

# Des clefs d'interprétation de l'évolution de la qualité des eaux en nitrate

Pierre Aurousseau

Professeur à Agrocampus-Ouest

Le raisonnement de l'évolution de la qualité des eaux en nitrate est complexe pour plusieurs raisons :

en premier lieu la qualité des eaux en nitrate subit une variabilité à haute fréquence sous l'influence de la pluviométrie.

C'est la raison pour laquelle on ne peut interpréter l'évolution de la qualité des eaux indépendamment de l'analyse de la variabilité climatique.

La première clef d'interprétation est donc la prise en compte des cycles hydrologiques pluriannuels.

En deuxième lieu on est souvent perplexe devant des évolutions des valeurs moyennes beaucoup plus lentes et modérées que l'évolution des maximas de concentration.

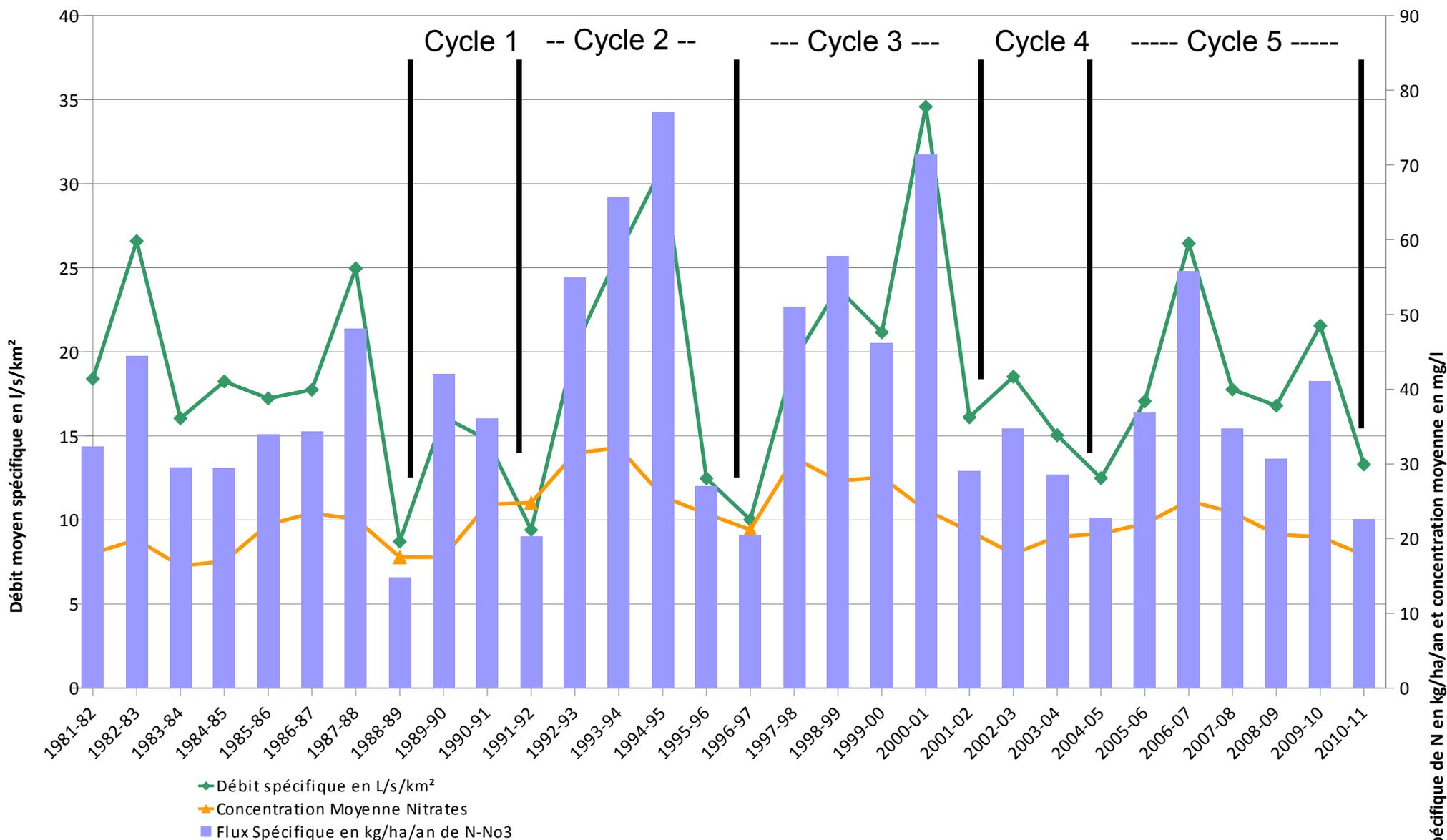
Ensuite on distingue plusieurs types de bassins versants selon leur profil d'évolution à haute fréquence de la concentration : c'est la notion de profil normal et de profil inversé.

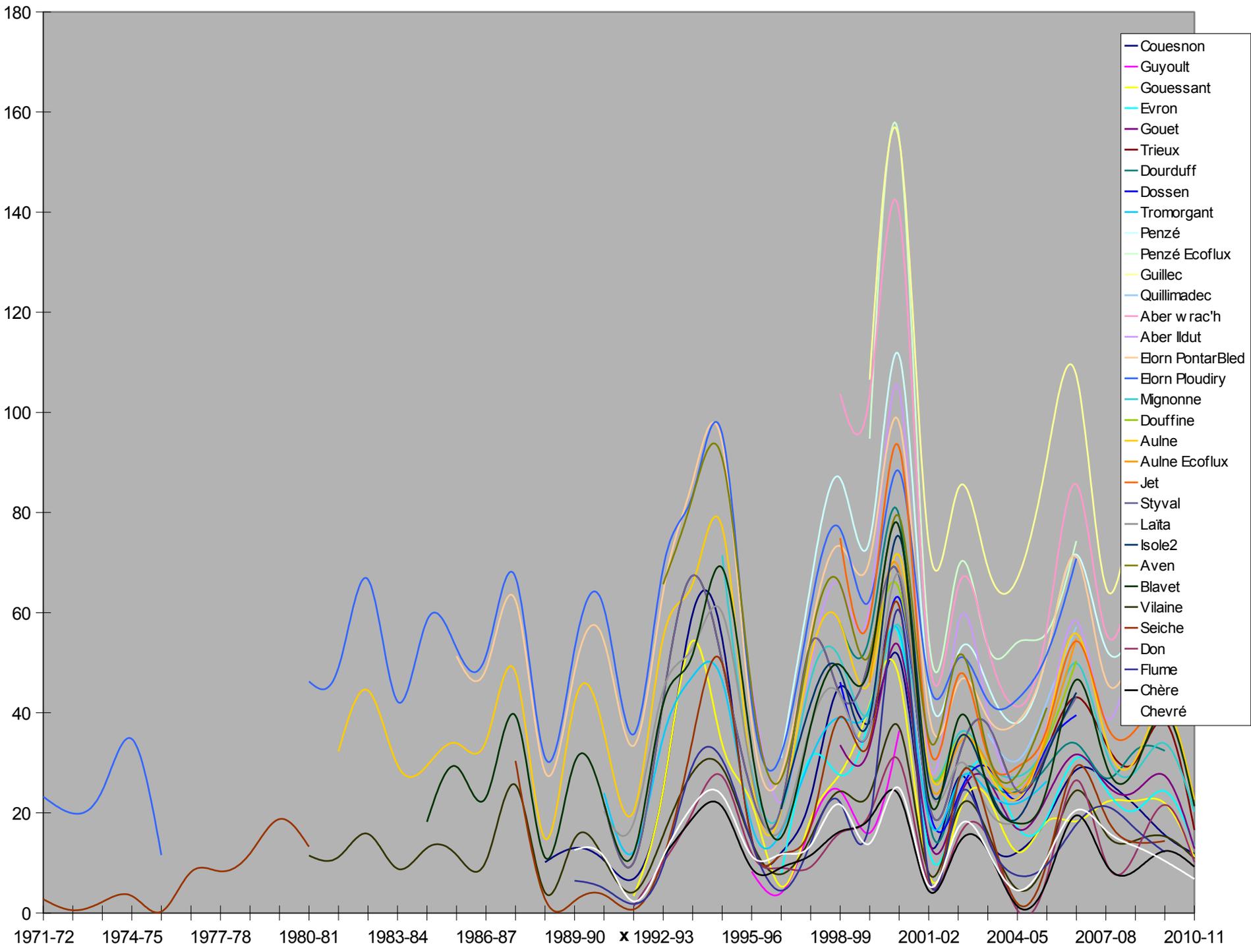
Les bassins se distinguent aussi les uns des autres en fonction de leurs temps de réponse.

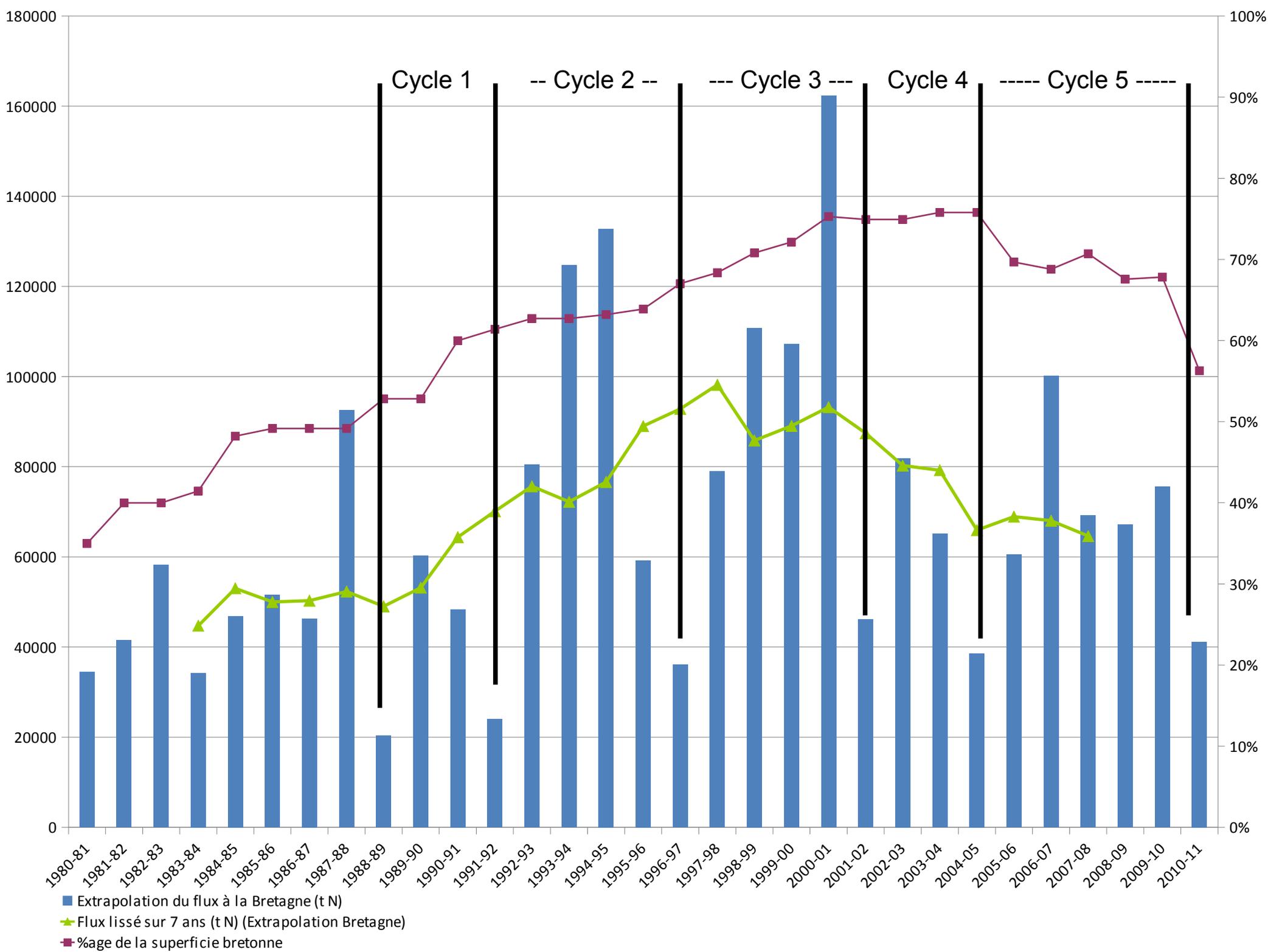
Enfin pour interpréter l'évolution de la qualité des eaux en nitrate surtout dans l'objectif d'analyser les conséquences de ces évolutions sur les impacts environnementaux, il faut procéder à un double raisonnement en concentration et en flux.

# Vous avez dit « cycles » voir Fiche F-1 du CSEB

## FLUX SPECIFIQUES ANNUELS D'AZOTE par année hydrologique à l'exutoire de l'Aulne (150500 ha)







# Evolution des teneurs en nitrates de 1994 à 2004

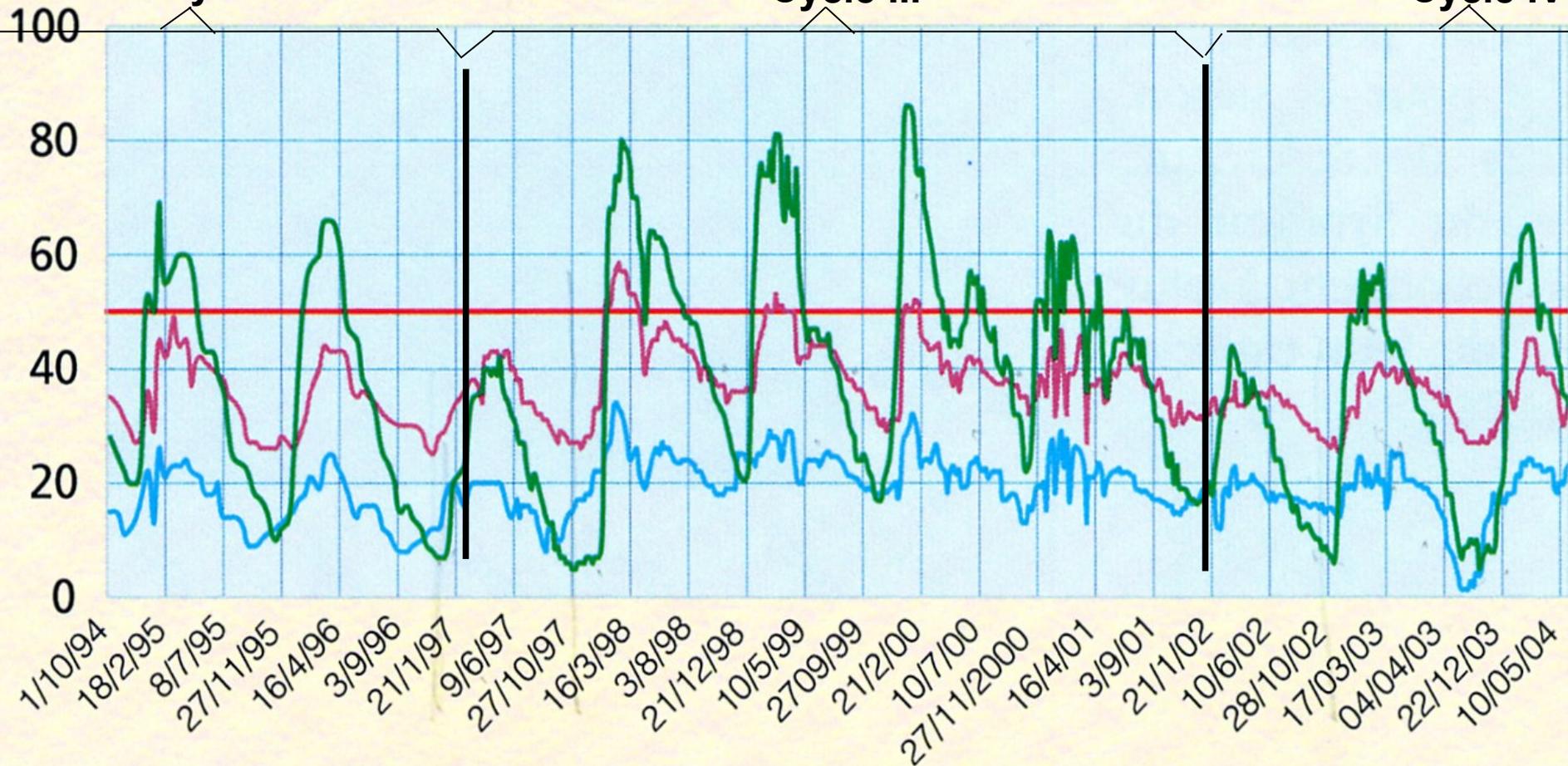
mg/l de NO<sub>3</sub>

## Retenues Départementales

Cycle II

Cycle III

Cycle IV



— ARGUENON — GOUET — BLAVET — Norme EB

DAE

Comment évaluer l'évolution de la qualité des eaux compte tenu de l'existence des cycles ?

1 – comparer des cycles consécutifs sur la base de la moyenne

2 – comparer des phases comparables dans des cycles consécutifs (par exemple la phase décroissante)

3 – corriger la variabilité due aux cycles (par exemple par pondération par l'hydraulicité voir fiche E-5 du CSEB)

Signets

Options ▾

- Titre et sommaire
- Fiche E1 : Calculs de flux par année hydrologique
- Fiche E2 : Indices d'écoulement de base
  - Base Flow Index
  - Débit spécifique d'étiage
- Fiche E3 : Calcul des concentrations moyennes annuelles
- Fiche E4 : Calcul des flux moyens annuels
- Fiche E5 : Hydraulicité et flux pondéré**
- Fiche E6 : Objectif de qualité en concentration, flux et bilan
- Fiche E7 : Bassin, sous-bassin, tronçon et calcul de flux
- Fiche E8 : Interpolation de données manquantes
- Fiche E9 : Extrapolation des données de débit
- Fiche E10 : Moyennes mobiles
- Glossaire

## HYDRAULICITE, CORRECTION DE L'EFFET DE LA PLUVIOSITE : FLUX D'AZOTE PONDERE PAR L'HYDRAULICITE

### PROBLEMATIQUE : POURQUOI CORRIGER L'EFFET DE LA PLUVIOSITE ?

Le flux d'azote est le résultat du produit du débit par la concentration en nitrate.

À l'échelle annuelle, le flux est très dépendant du débit, donc de la pluviométrie. Les variations de flux liées aux changements de pratiques agricoles sont difficilement détectables à partir de l'étude de l'évolution des flux annuels d'azote au cours du temps puisque l'essentiel de la variation du flux est liée à la variabilité climatique inter-annuelle.

Il apparaît donc nécessaire de corriger la variation du flux de l'effet de la variabilité climatique pour mettre en évidence l'impact d'un changement de pratiques agricoles sur les flux à l'exutoire.

### CE QU'IL FAUT RETENIR

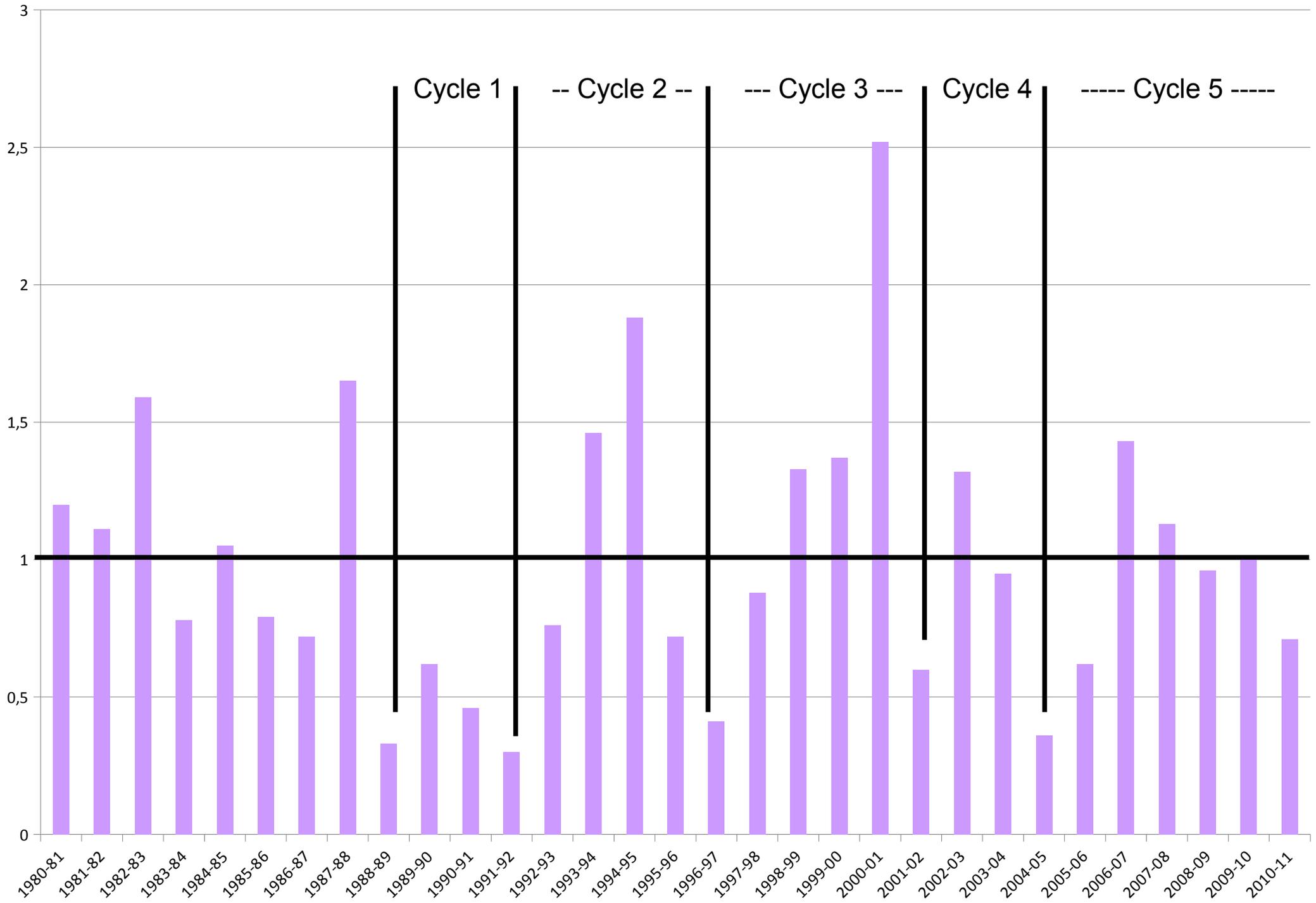
- L'hydraulicité est le rapport du débit annuel (ou mensuel) à sa moyenne interannuelle. Elle permet de positionner simplement une année par rapport à une année "normale".
- Le flux annuel d'azote pondéré par l'hydraulicité est un indice pertinent, permettant de corriger en partie la valeur des flux de l'effet de la variabilité climatique. Sa variabilité inter-annuelle est plus forte que la variabilité des concentrations. Mais, par rapport à ces dernières, l'intérêt de cet indicateur est qu'il s'agit d'une valeur de flux, qui peut être comparée à un solde de bilan agronomique dans le bassin versant.
- Dans le cas où la variation des flux n'est imputable qu'à la variation des débits (par exemple lorsque la moyenne des concentrations est stable au fil du temps), la pondération des flux par l'hydraulicité, corrigera parfaitement la variabilité inter-annuelle des flux. Par contre, la correction des flux par l'hydraulicité ne corrigera pas une variabilité des concentrations en nitrate due aux changements de condition de milieu (température, saturation), conséquences des variations climatiques, et qui modifient le cycle de l'azote.
- Les années hydrologiques présentant un climat très particulier (année très sèche ou très humide) et dont le débit s'écarte fortement de la tendance moyenne, doivent néanmoins faire l'objet d'une analyse spécifique.

### HYDRAULICITE

L'hydraulicité est le rapport du débit annuel (ou mensuel) à sa moyenne interannuelle. Elle permet de positionner simplement une année par rapport à une année "normale" (hydraulicité = 1).

L'hydraulicité prend la valeur 1 lorsque l'année correspond à une année moyenne hydrologique. Elle est supérieure à 1 pour les années plus humides et inférieure à 1 pour les années plus sèches.

# Hydraulicité sur la période étudiée - station Vilaine 04 216 000



Comment éliminer la variabilité annuelle des concentrations, des flux et des flux spécifiques ?

En corrigeant par l'hydraulicité

Calcul de l'hydraulicité pour chaque année hydrologique

$$H_a = Q_a / Q_{moyen}$$

avec,  $Q_a$  lame écoulée l'année  $a$

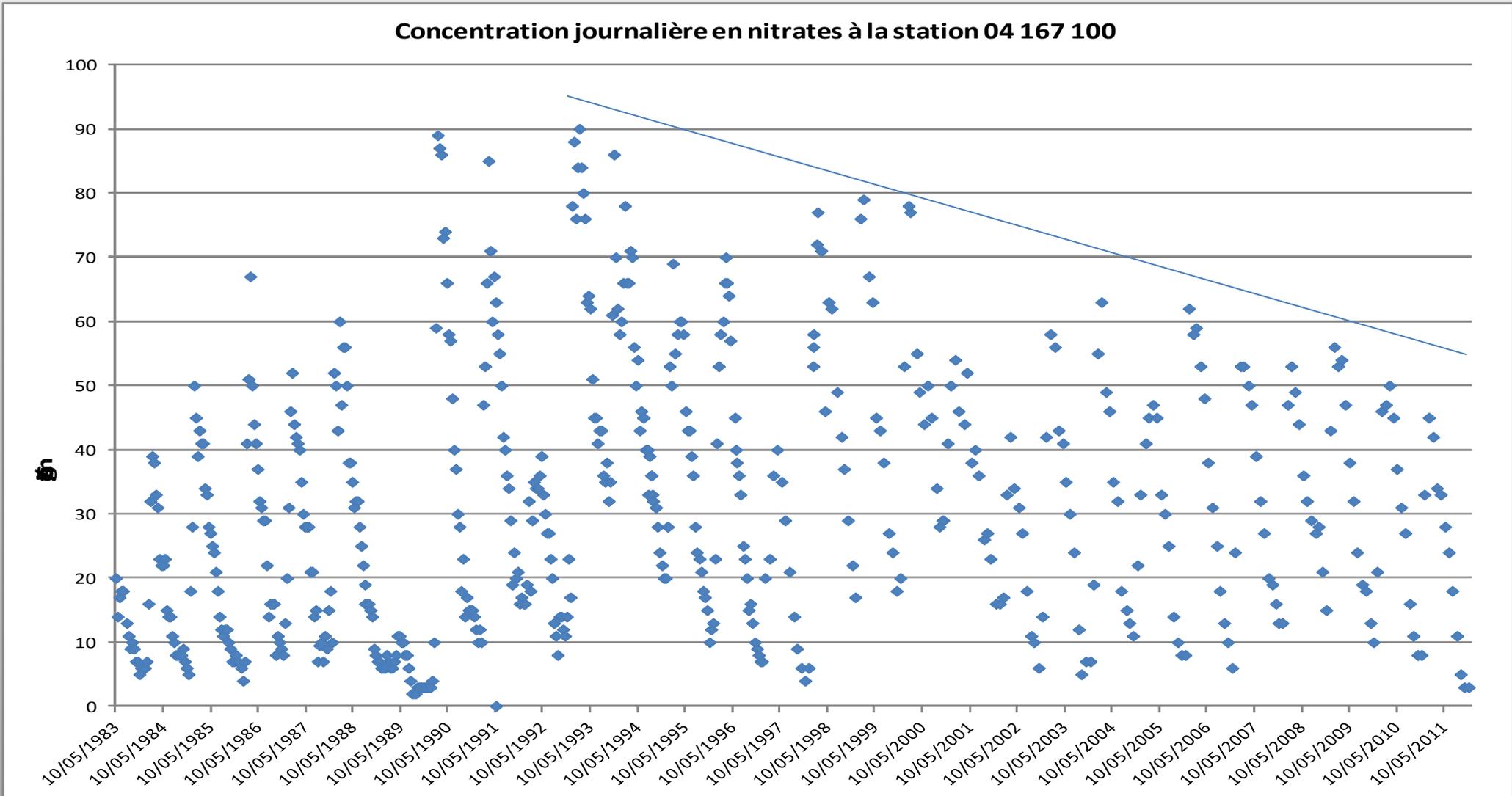
$Q_{moyen}$  lame écoulée moyenne inter-annuelle

**Deuxième clef d'interprétation :**

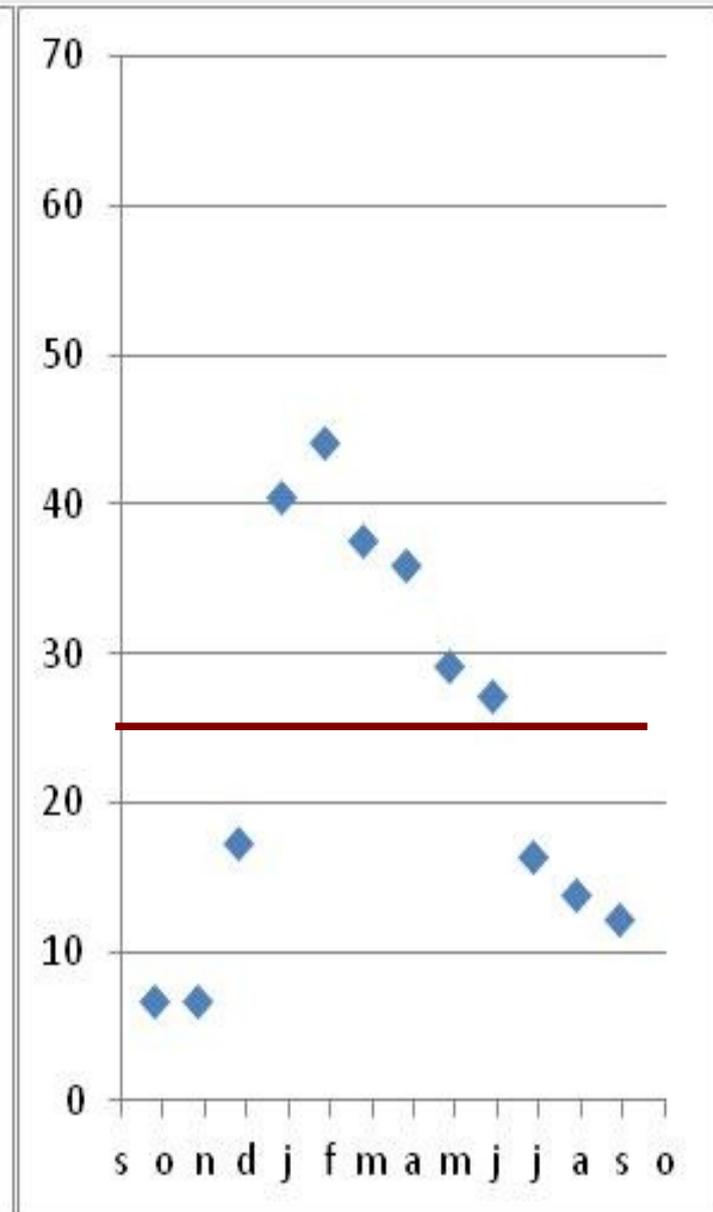
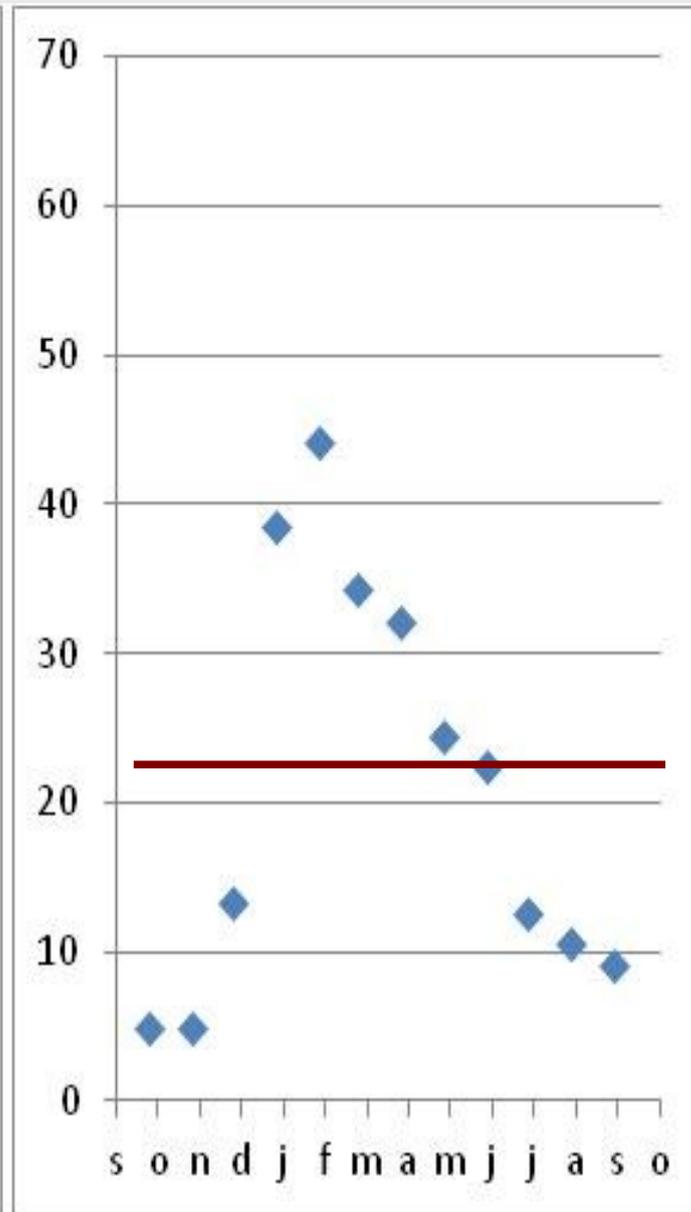
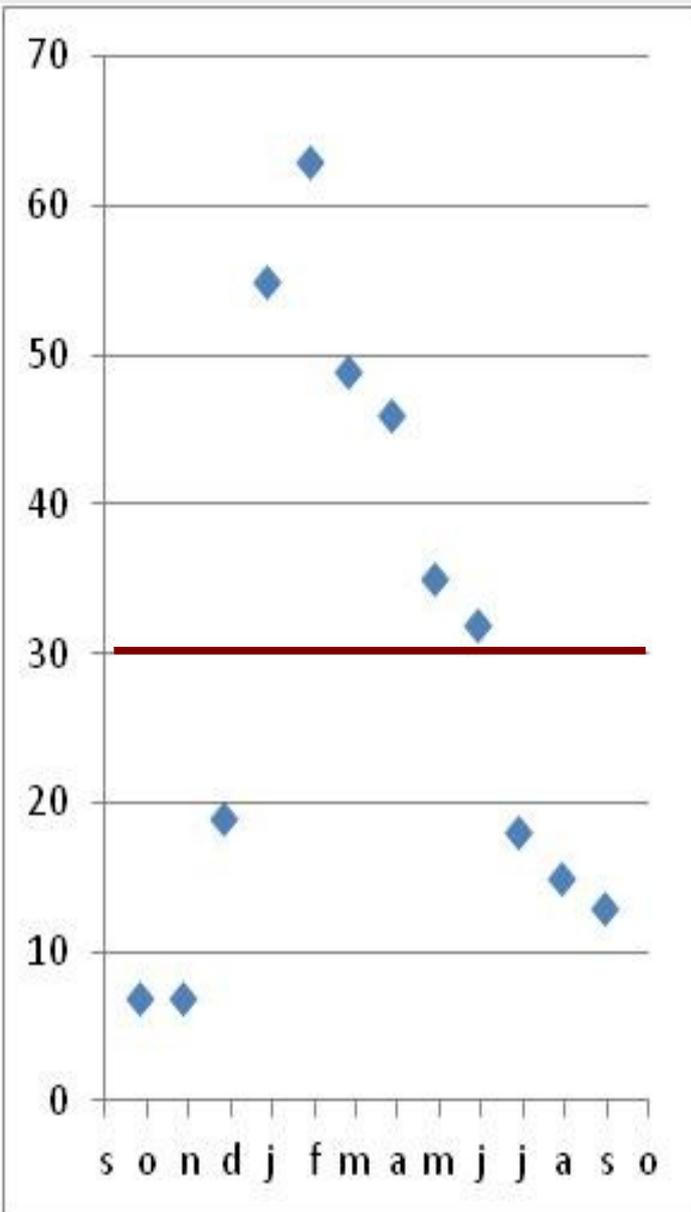
**Relations entre concentration moyenne et maximas de concentration**

Dans bon nombre de bassins versants, on observe une baisse des maxima de concentrations en nitrate.

**ARGUENON**

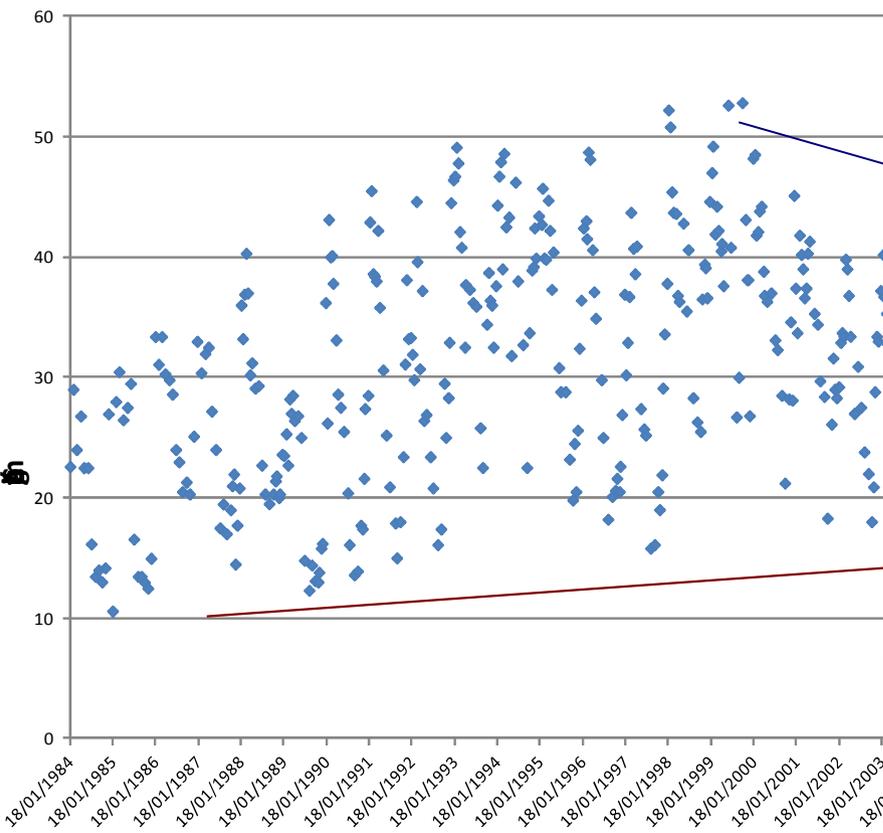


Pourquoi la moyenne n'évolue-t-elle pas à la même vitesse que les maximas ?



# Avec parfois une augmentation des minima : ici exemple du Blavet

Concentration journalière en nitrates à la station 04 194 000

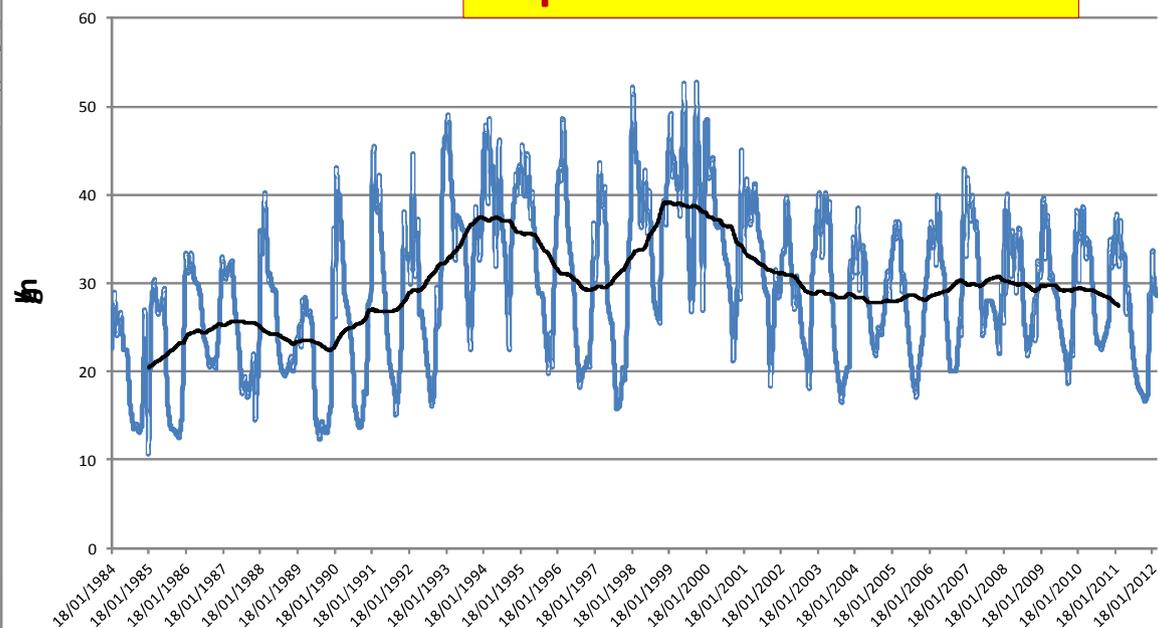


**Baisse des MAXIMA**  
de 50 à ~ 35 mg NO<sub>3</sub>/l  
en 15 ans (1998-2012)

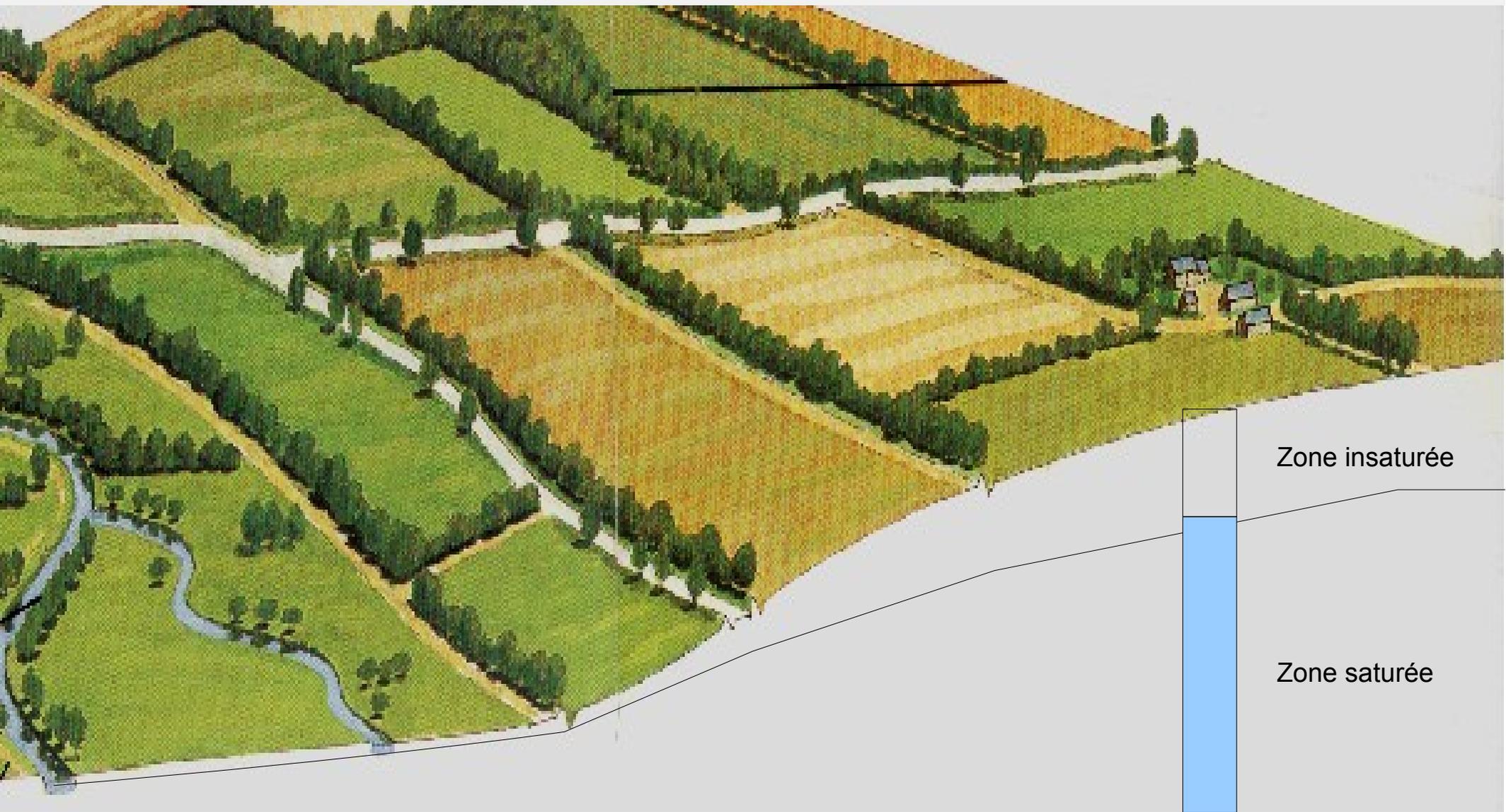
**Légère hausse des MINIMA**  
de ~ 12 à 18 mg NO<sub>3</sub>/l  
en 30 ans (1984-2012)

**La moyenne mobile**  
**stagne à 30 mg NO<sub>3</sub>/l**  
**depuis 2004**

Concentration en nitrates



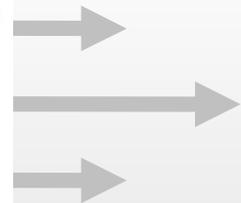
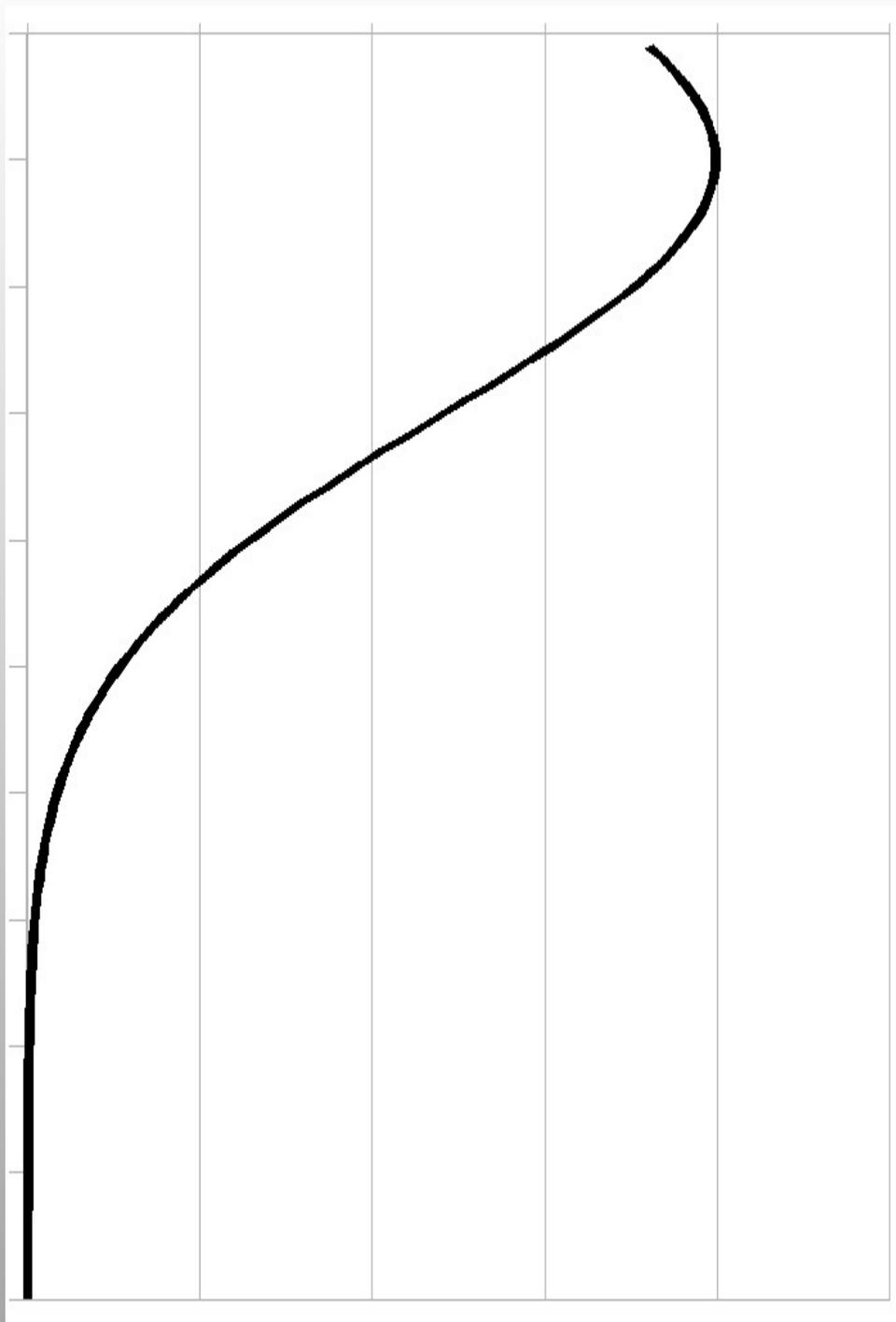




Zone insaturée

Zone saturée

0 20 40 60 80 100 120 mg/l



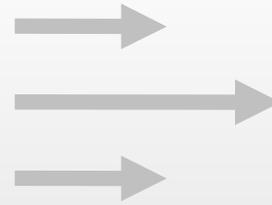
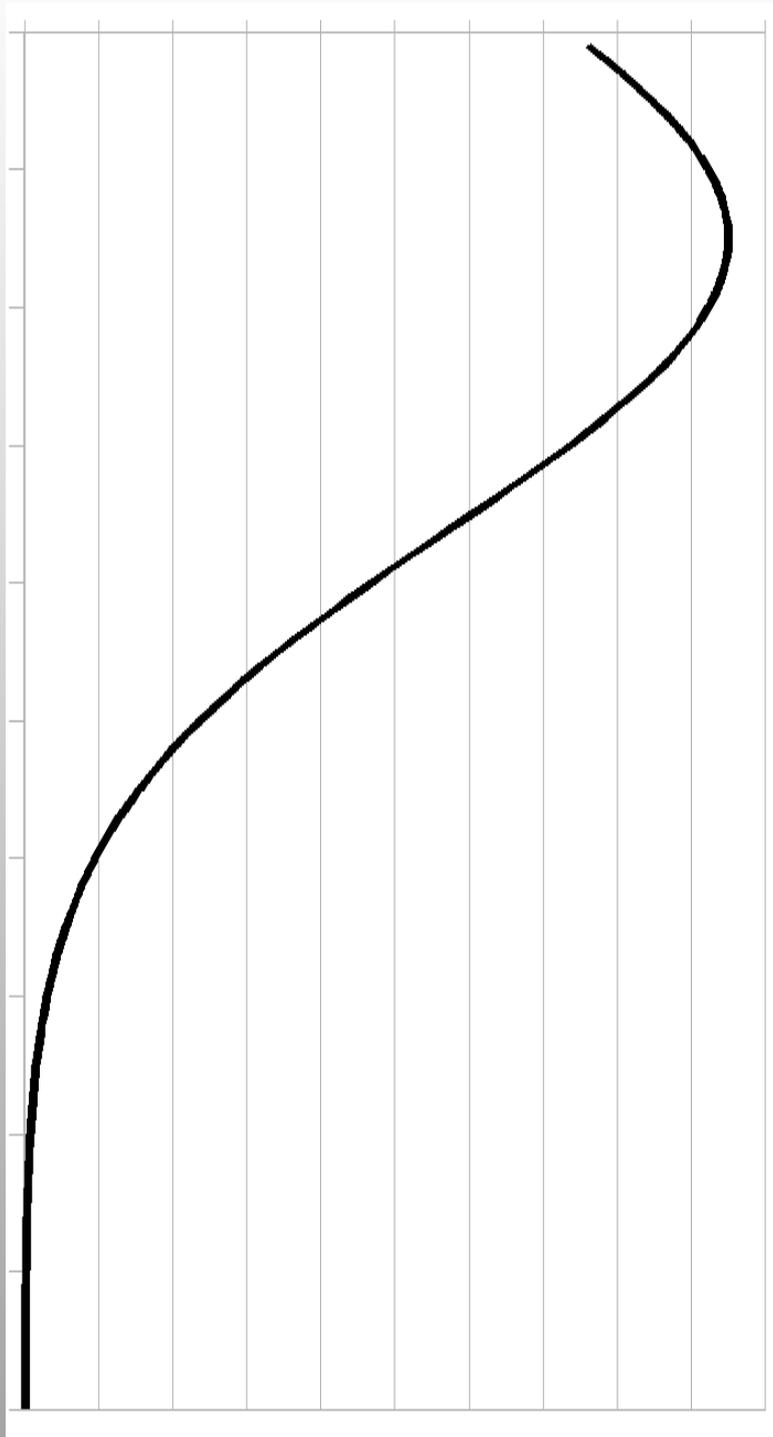
alimentation des maxima  
de concentration



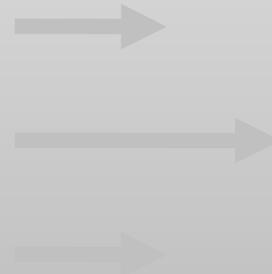
alimentation des minima  
de concentration

Fonctionnement d'un bassin versant  
à profil normal : contribution des  
différents niveaux de la nappe

0 20 40 60 80 100 120 mg/l



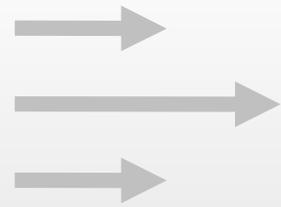
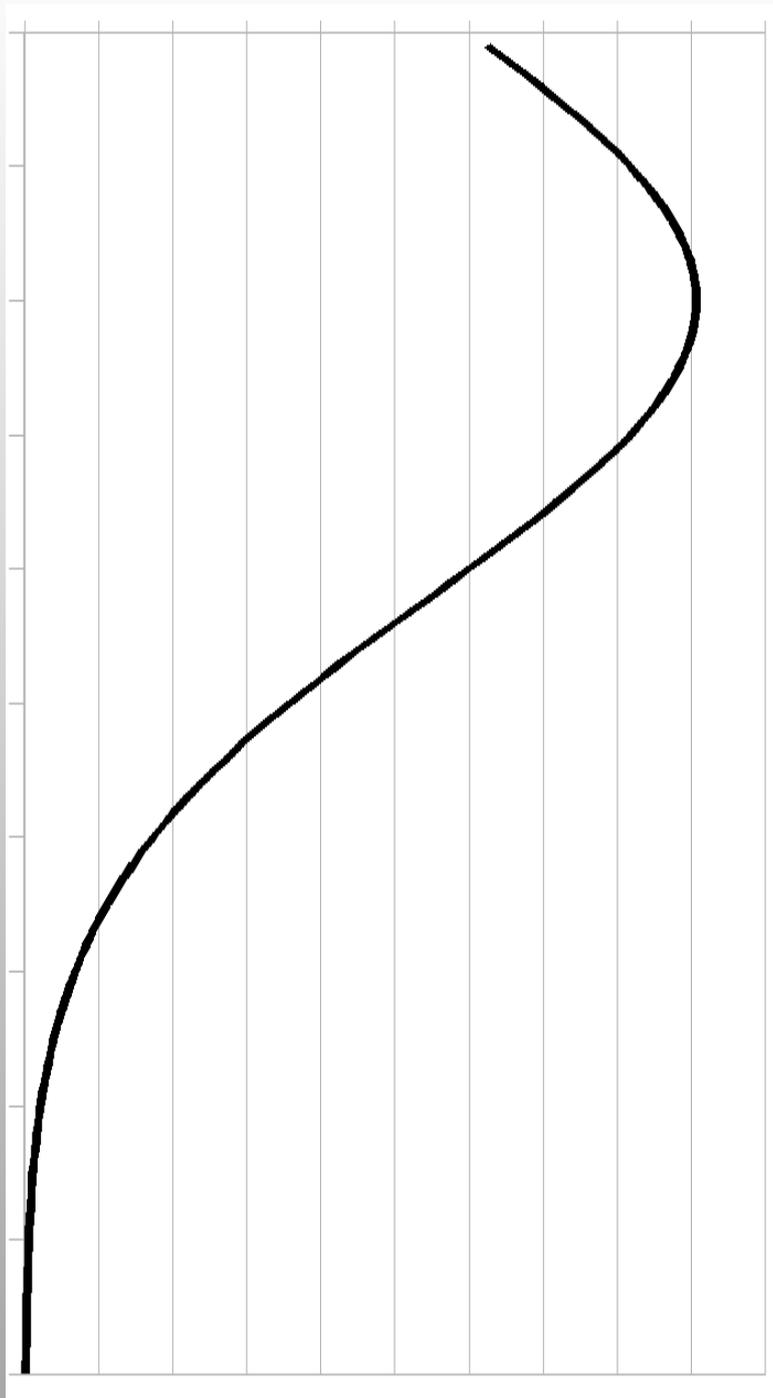
alimentation des maxima  
de concentration



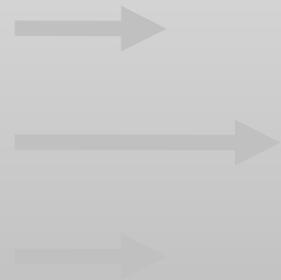
alimentation des minima  
de concentration

Fonctionnement d'un bassin versant  
à profil normal : contribution des  
différents niveaux de la nappe

0 20 40 60 80 100 120 mg/l



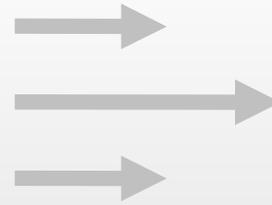
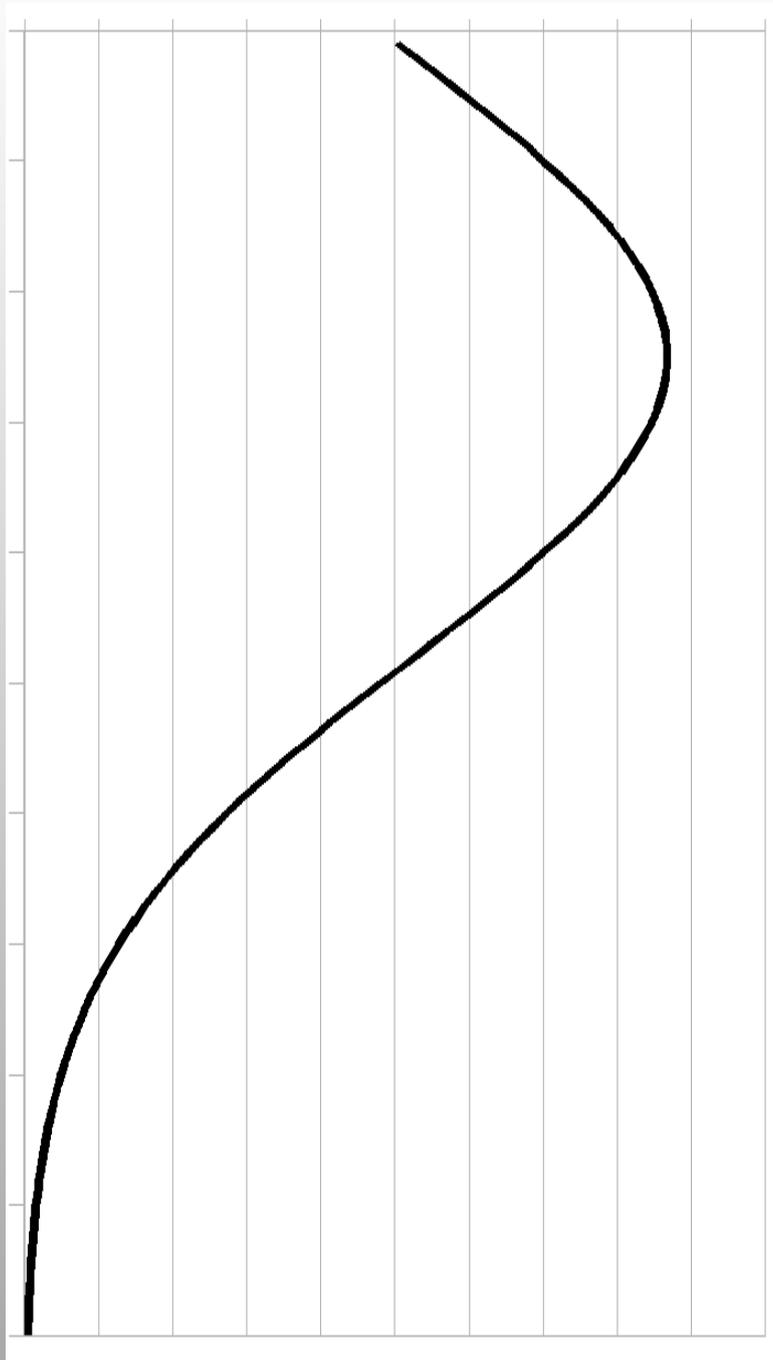
alimentation des maxima  
de concentration



alimentation des minima  
de concentration

Fonctionnement d'un bassin versant  
à profil normal : contribution des  
différents niveaux de la nappe

0 20 40 60 80 100 120 mg/l



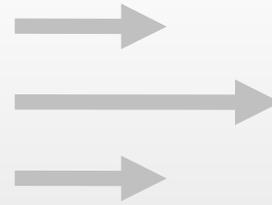
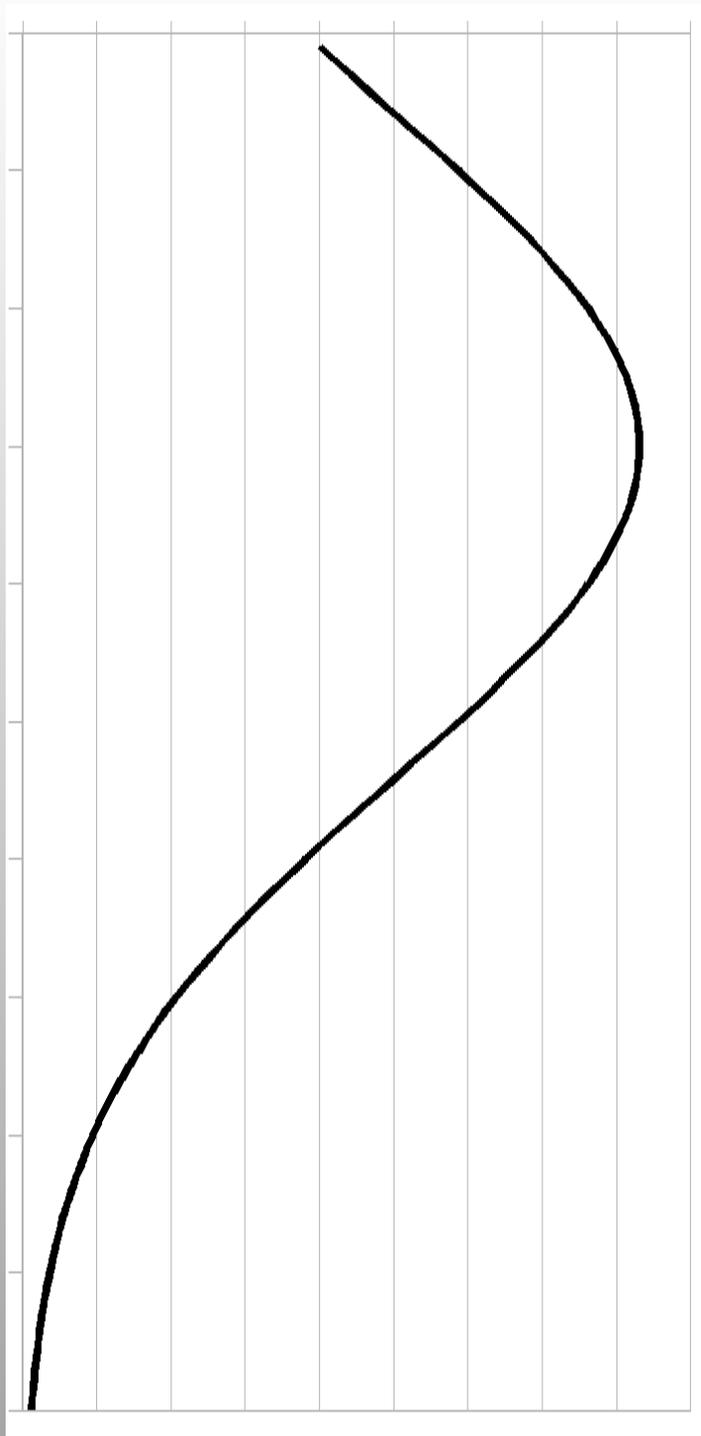
alimentation des maxima  
de concentration



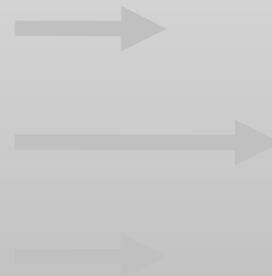
alimentation des minima  
de concentration

Fonctionnement d'un bassin versant  
à profil normal : contribution des  
différents niveaux de la nappe

0 20 40 60 80 100 120 mg/l

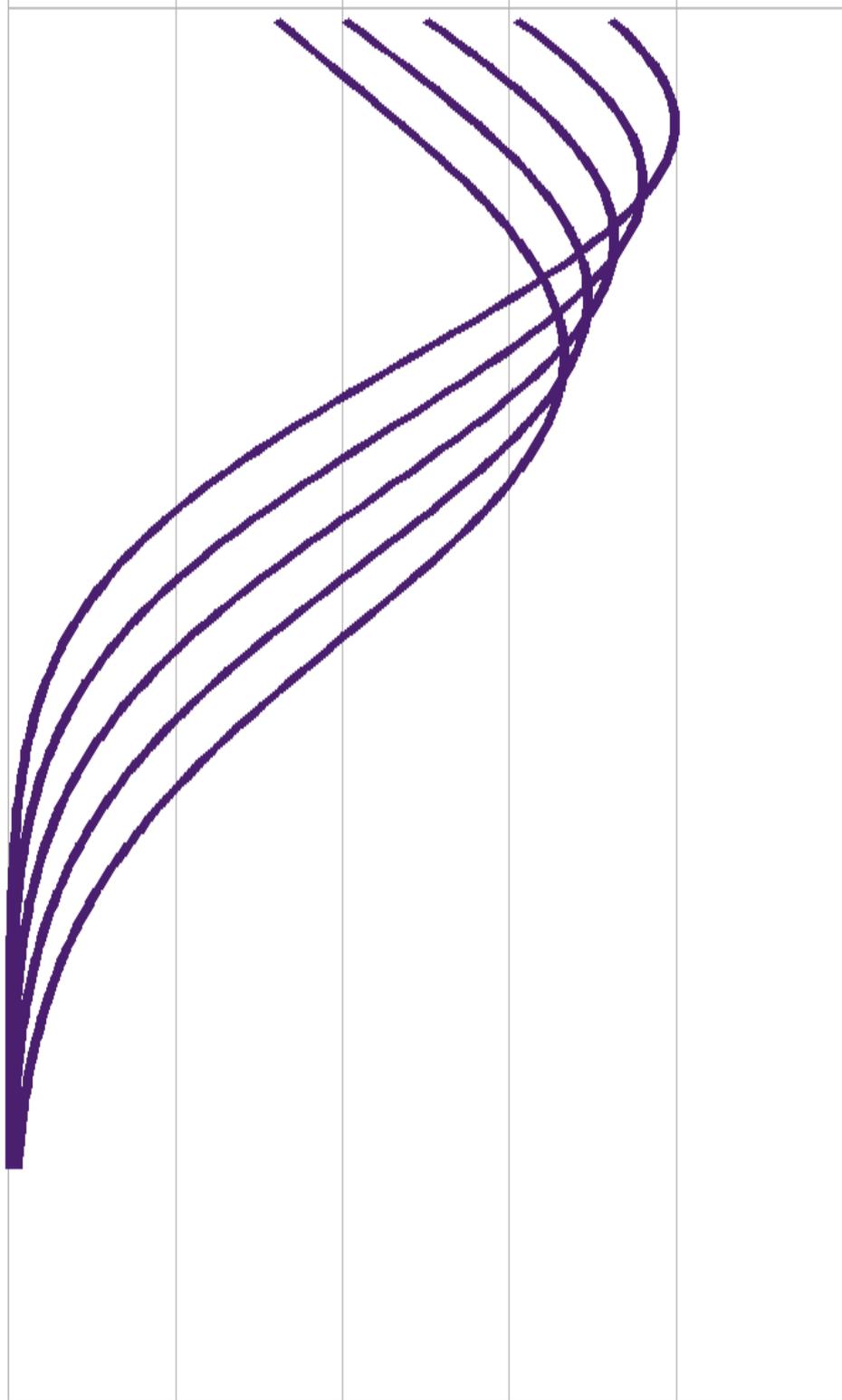


alimentation des maxima  
de concentration

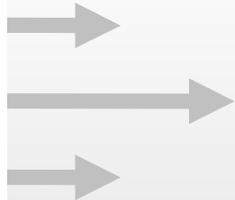


alimentation des minima  
de concentration

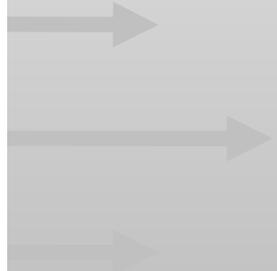
Fonctionnement d'un bassin versant  
à profil normal : contribution des  
différents niveaux de la nappe



mg/l



alimentation des maxima  
de concentration

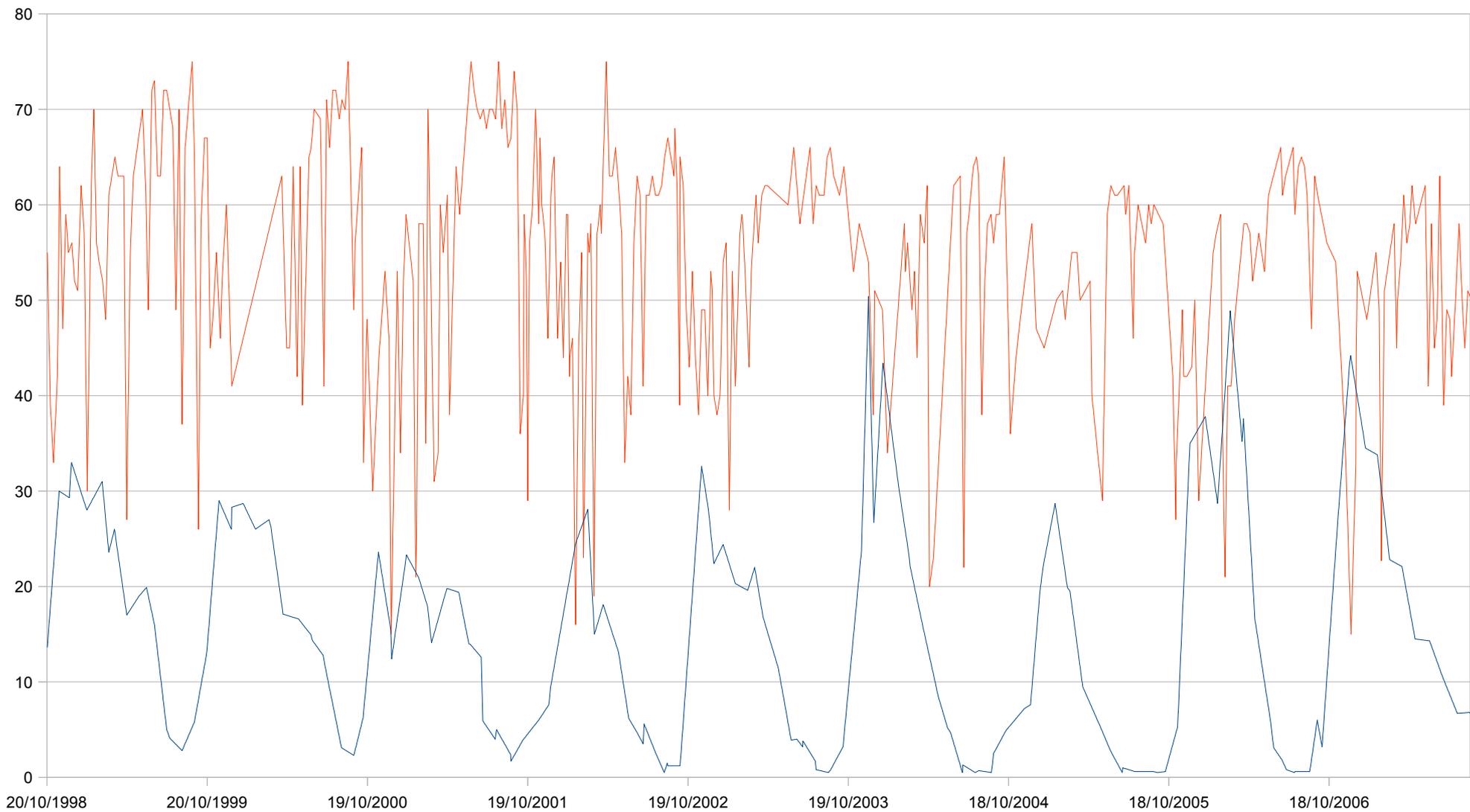


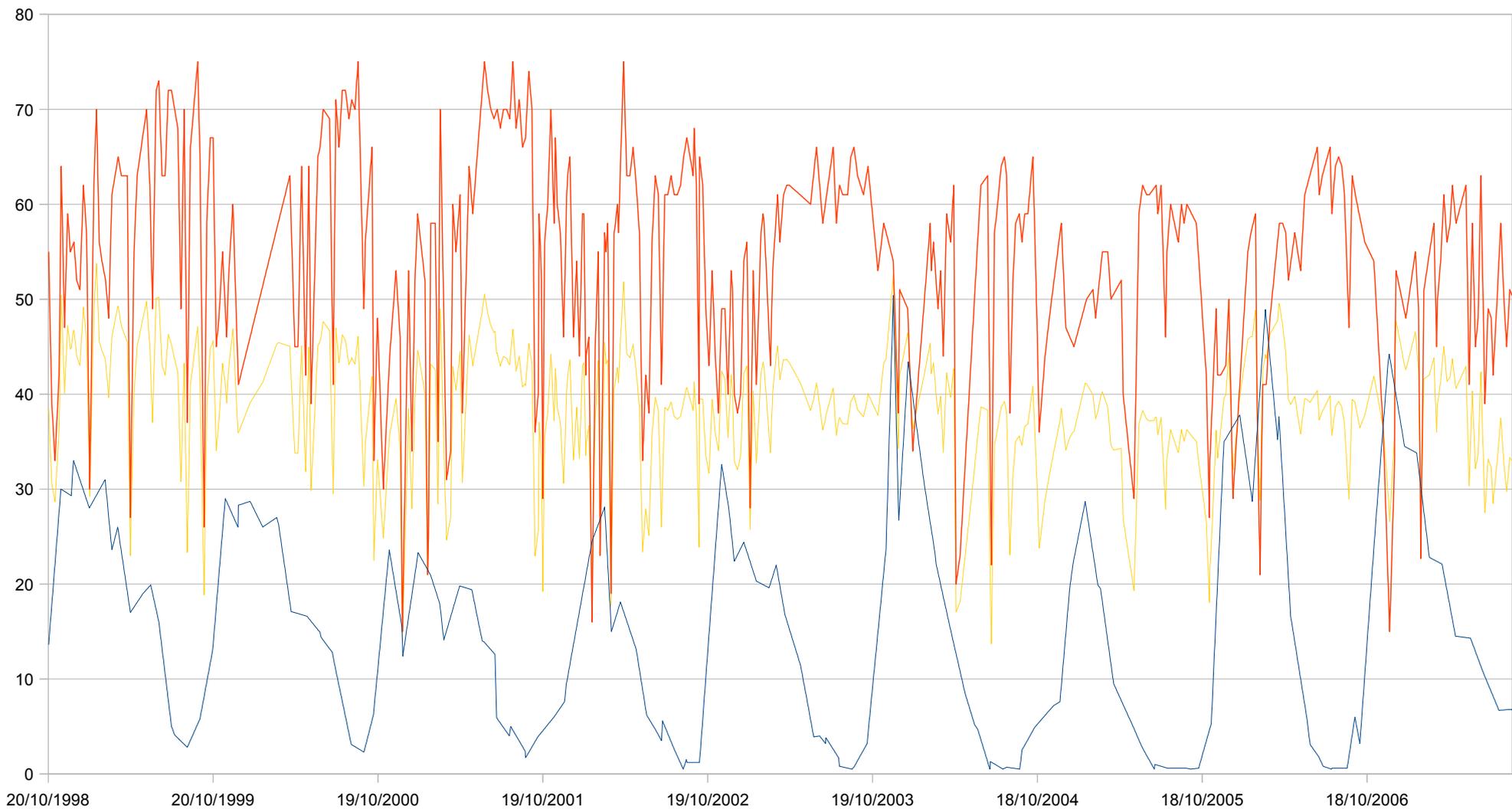
alimentation des minima  
de concentration

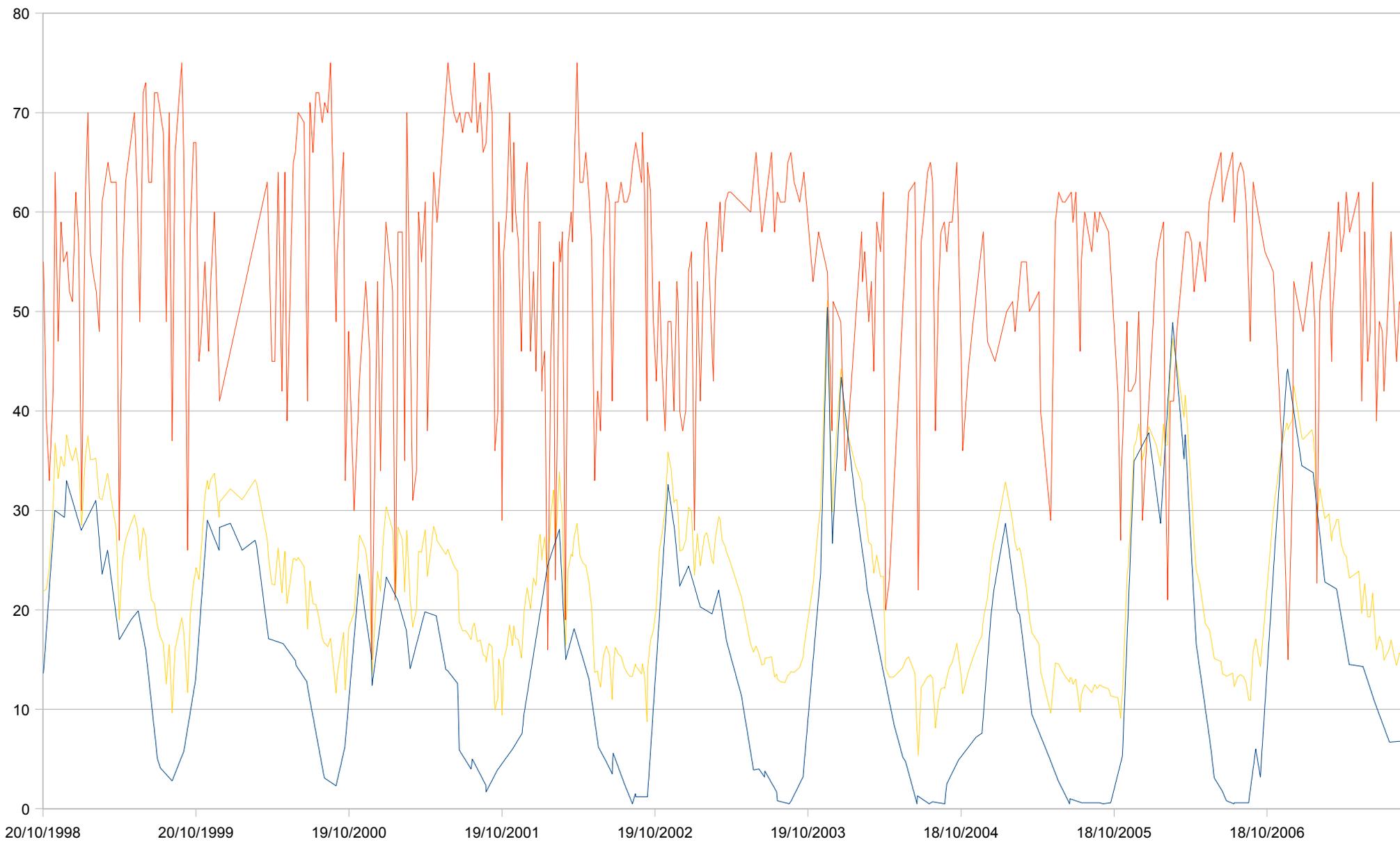
Fonctionnement d'un bassin versant  
à profil normal : contribution des  
différents niveaux de la nappe

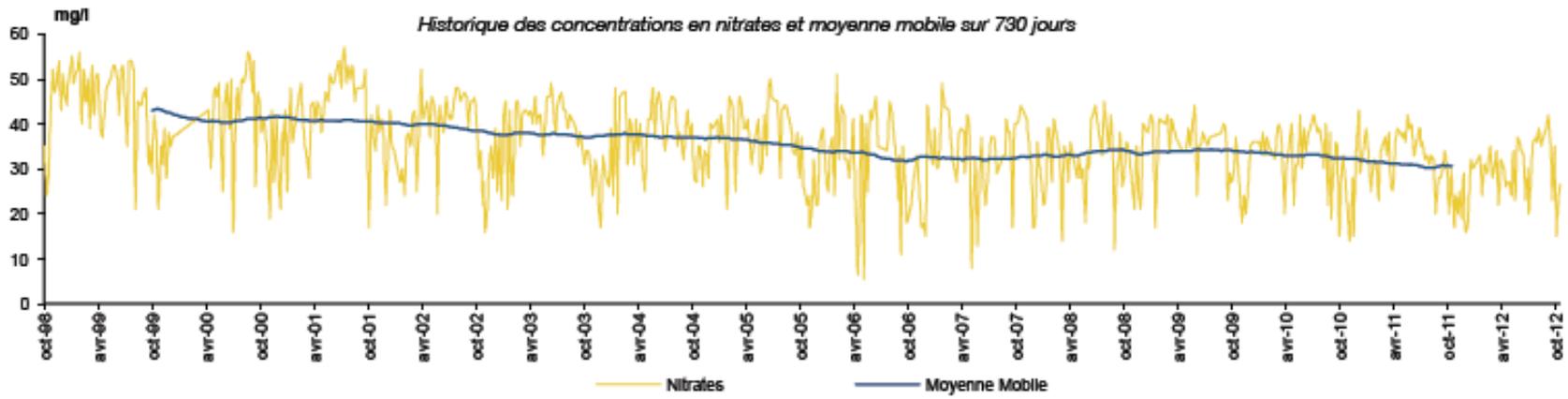
**Troisième clef d'interprétation :**

**Notion de profil normal et profil inversé**

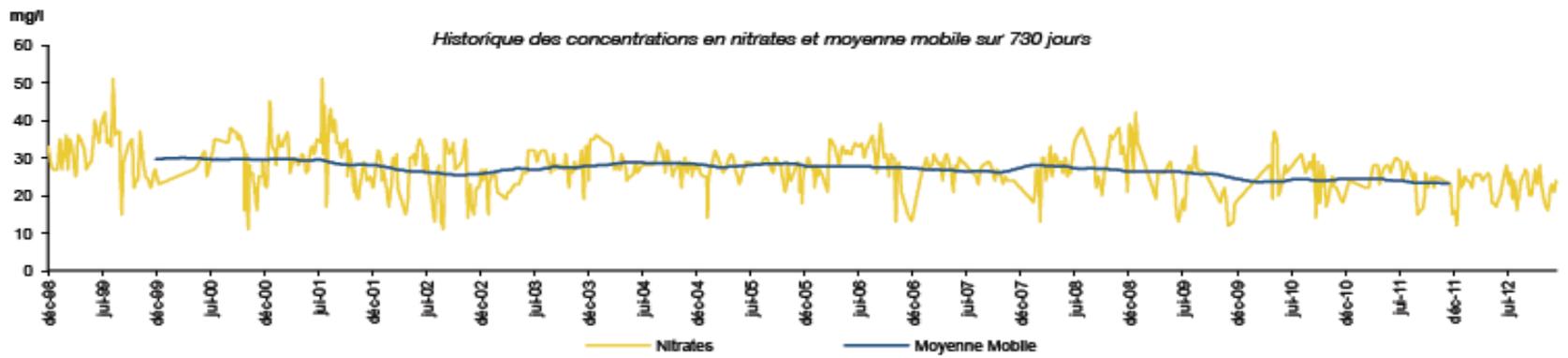




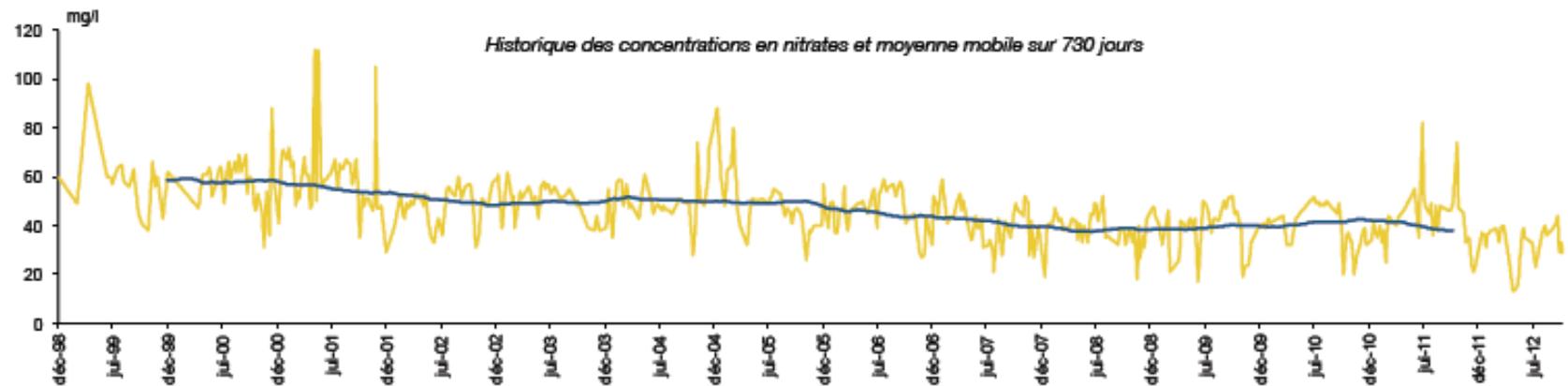




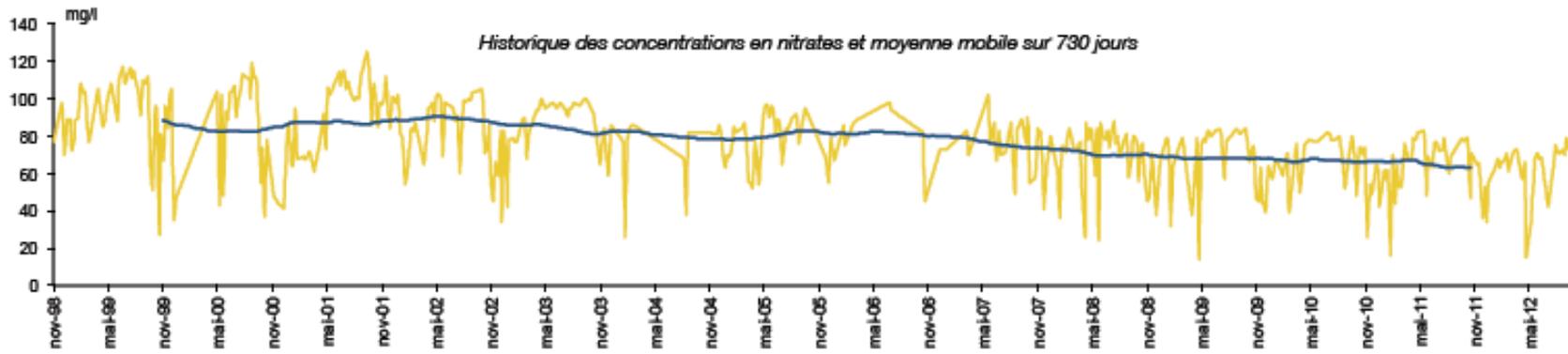
Dourduff



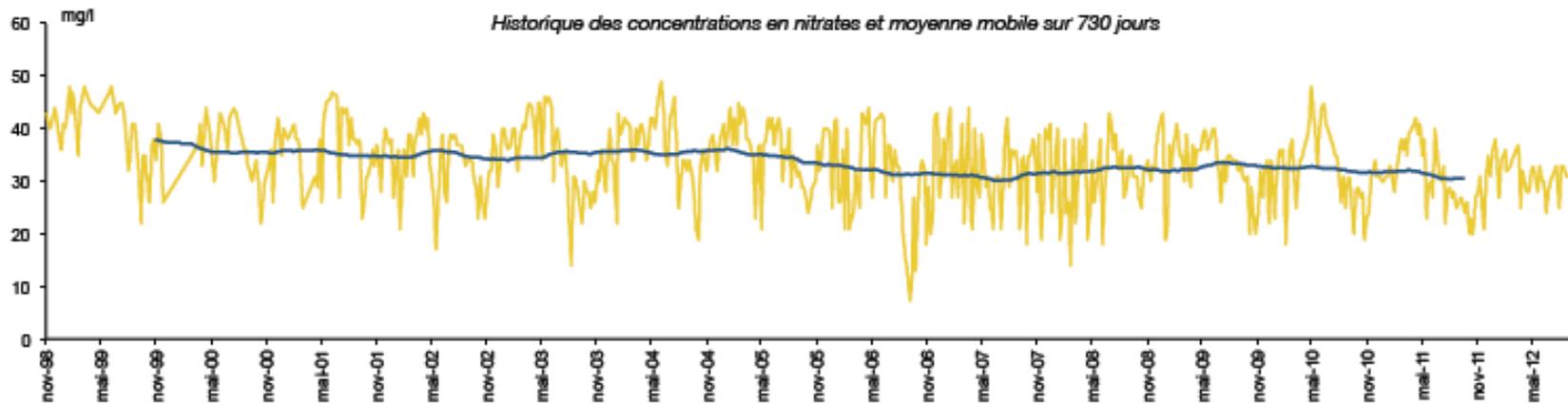
Dossen



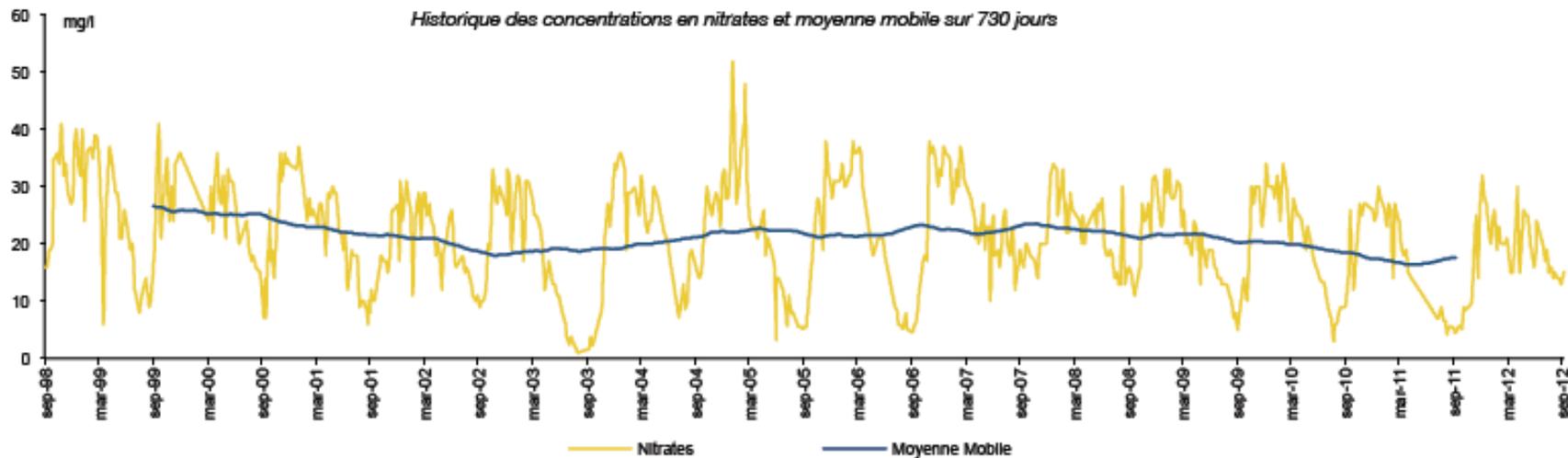
Penzé



Guillec



Elorn



Aulne

# Quatrième clef d'interprétation : Temps de réponse des bassins versants

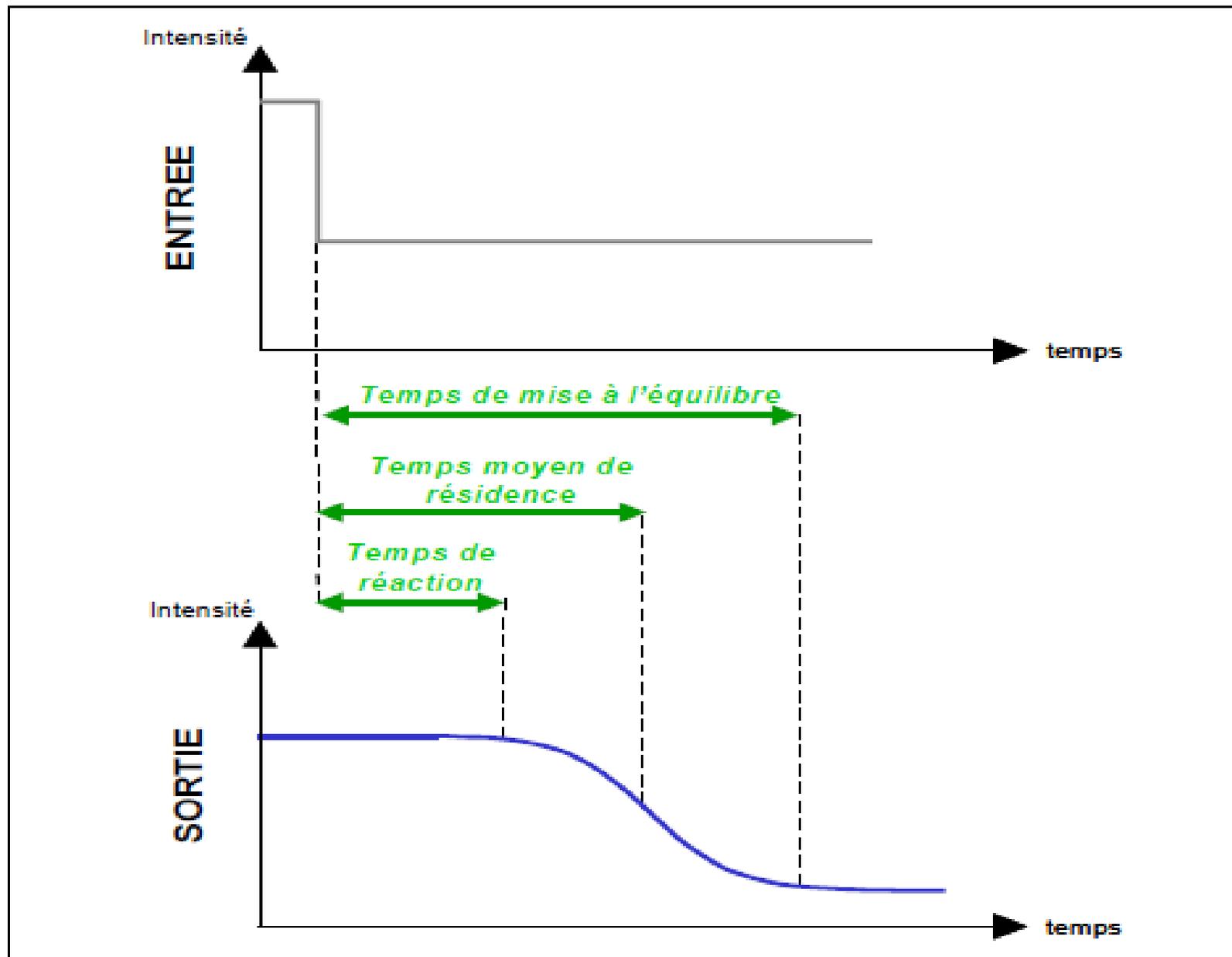


Figure 1 : Représentation schématisée de la transmission d'un signal hydrochimique dans un bassin. Identification des différents temps caractérisant la réponse d'un bassin versant.

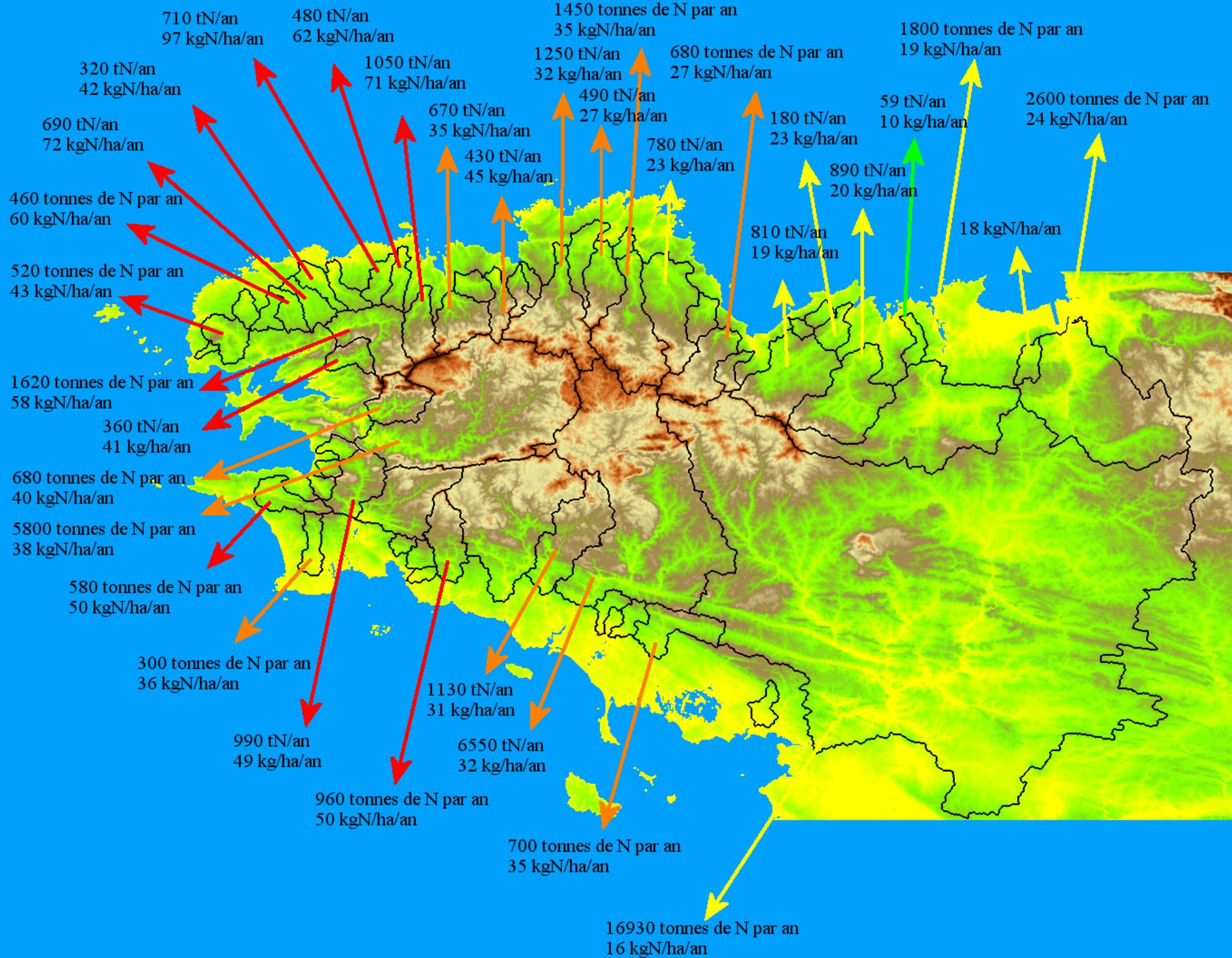
Difficultés spécifiques aux bassins à profil inversé :

- les temps de réponse sont plus longs  
(en particulier le temps moyen de résidence et le temps de mise à l'équilibre)

- même en cas d'année faiblement arrosée

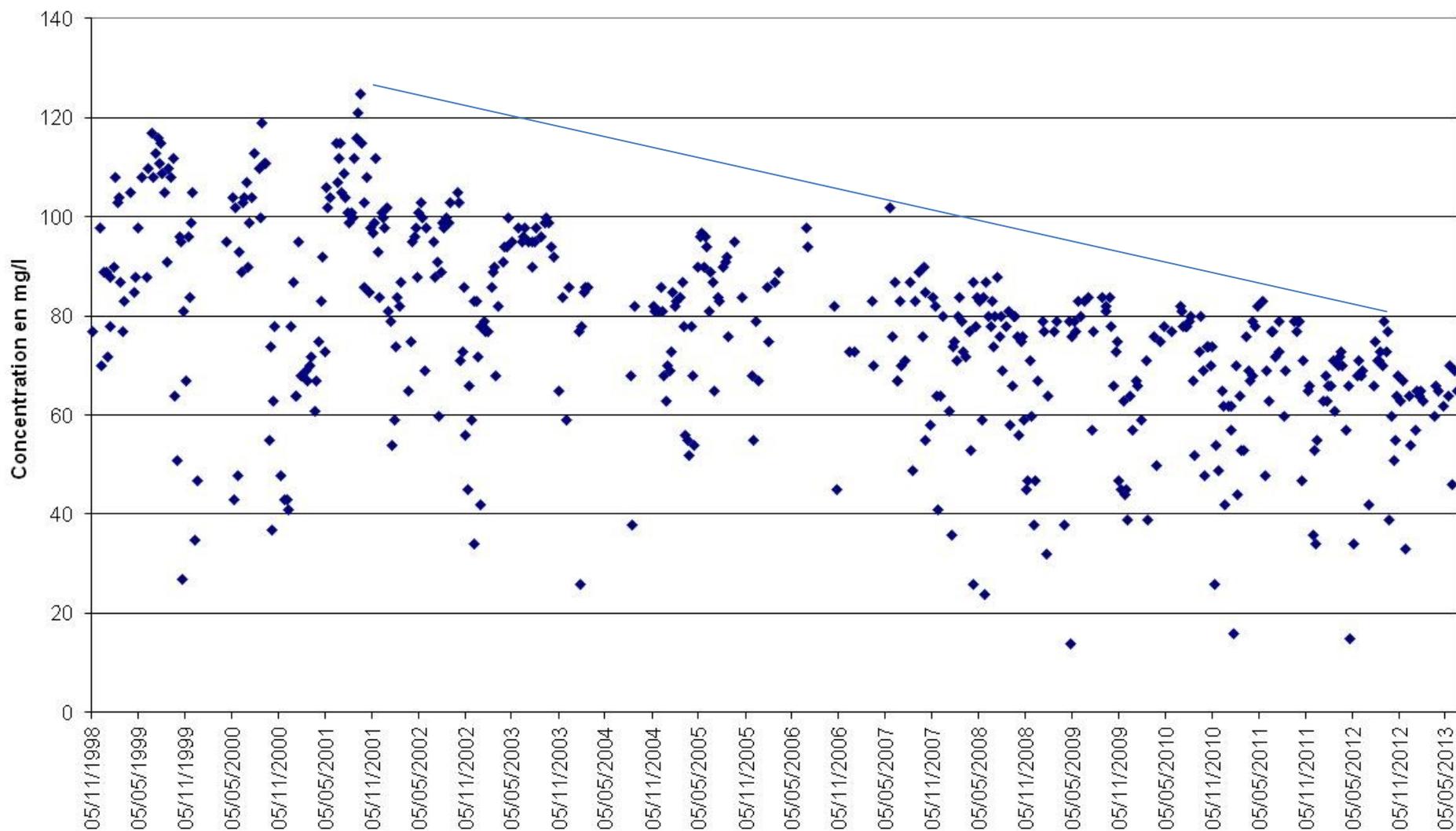
- les débits de printemps et d'été sont « soutenus »
- les concentrations restent élevées
- et donc les flux restent élevés

- alors que par différence dans les bassins à profil normal  
les débits baissent, les concentrations chutent et donc les flux baissent



Concentration journalière en nitrates à la Station :

**GUILLEC**



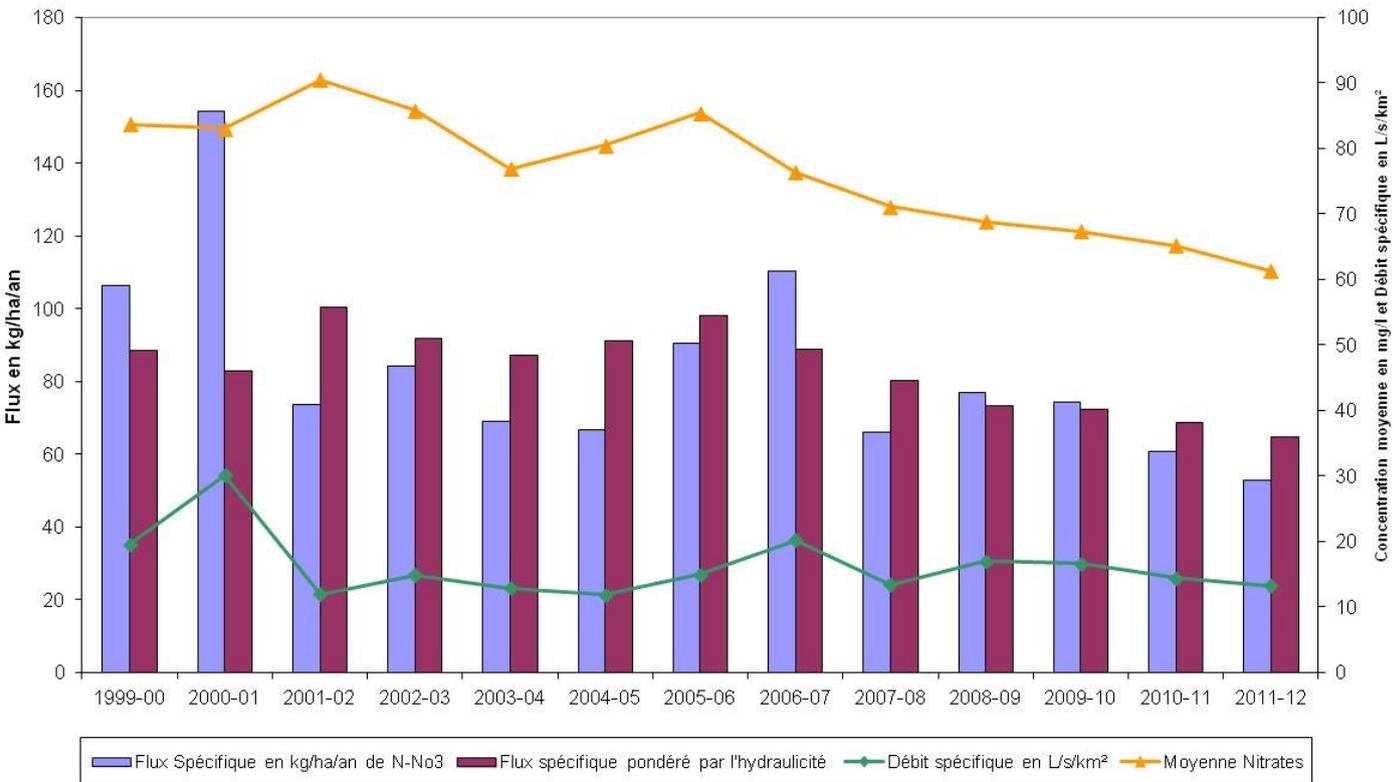
**Nette baisse des MAXIMA  
de 125 mg NO<sub>3</sub>/l en 2001 à 80 mg NO<sub>3</sub>/l en 2012,  
soit en 11 ans, une baisse de -4 mg NO<sub>3</sub>/l/an.**

# Flux spécifiques et flux spécifiques pondérés à la station

# GUILLEC

**Baisse régulière**

- de la concentration moyenne annuelle de -4 mg NO<sub>3</sub>/l /an (85 à 60 mg NO<sub>3</sub>/l)
- du flux moyen annuel de -6 kg N /ha/an (100 à 65 kg N/ha) depuis 2005-06



moyenne mobile sur 730 jours (7306 ha)

