

# Influence des niveaux de la nappe sur la concentration en polluants

Evaluation statistique de mesures de longues durées

Daniele Biaggi, Institut Géotechnique SA, Berne

État au 29.8.2016

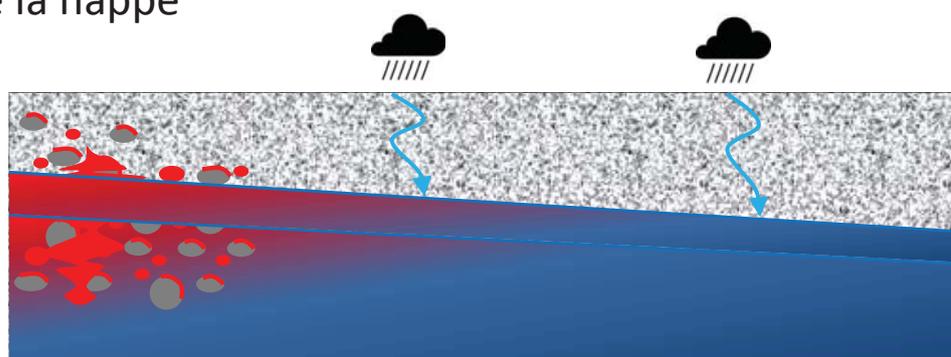
Un grand merci à:

Jürg Krebs (OED), Jean-Claude Hofstetter et Werner Blüm (AWEL)

Lorenz Bossart, Eliane Wüthrich et Florian Zurfluh (IG)

## Hypothèse de travail

Si le niveau de la nappe augmente, ...

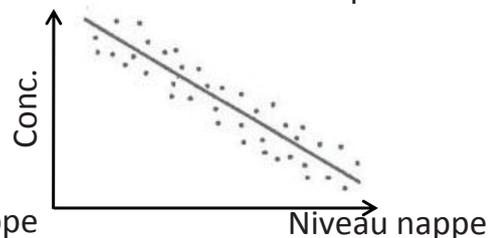
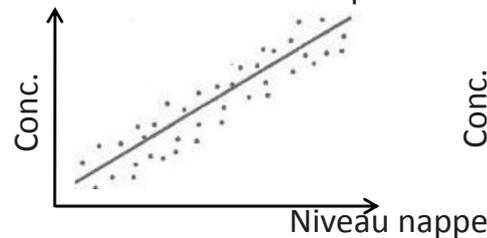
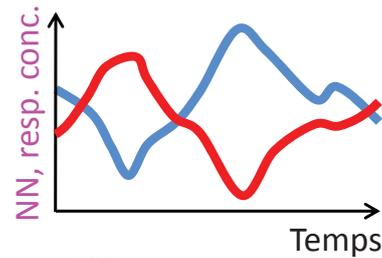
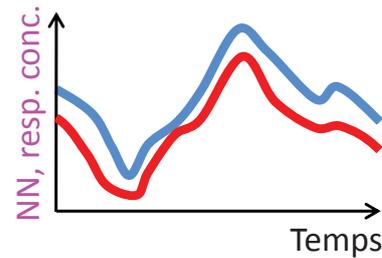
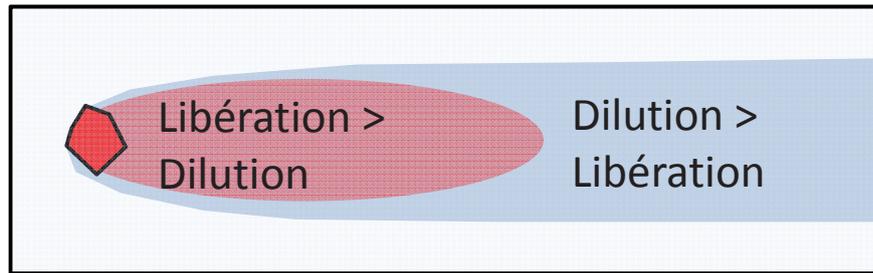


... davantage de substances solubles sont libérées → La concentration augmente

... de l'eau non polluée afflue vers l'aquifère → La concentration diminue

# Hypothèse de travail

Si le niveau de la nappe (NN) augmente, ...



## Deux sites



### Site d'exploitation

Nettoyage à sec  
jusque dans les  
années 1980

### Point de mesure

Directement sur la  
parcelle  
Profondeur de la  
nappe 14 m

### Substance

PER

### Mandant

OED



### Anciennes décharges

Scories  
1952 à 1990

### Point de mesure

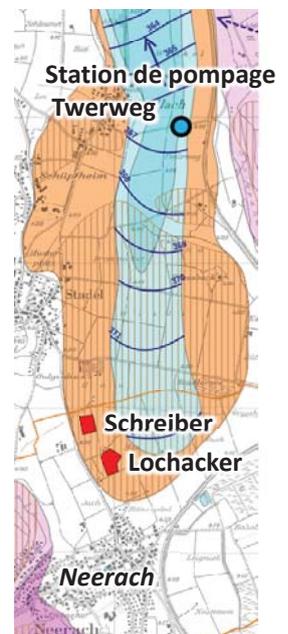
Station de pompage,  
éloignement 2 km  
Profondeur de la  
nappe 44 m

### Substance

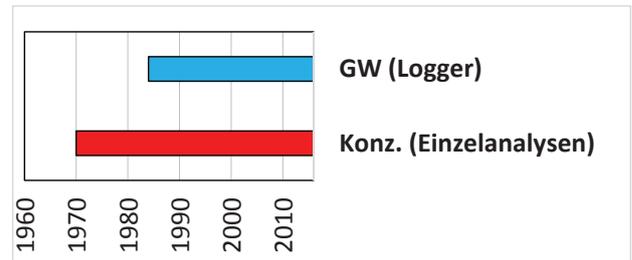
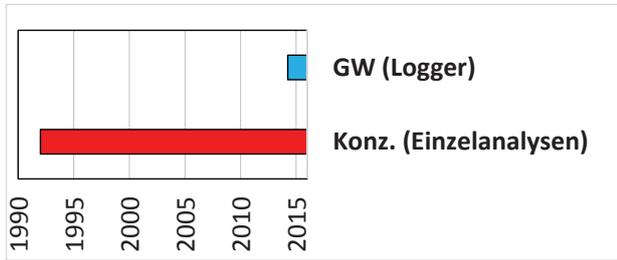
Chlorure

### Mandant

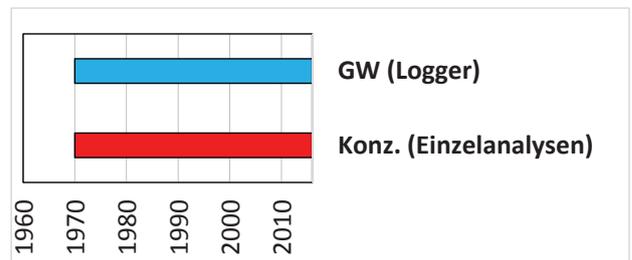
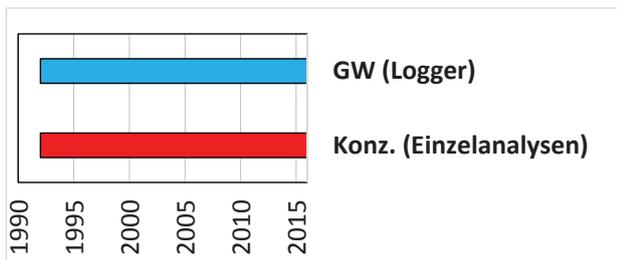
AWEL



# Séries temporelles à disposition



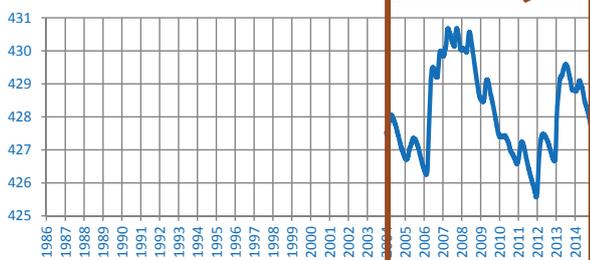
Objectif: série temporelle NN = série temporelle conc.  
(première étape de la méthode)



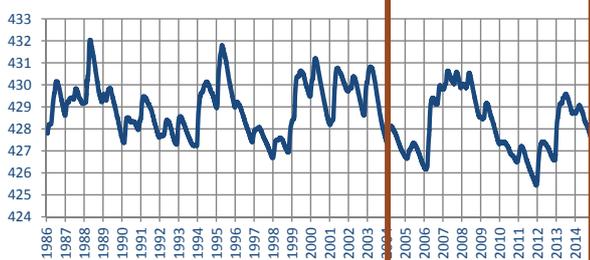
## Méthode



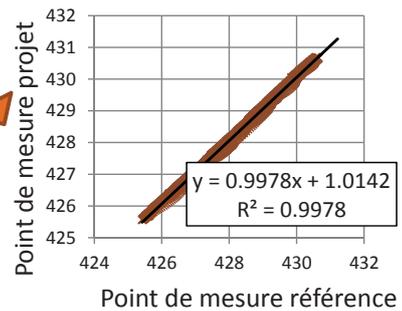
Point de mesure projet



Point de mesure référence

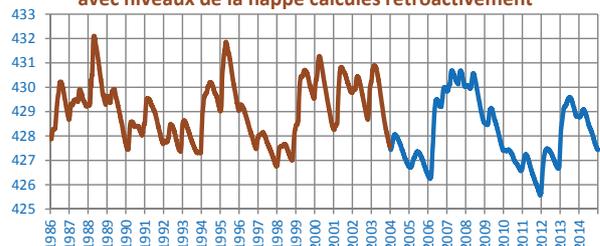


24 novembre 2016

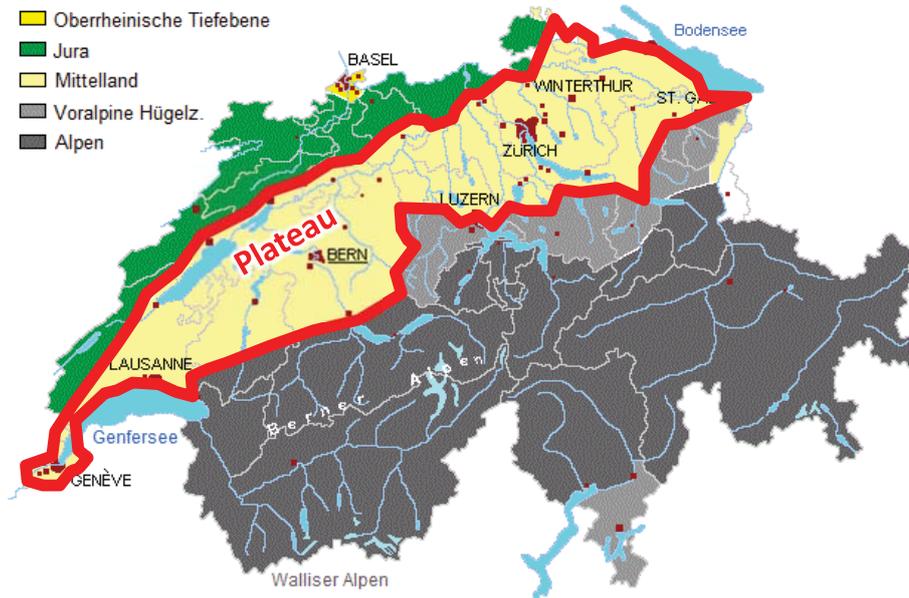


Point de mesure projet

avec niveaux de la nappe calculés rétroactivement

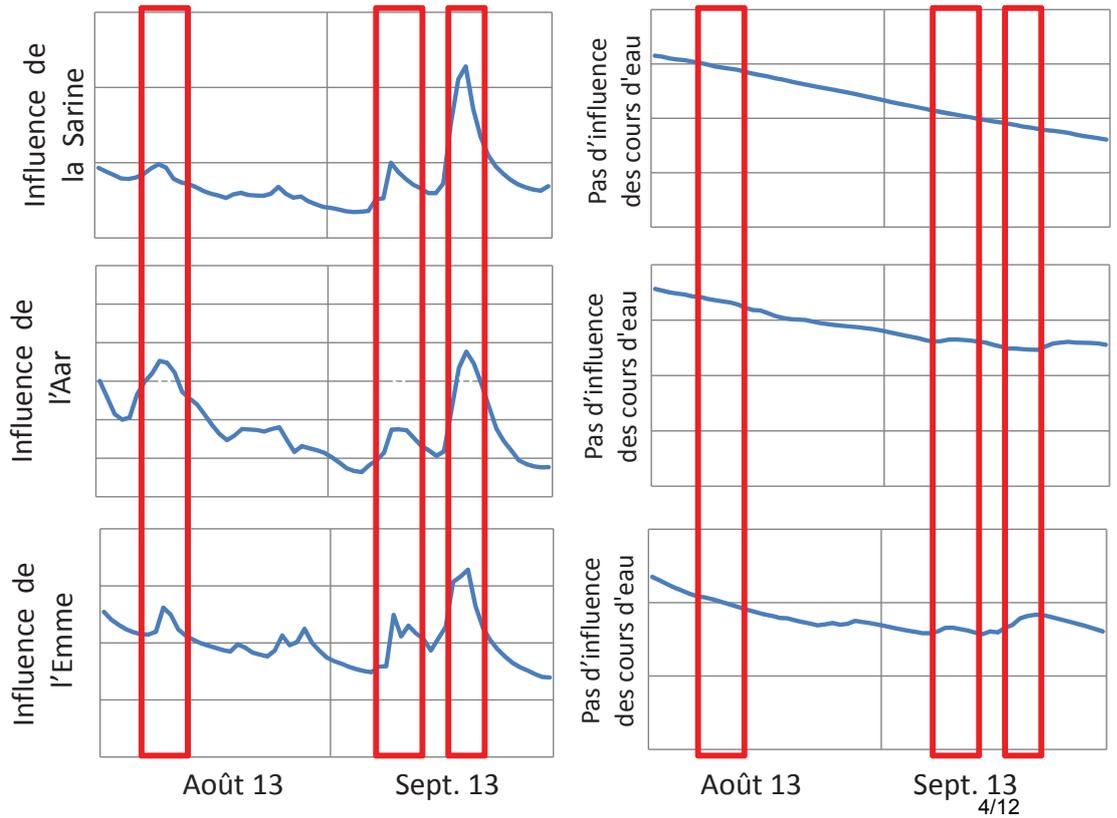


# Cours éclair: Analyse des courbes de niveau de la nappe



# Cours éclair: Analyse des courbes de niveau de la nappe

- Influence des eaux de surface
- Influence des drainages
- Influence de l'infiltration des eaux météoriques

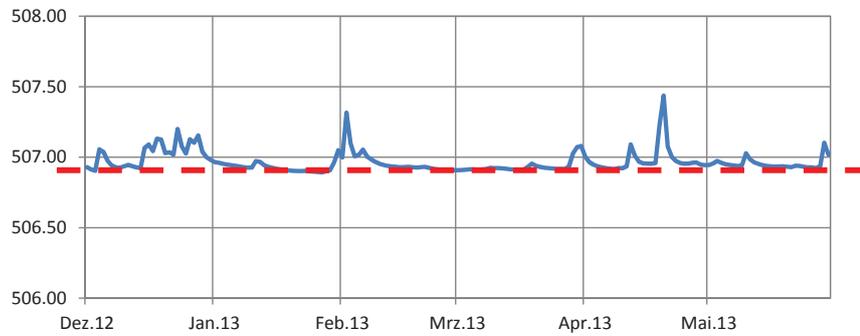


# Cours éclair: Analyse des courbes de niveau de la nappe

Influence des  
eaux de  
surface

**Influence des  
drainages**

Influence de  
l'infiltration  
des eaux  
météoriques

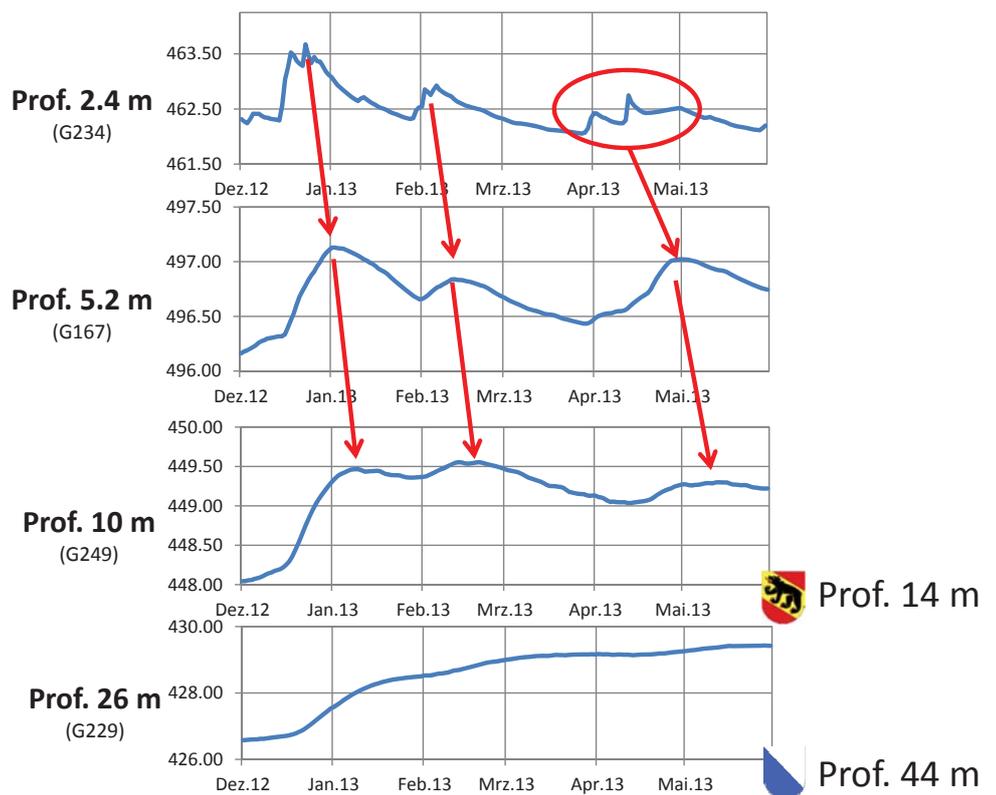


# Cours éclair: Analyse des courbes de niveau de la nappe

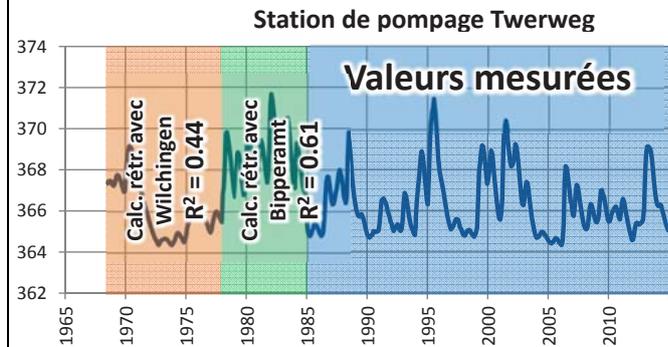
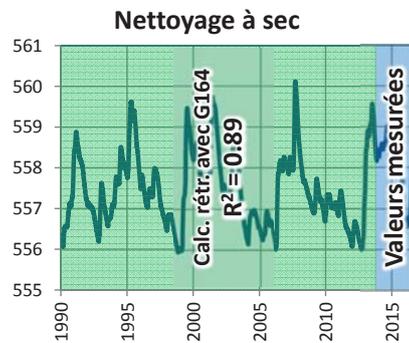
Influence des  
eaux de  
surface

Influence des  
drainages

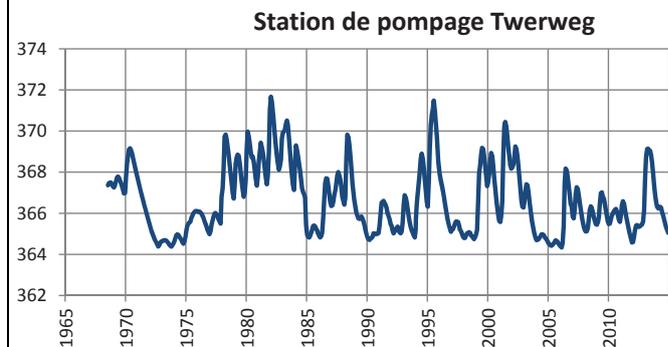
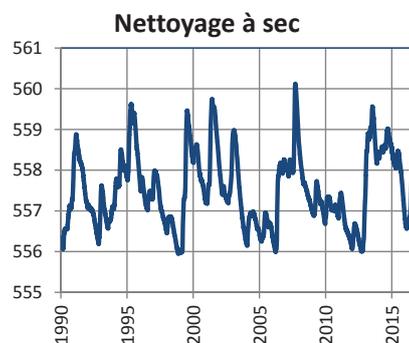
**Influence de  
l'infiltration  
des eaux  
météoriques**



# Calcul rétroactif des niveaux de la nappe

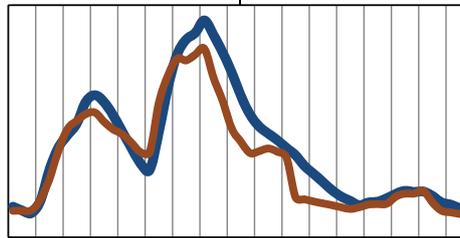


# Calcul rétroactif des niveaux de la nappe

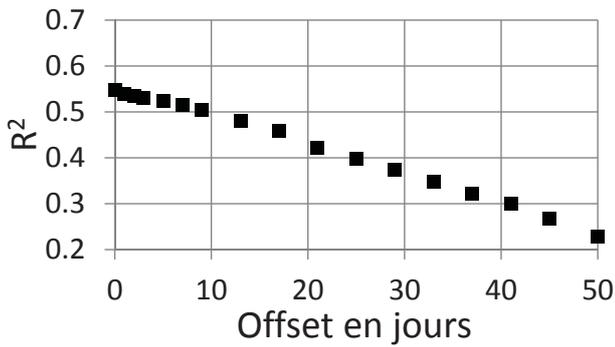


# Calcul de l'offset

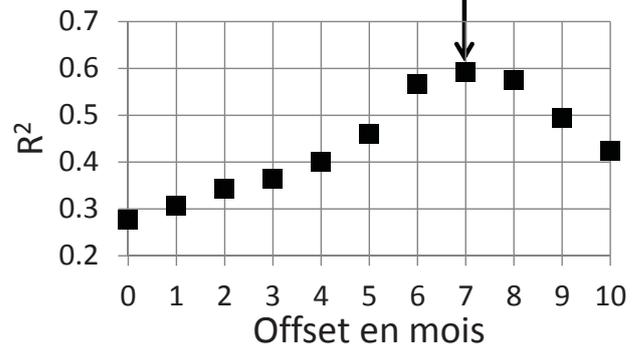
(décalage temporel jusqu'au recouvrement des signaux)



Meilleure corrélation  
Décalage temporel 7 mois



pas de décalage temporel

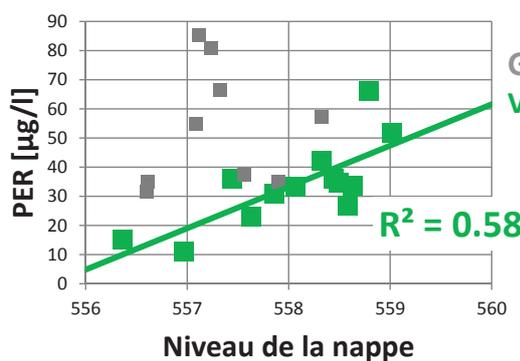
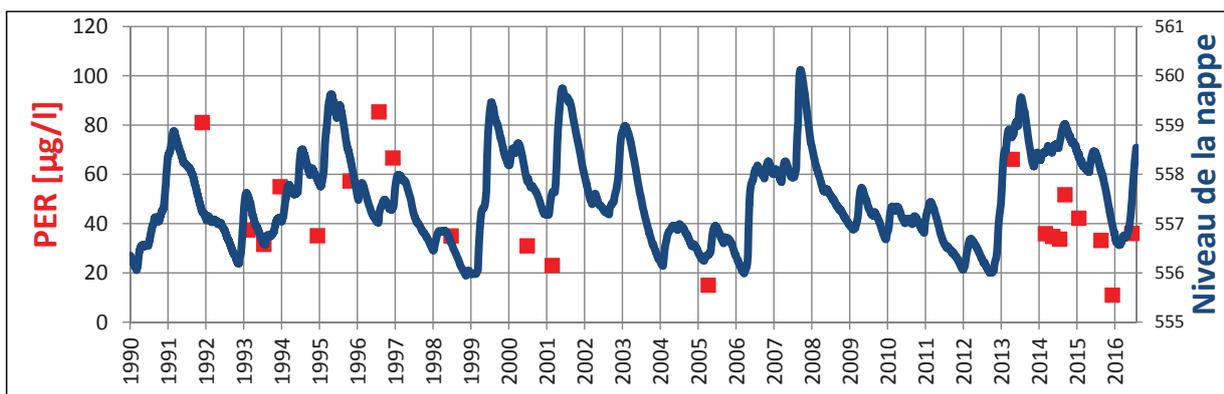


env. 200 jours pour 2 km → 10 m/jour



## Résultats BE

(Corrélation pour différentes périodes)

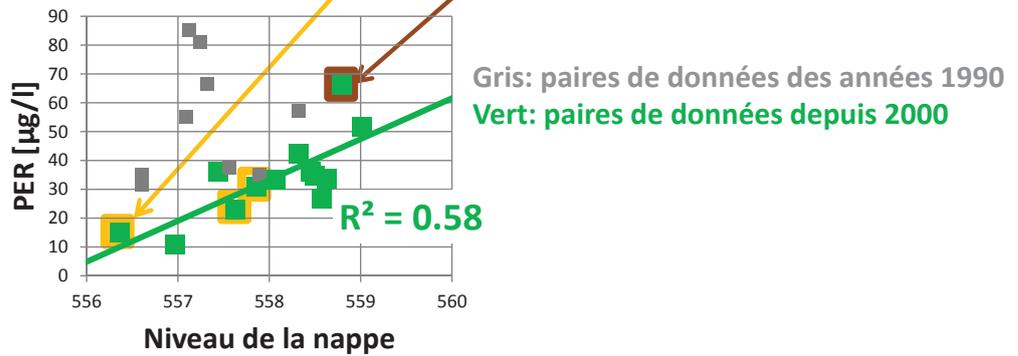
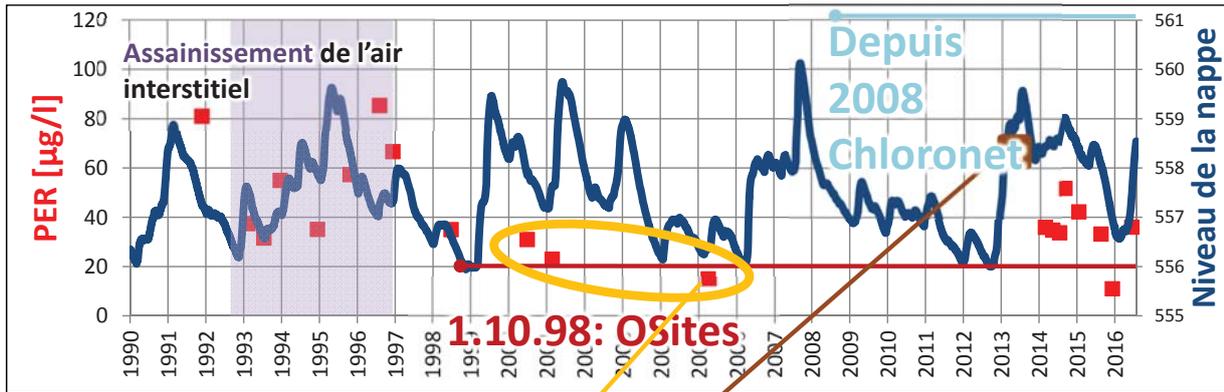


Gris: paires de données des années 1990  
Vert: paires de données depuis 2000



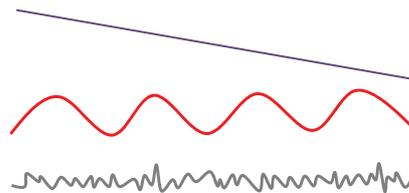
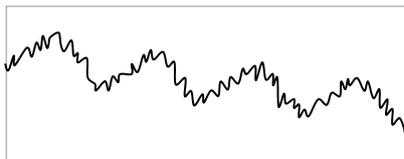
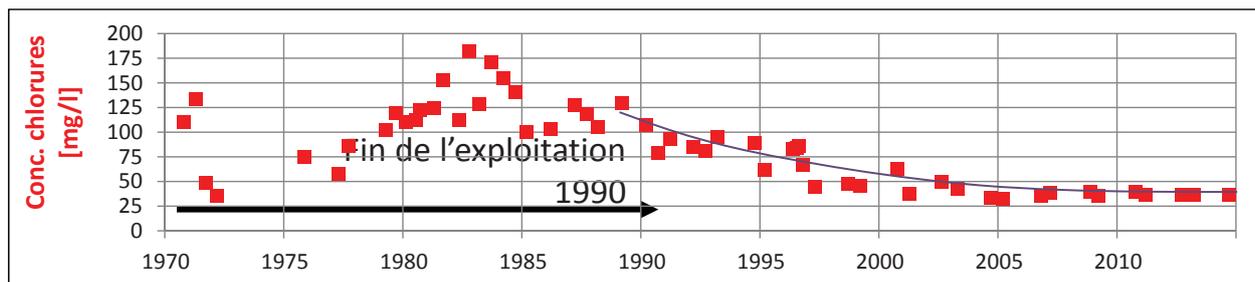
# Résultats BE

(Corrélation pour différentes périodes)



# Résultats ZH

(corrélacion migrante)



Tendance

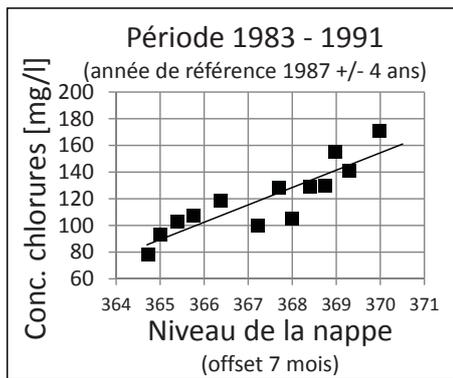
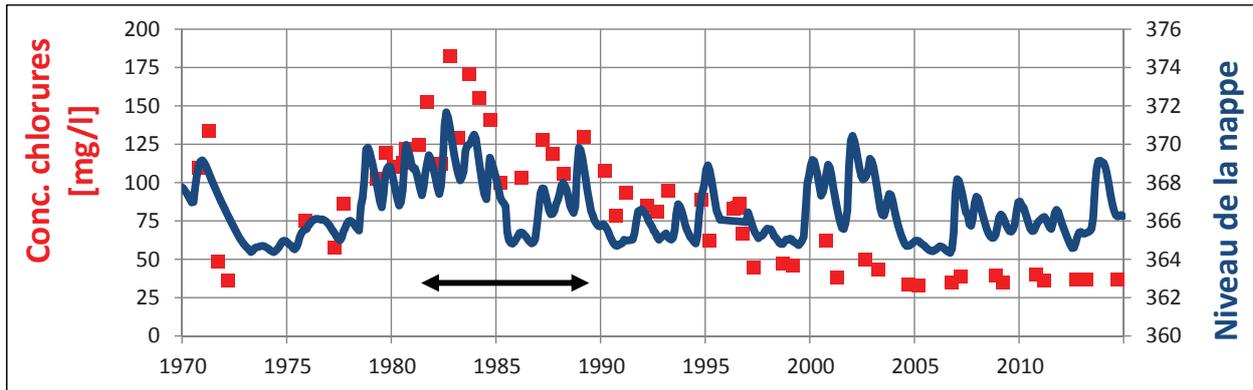
Périodicité/saisonnalité

Bruit («noise»)



# Résultats ZH

(corrélation migrante)



**Diagramme de dispersion / scatter plot**  
(régression linéaire)

$R^2 = 0.78$

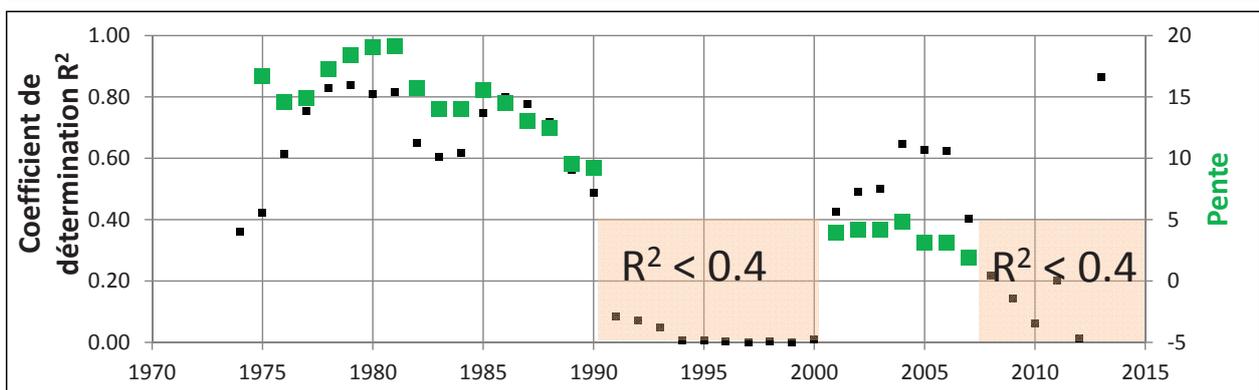
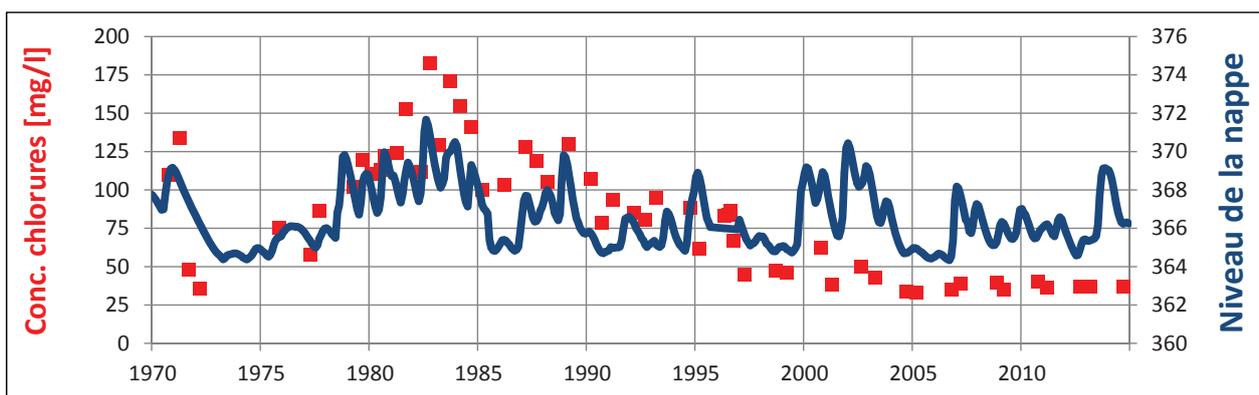
Pente = 13

(si le niveau de la nappe monte de 1 m,  
la concentration augmente de 13 mg/l)



# Résultats ZH

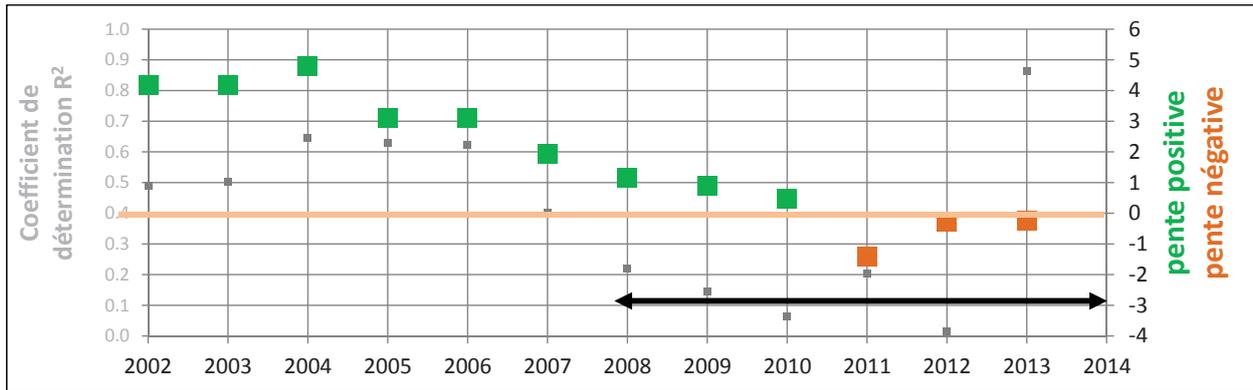
(corrélation migrante)





# Résultats ZH

(corrélation migrante)

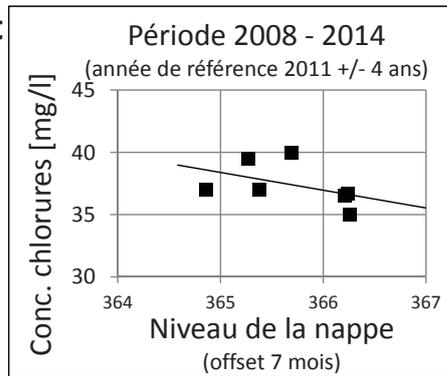


**Diagramme de dispersion / scatter plot**  
(régression linéaire)

$R^2 = 0.20$

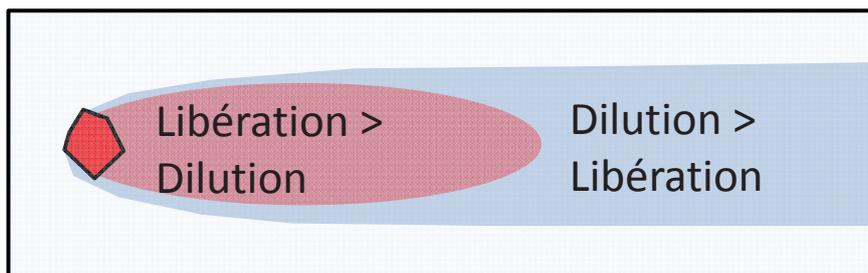
Pente = -1.4

(si le niveau de la nappe monte de 1 m, la concentration diminue de 1.4 mg/l)

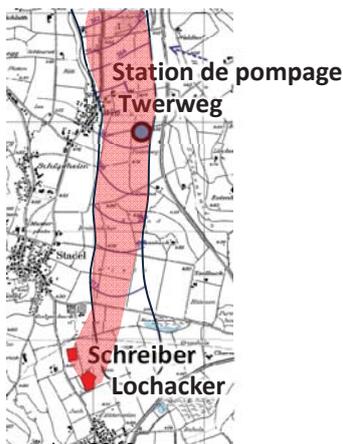


# Résultats ZH

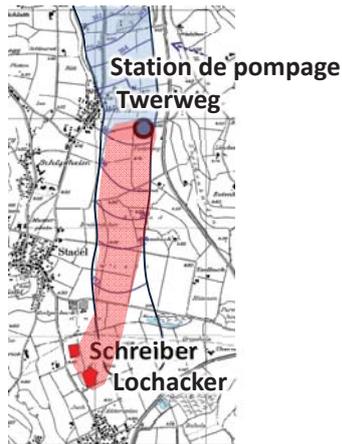
(corrélation migrante)



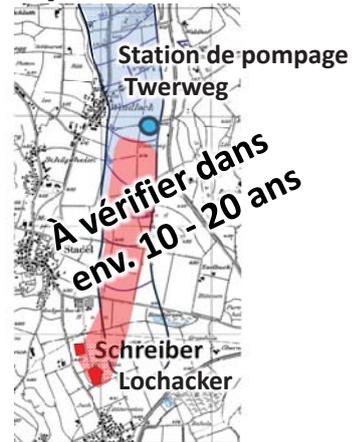
**avant 1990**



**en 2000 env.**



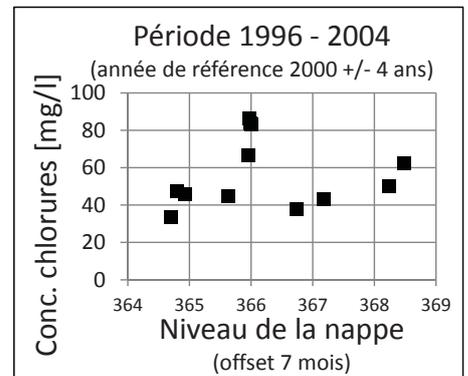
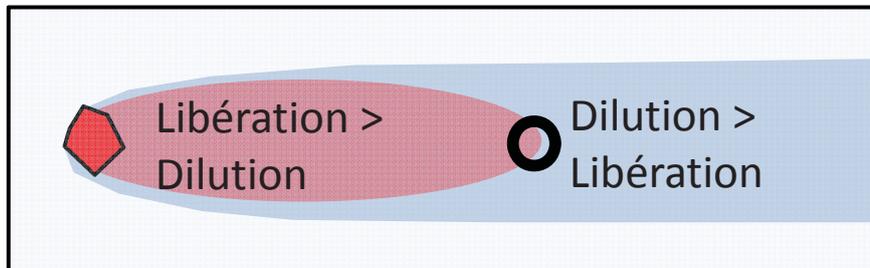
**à partir de 2010 env.**



# Quand est-ce que la méthode ne fonctionne pas?

## Emplacement du point de mesure

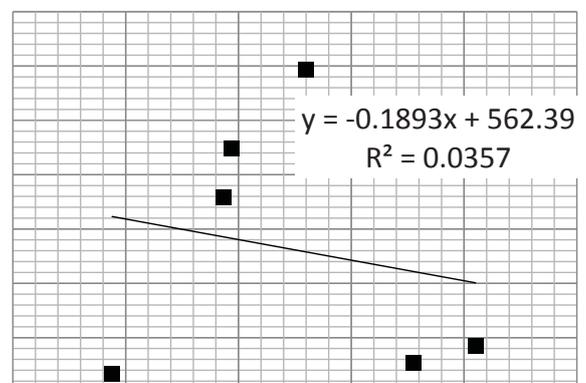
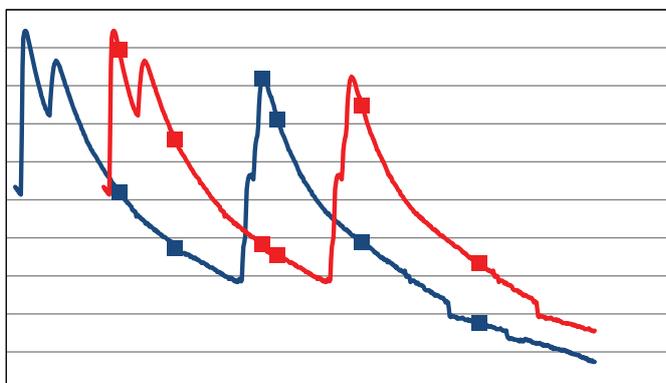
Zone limite entre libération et dilution



# Quand est-ce que la méthode ne fonctionne pas?

## Décalage temporel inconnu (pas de logger/enregistreur)

Une seule mesure du niveau de la nappe le jour de l'échantillonnage

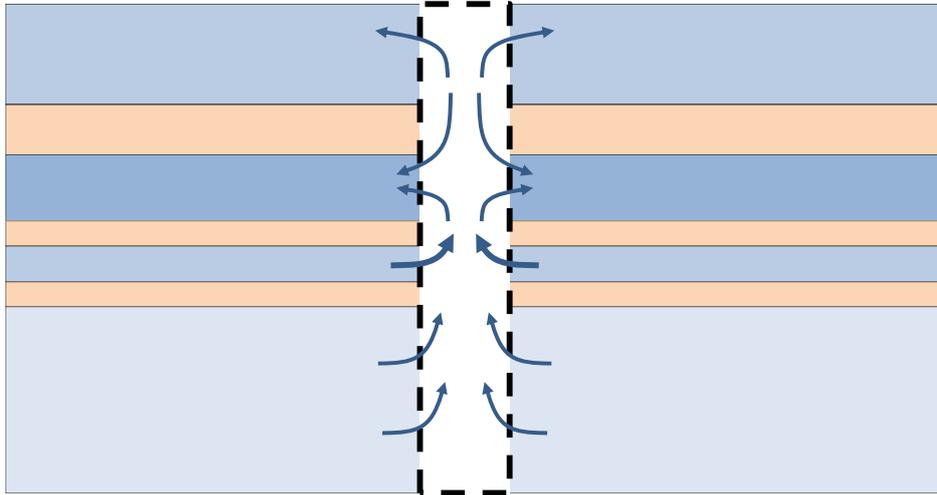


# Quand est-ce que la méthode ne fonctionne pas?

## Courants verticaux dans le forage

Échantillonnage:

Pompe à profondeur et débit de prélèvement variables



## Trois messages

1. Si vous disposez de longues séries temporelles dans le cadre de vos projets d'assainissement de sites contaminés, motivez-vous à effectuer quelques analyses statistiques.
2. Ne soyez pas frustré si vous n'obtenez pas de résultat «utilisable» après les premiers calculs (les méthodes présentées ont leurs limites).
3. Si vous observez des interdépendances entre le niveau de la nappe et les concentrations en polluants, cela permettra sans aucun doute une meilleure compréhension du processus.