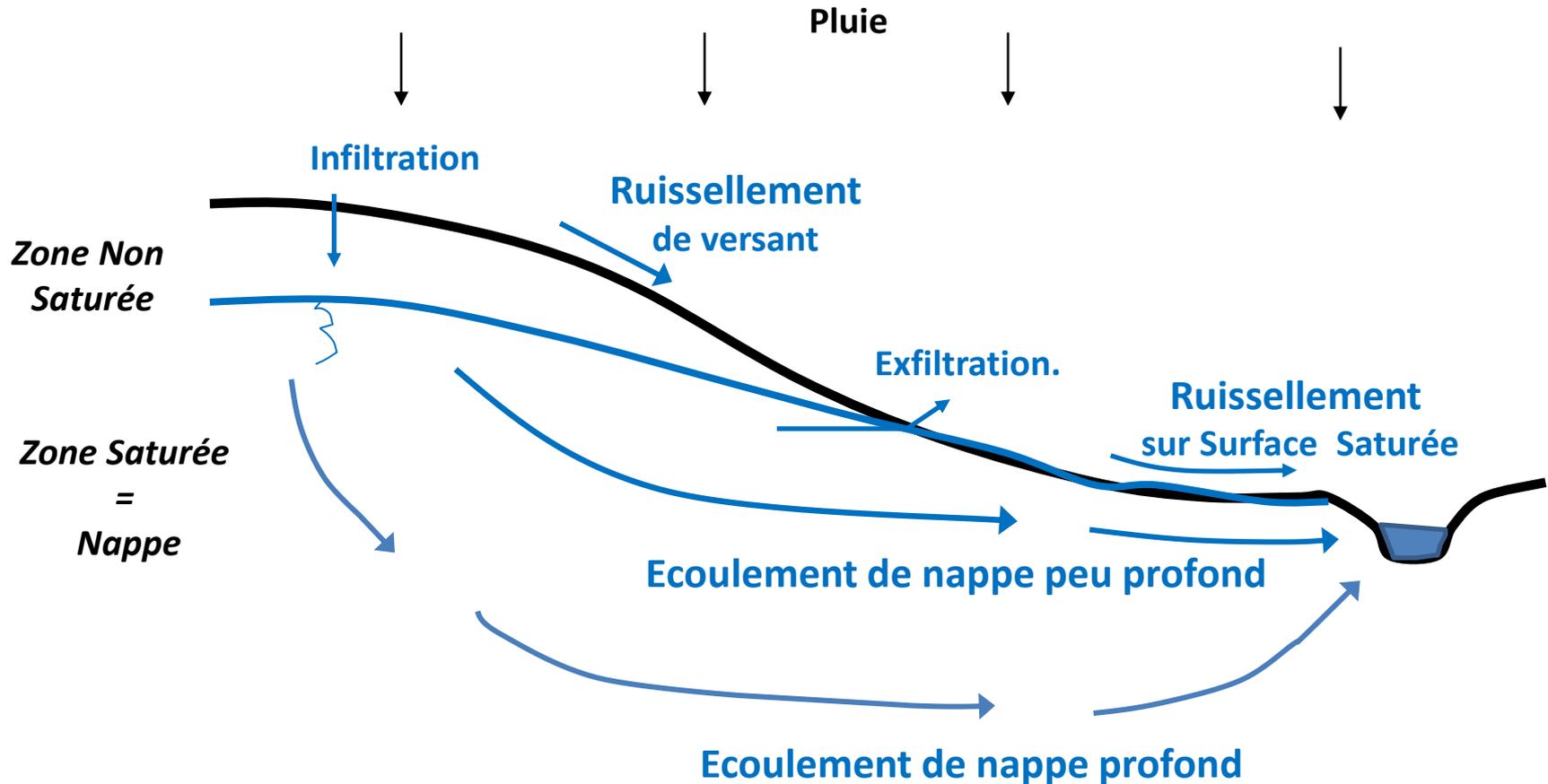


## Efficacité dans le bassin versant

➤ **Connectivité des transferts**  
entre les zones sources, les zones tampons et le milieu aquatique

➤ **Dilution**

## Quels transferts hydriques sont interceptés par les zones tampons ?



# Des zones tampons dans un paysage rural pour la régulation de la pollution diffuse

Transferts de nappe



Transferts dissous

Nitrate

Carbone organique dissous

Pesticides



Temps de transfert long  
Hors crue et en crue

Transferts de surface



Transferts particulaires

Matières en suspension

Phosphore

Pesticides

Métaux lourds

Bactéries

Temps de transfert court  
Lors des crues

# Des zones tampons dans un paysage rural pour la régulation de la pollution diffuse

Transferts de nappe

↓  
Transferts dissous

Transferts de surface

↓  
Transferts particulaires

Zones humides

Mares

Zone  
hyporhéique

Haies

Bosquets

Fossés

Bois

Ripisylves

Bandes enherbées

Talus

Taillis

Fascines

Prairies

Friches

Bassins d'orage

## Questions posées à la recherche

Quels sont les processus tampons et les conditions de leur efficacité ?

A l'échelle locale, forte variabilité spatiale et temporelle

Pourquoi ? Indicateurs ? Quantifier et prédire l'efficacité ?

Quelle efficacité peut-on en attendre dans un bassin versant ?

Suivis lourds et mesures difficiles à interpréter

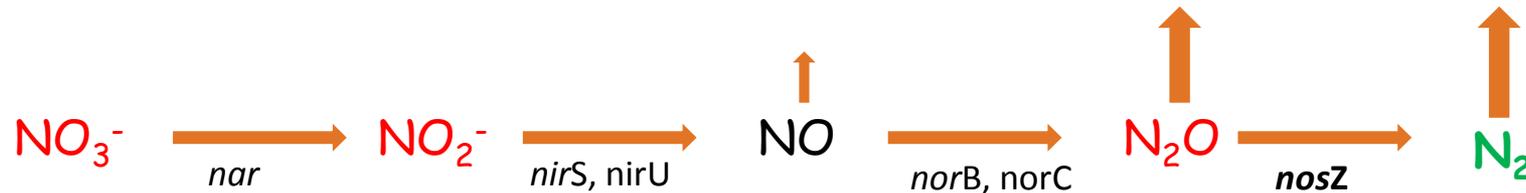
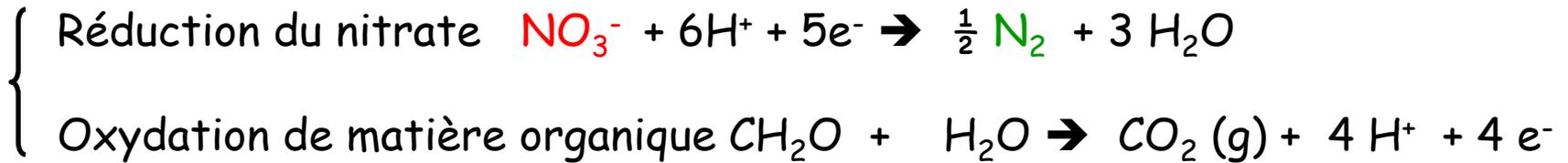
Dépend du fonctionnement hydrologique du bassin versant et de tous les processus et déterminants qui interagissent dans le paysage

Quel type, quelle localisation, quel dimensionnement, quelle gestion des zones tampons ?

## Les zones humides



## Dénitrification



### Conditions biogéochimiques

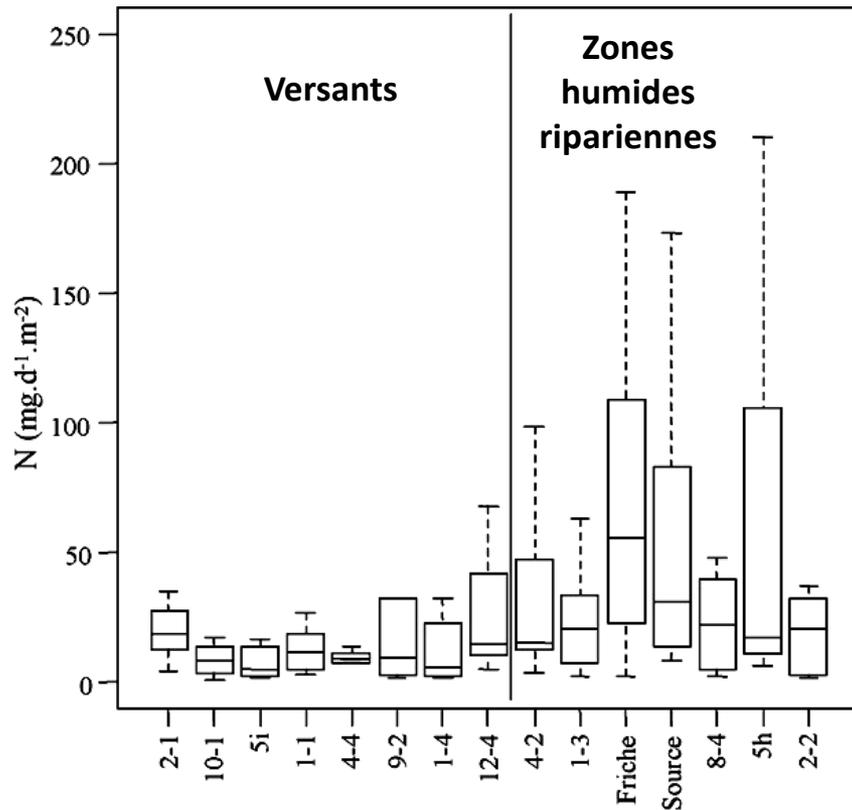
- Absence d'oxygène
- Matière organique dégradable
- Température > 4°C
- Nitrate
- pH

### Conditions hydrologiques

- Saturation durable
- Saturation superficielle
- Temps de résidence > vitesses de transfert et des réactions

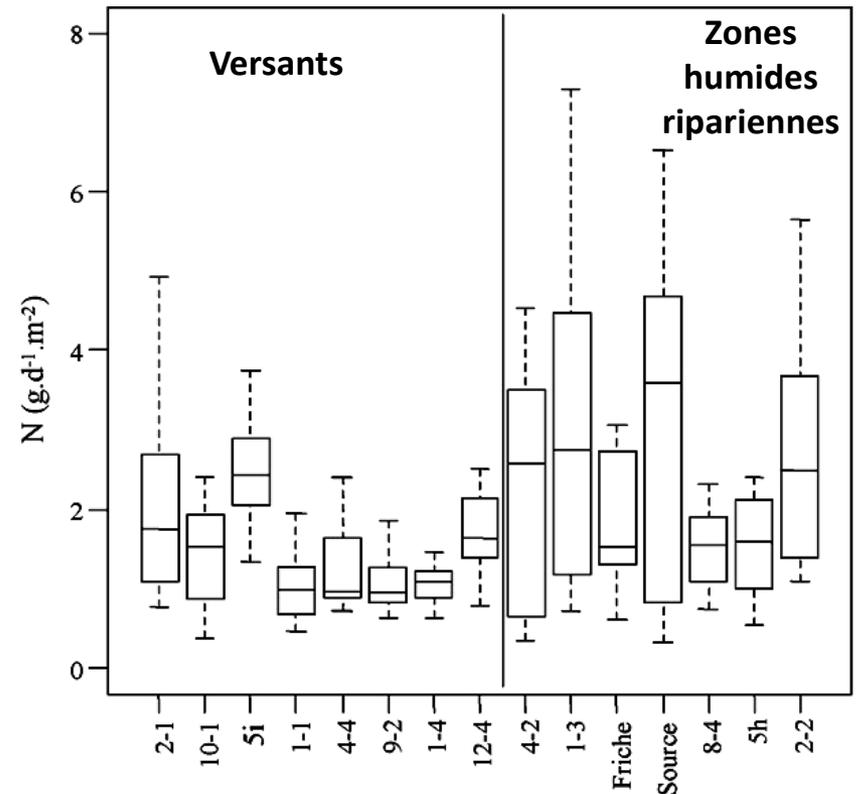
❖ Forte variabilité temporelle et spatiale

## Dénitrification réelle



❖ La dénitrification dans les sols du versant est significative

## Dénitrification potentielle

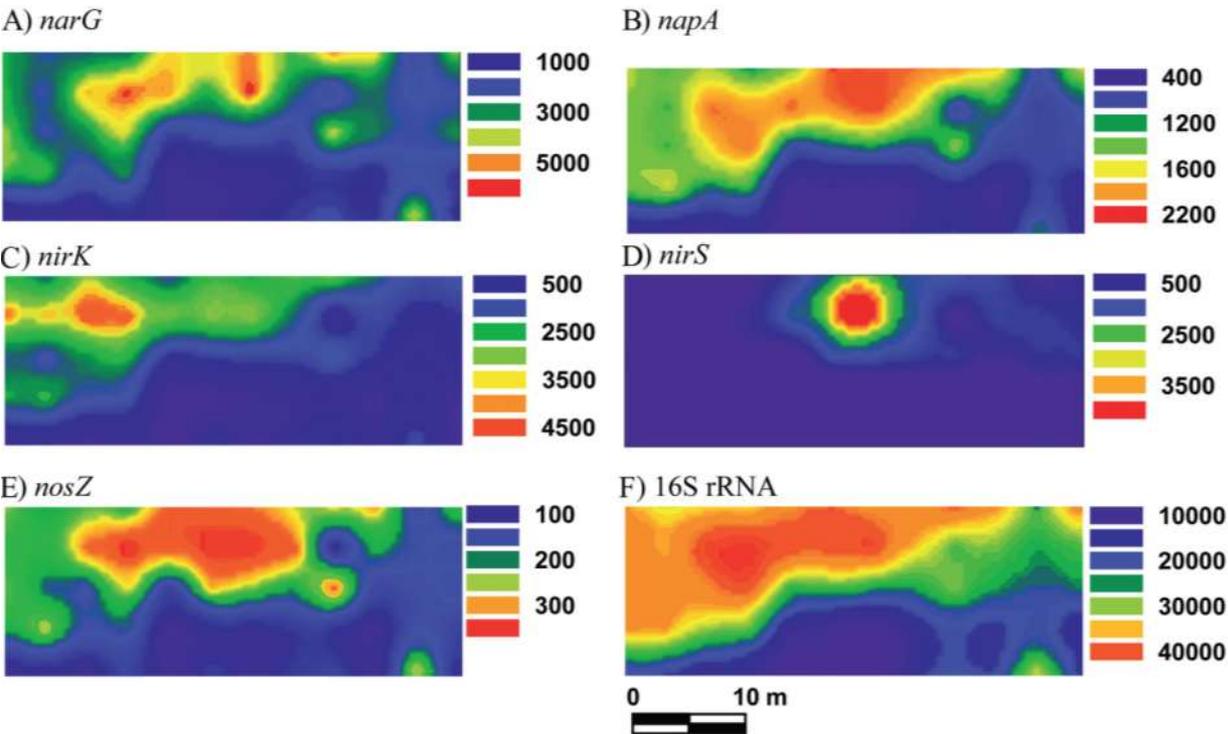


❖ Le facteur limitant est la teneur en eau

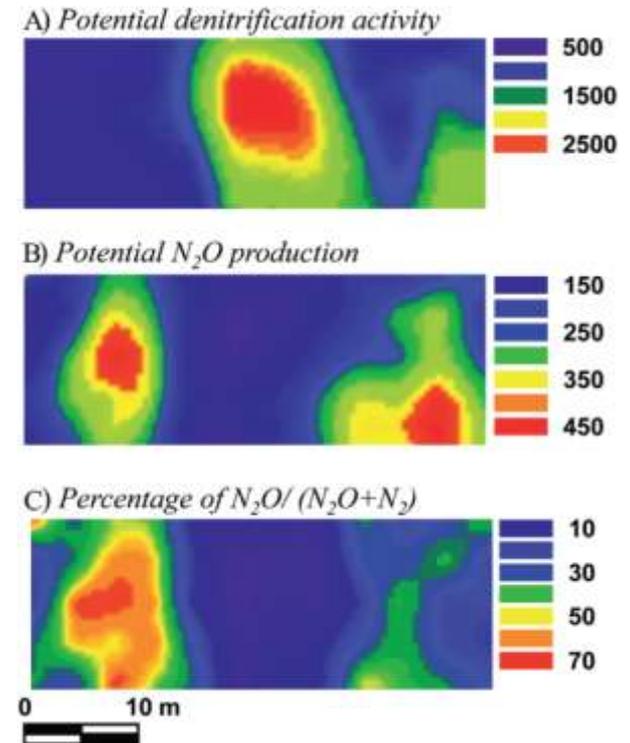
Bassin versant Kervidy-Naizin ORE Agrhys

Oehler et al., UMR SAS 2007

## Abondance des populations de bactéries dénitrifiantes



## Activité dénitrifiante et émission de N<sub>2</sub>O

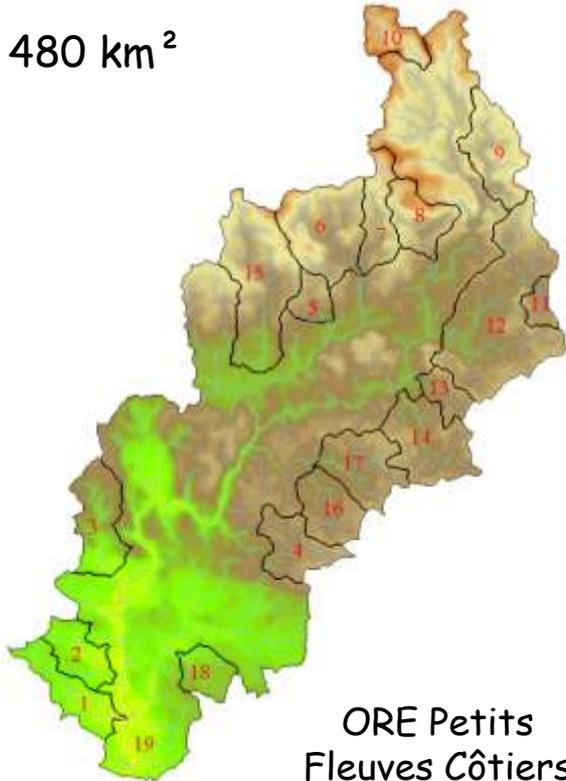


❖ Pas de lien entre la taille des populations de bactéries dénitrifiantes et leur activité. Importance des facteurs environnementaux.

Philippot et al., UMR MSE 2009

Bassin versant du Scorff

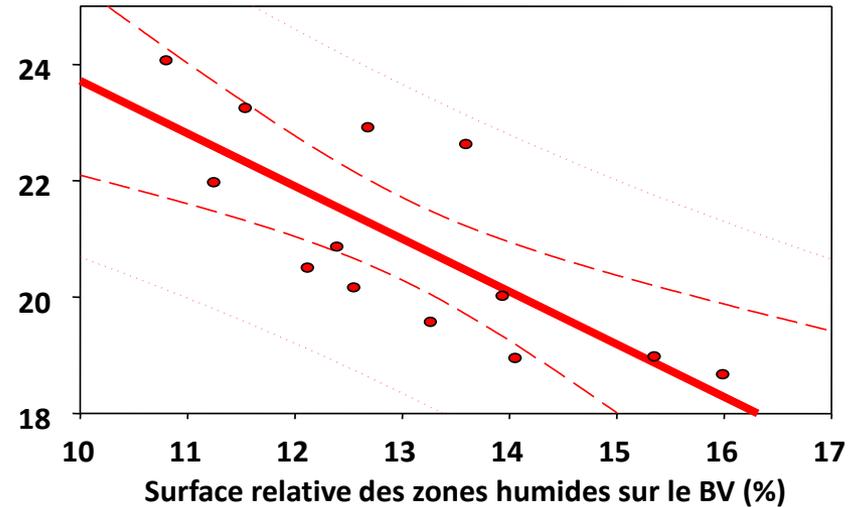
480 km<sup>2</sup>



$$[\text{NO}_3^-] = f(\text{Pluviosité})$$

$$[\text{NO}_3^-] = f(\text{Azote excédentaire})$$

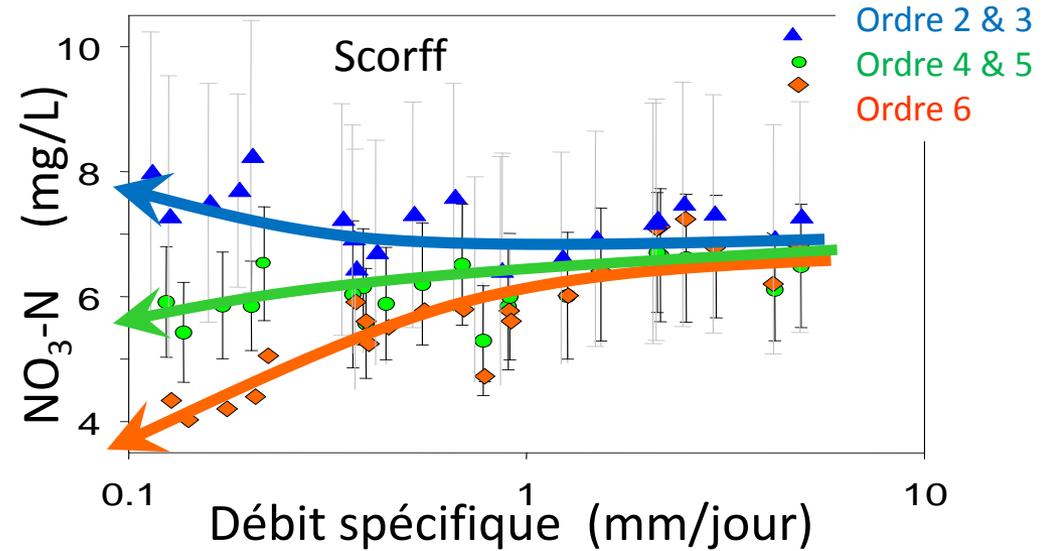
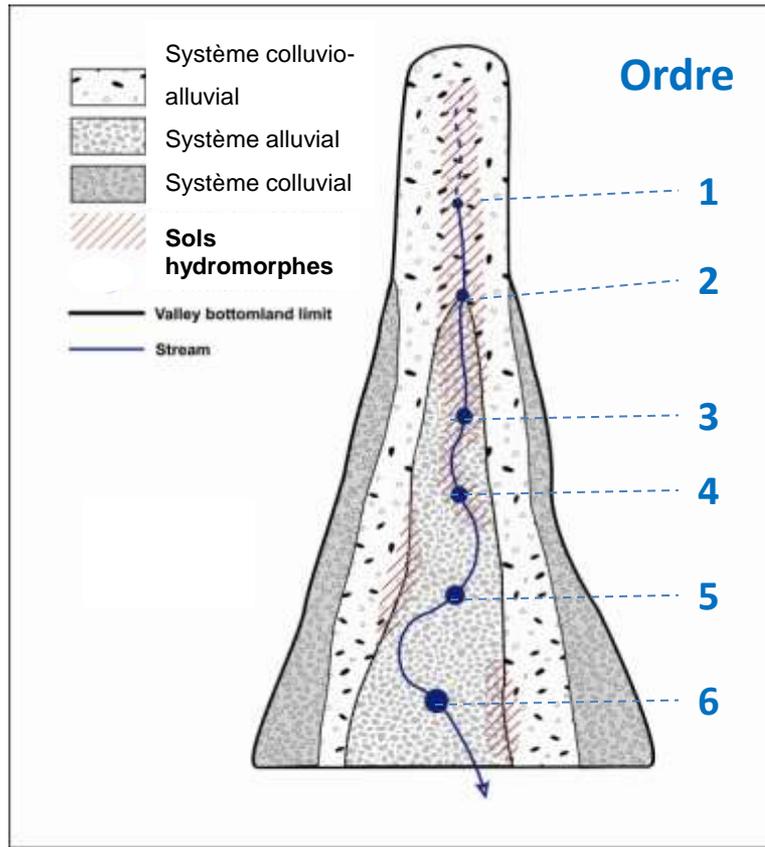
[NO<sub>3</sub>] mg/l après correction des effets pluie et excédent d'azote



❖ [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>] diminue de 1 mg/L par % de surface relative de zone humide

Montreuil & Merot, UMR SAS 2006

## Influence de l'ordre du cours d'eau



❖ Extension des zones humides

- ❖ Dénitrification dans la rivière
- ❖ Relation versant / zone humide
- ❖ Relation zone humide / rivière

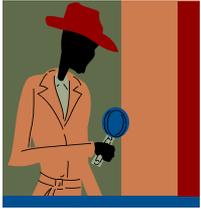
Montreuil et al, UMR SAS 2010

Mourier et al., 2007

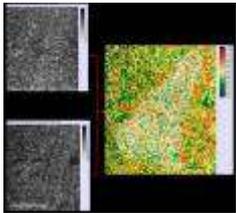
# Des zones tampons dans un paysage rural pour la régulation de la pollution diffuse



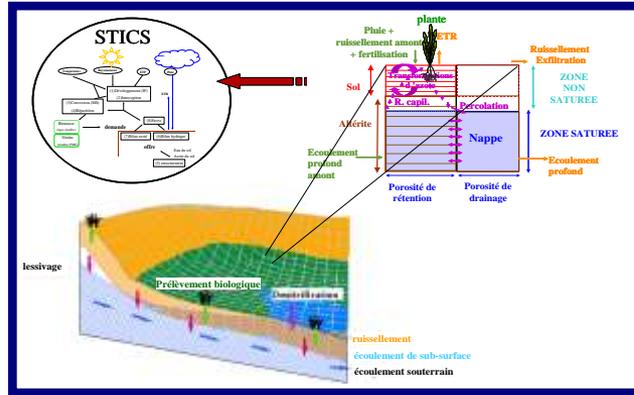
Statistiques agricoles



Enquêtes exploitations  
Plans de fumure...



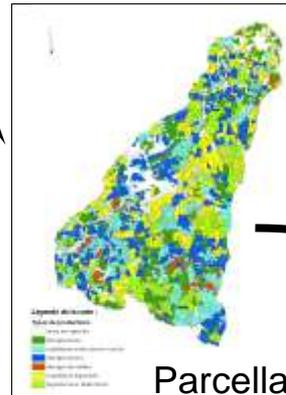
télé-détection



Climat



Sol, topographie



Parcellaire  
Rotations  
Pratiques agricoles

## Modèle TNT2

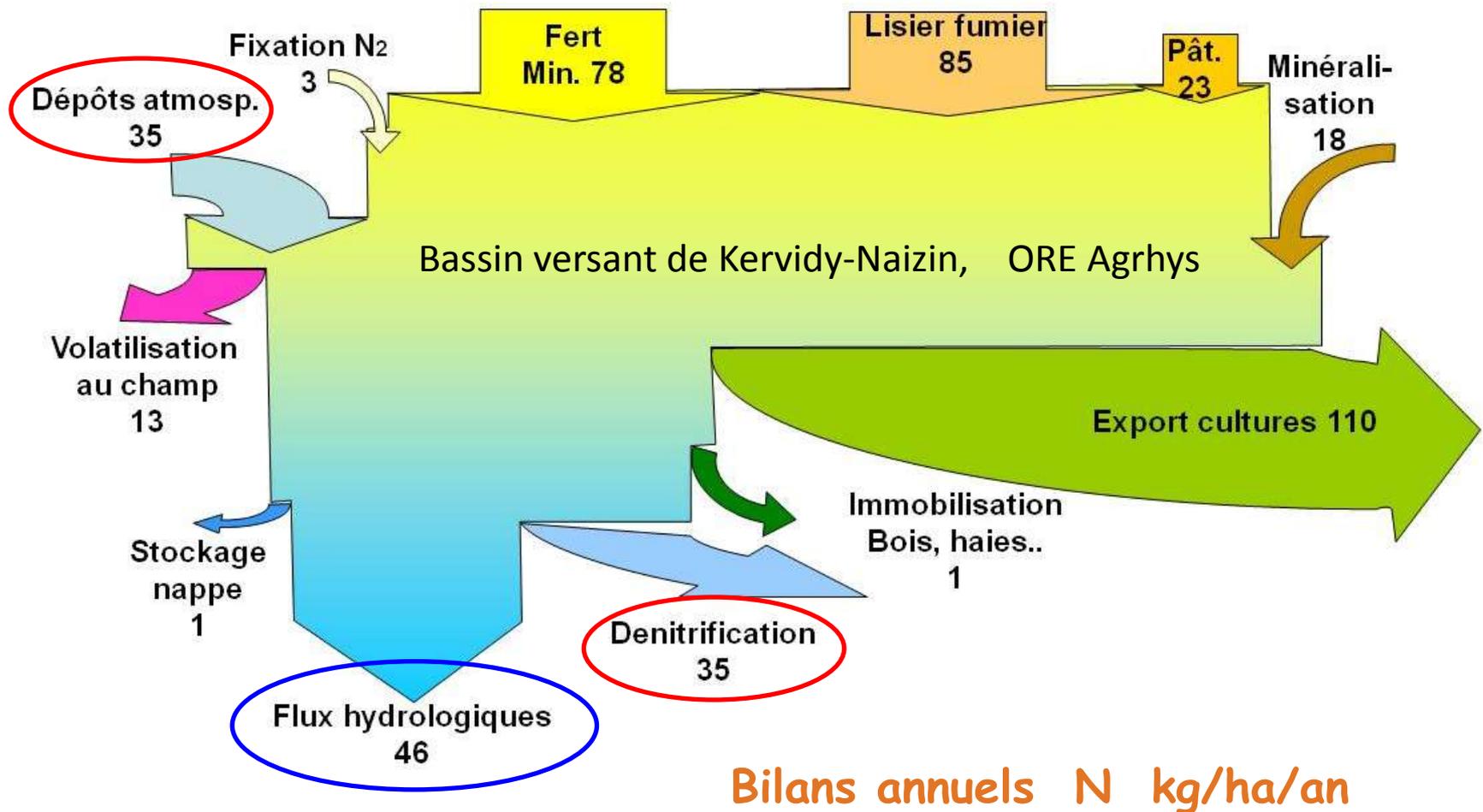


## Scénarios



Débits, concentrations

Variables spatialisées (ETR,  
prof<sup>r</sup> de nappe, dénit, etc)

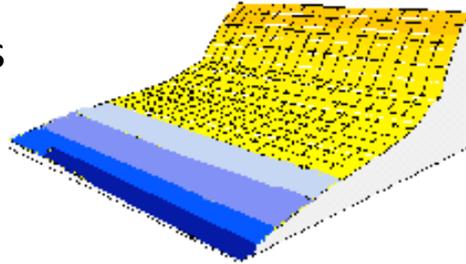


## Rôle de la géomorphologie sur l'efficacité des zones humides

Flux parallèles

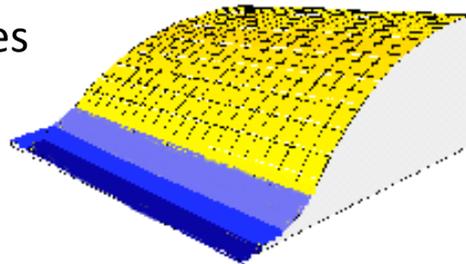
14.8 kg/ha/an

Versants concaves



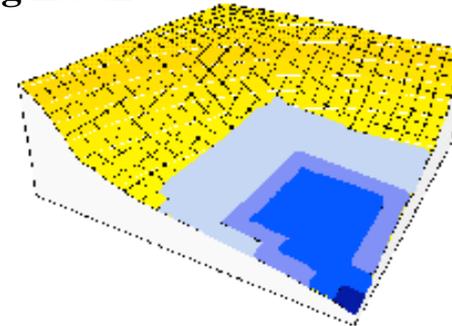
14.8 kg/ha/an

Versants convexes

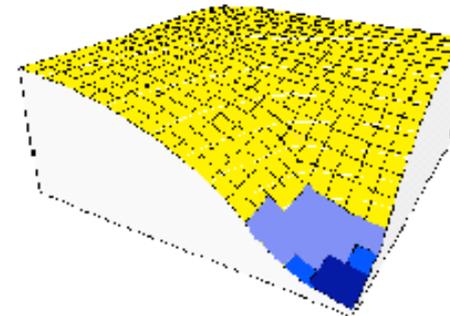


Flux convergents

2.0 kg/ha/an



2.1 kg/ha/an

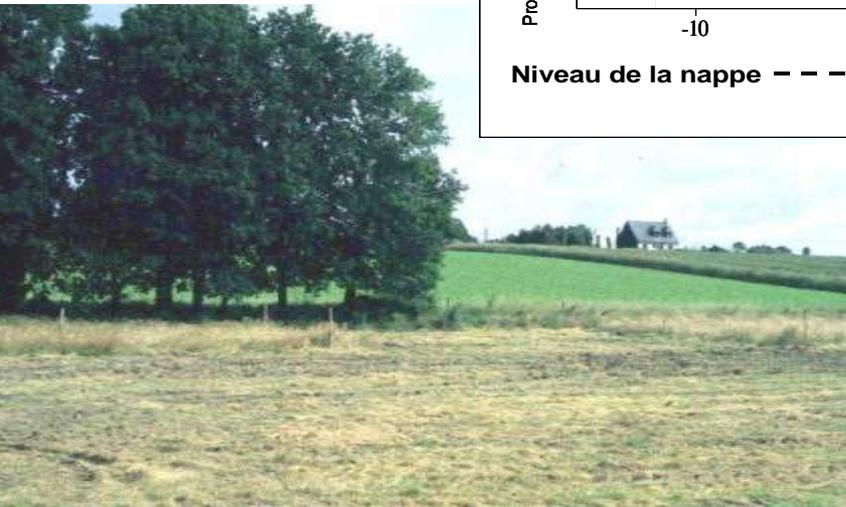
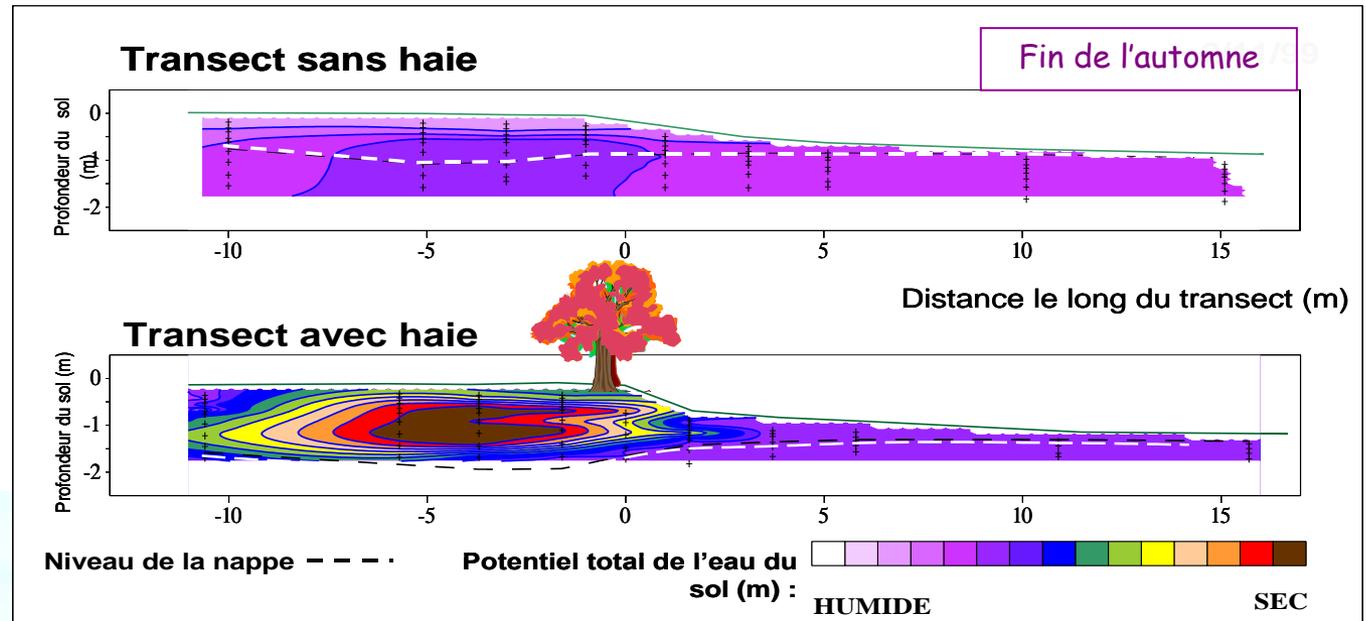


Beaujouan et al, UMR SAS 2000

## Les haies



## Très forte transpiration d'une haie de chênes en bas de versant

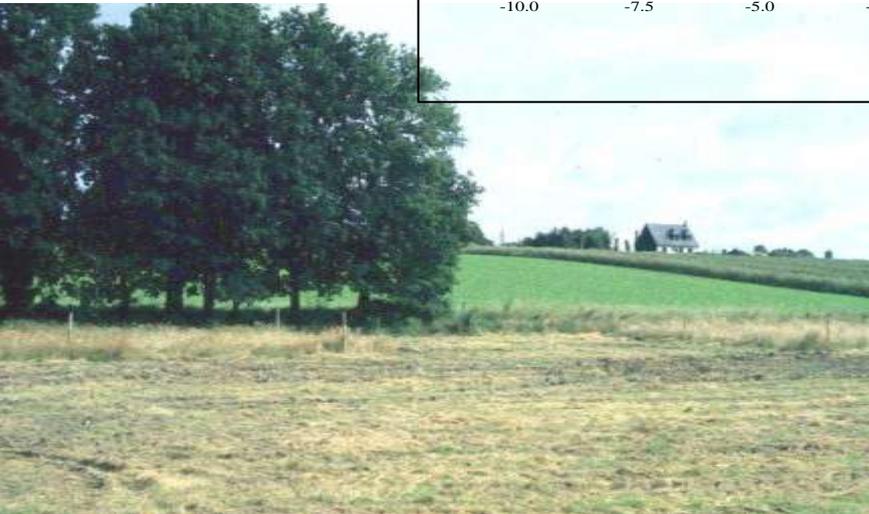
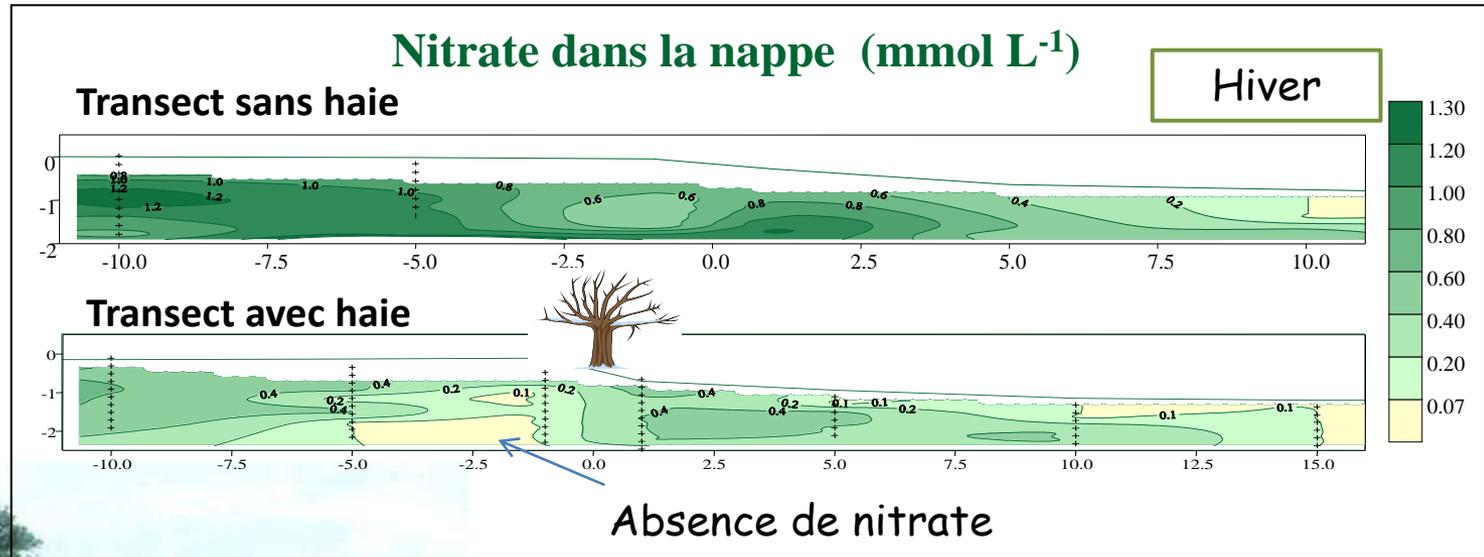


Système racinaire profond et étendu

Caubel et al UMR SAS, 2003

Ghazavi et al, 2010

## Mise en évidence d'une dénitrification accrue dans la zone racinaire



Dénitrification en hiver

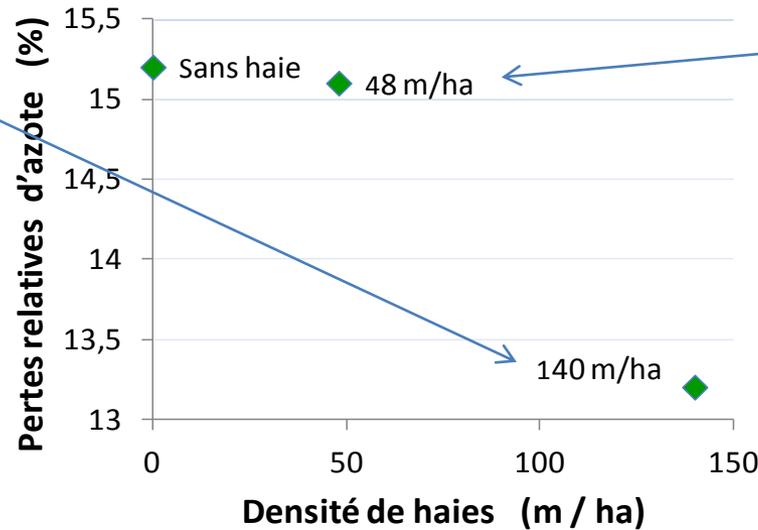
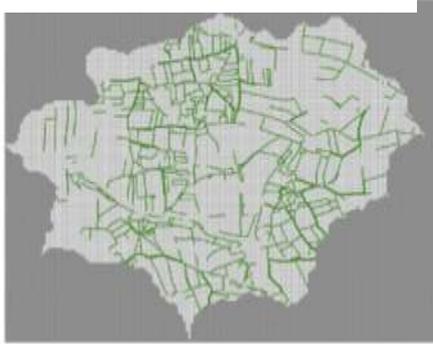
Absorption du nitrate par les arbres  
du printemps à l'automne

Caubel et al., UMR SAS 2003

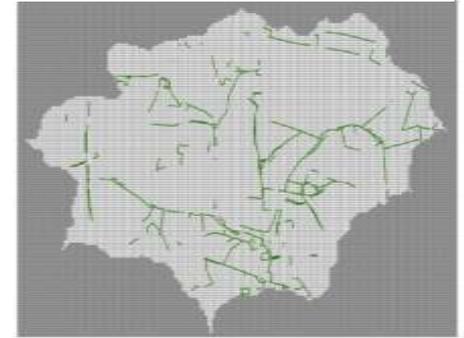
Grimaldi et al 2012

## Rôle de la densité des haies sur les bilans d'azote dans le bv

En 1952 : 140 m/ha



En 1999 : 48 m/ha



Dénitrification ↘    Exportation par cultures ↘    Stockage dans bois ↗  
Minéralisation nette ↘    Intrants ↘    Flux hydriques exutoire ↘

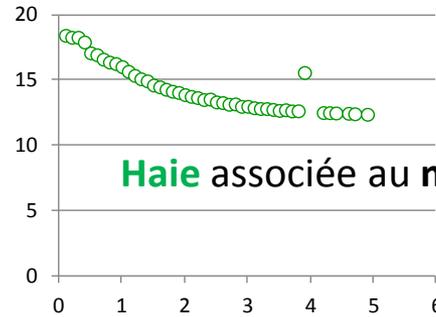
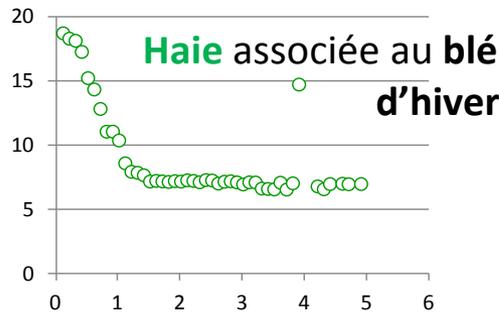
Diminution des flux de  $\text{NO}_3^-$  à l'exutoire liée au réseau de haies

↓  
12,5%

↓  
5%

## Importance de la culture et de la localisation sur le versant

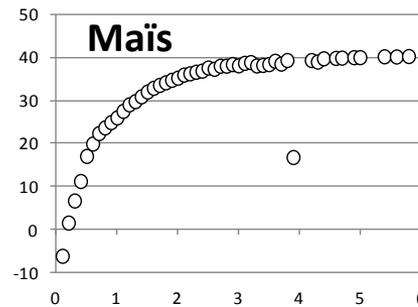
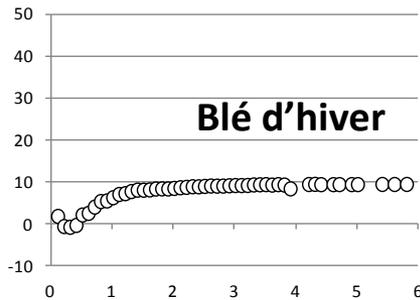
Prélèvement en azote ( $\text{g m}^{-2} \text{an}^{-1}$ ) par la haie



Profondeur du toit de nappe (m)

La haie « profite » des intrants apportés sur le maïs et limite leur lessivage

Diminution du prélèvement en azote (%) de la culture liée à la présence de haie



Profondeur du toit de nappe (m)

La compétition pour l'azote est plus forte pour le maïs et pour les haies de versant

Benhamou, UMR SAS 2012

## Conclusions (1/2)

### Pas de méthodes ni de solutions prêtes à l'emploi

- ✓ Raisonner en fonction du polluant et du type de transfert
- ✓ Raisonner en fonction du fonctionnement hydrologique
- ✓ Saisonnalité des transferts et de leurs connexions, saisonnalité des risques dans le milieu aquatique
- ✓ Supports de ces raisonnements : Guides (Corpen, Cemagref, Onema...) et outils internet (Territ'eau)

### Localisation, dimension des zones tampons

- ✓ Protection continue (connectivité des chemins de l'eau)
- ✓ Au plus près des sources, effets cumulés sur tout le bassin, zones tampons composites
- ✓ Dimensionnement relatif à la zone d'alimentation

## Conclusions (2/2)

### Rôle des zones tampons difficile à quantifier et à prévoir

- ✓ Effets observés bruités par la variabilité du climat
- ✓ Modélisation existante tournée vers des connaissances génériques

Combiner avec différentes mesures et modes d'action (intrants, pratiques, travail du sol)

Eviter les approches monofactorielles. Multidisciplinarité et multiacteurs

- ✓ Effets antagonistes possibles (zones humides, haies et ripisylves)
- ✓ Intégration dans le fonctionnement des exploitations agricoles . Entretien et gestion
- ✓ Autres fonctions : biodiversité, paysage, etc