

Hydrologie et transfert de polluants

Comprendre pour agir

Rôle du compartiment souterrain

Virginie VERGNAUD

Hydrogéologue – OSUR

Plateforme CONDATE eau

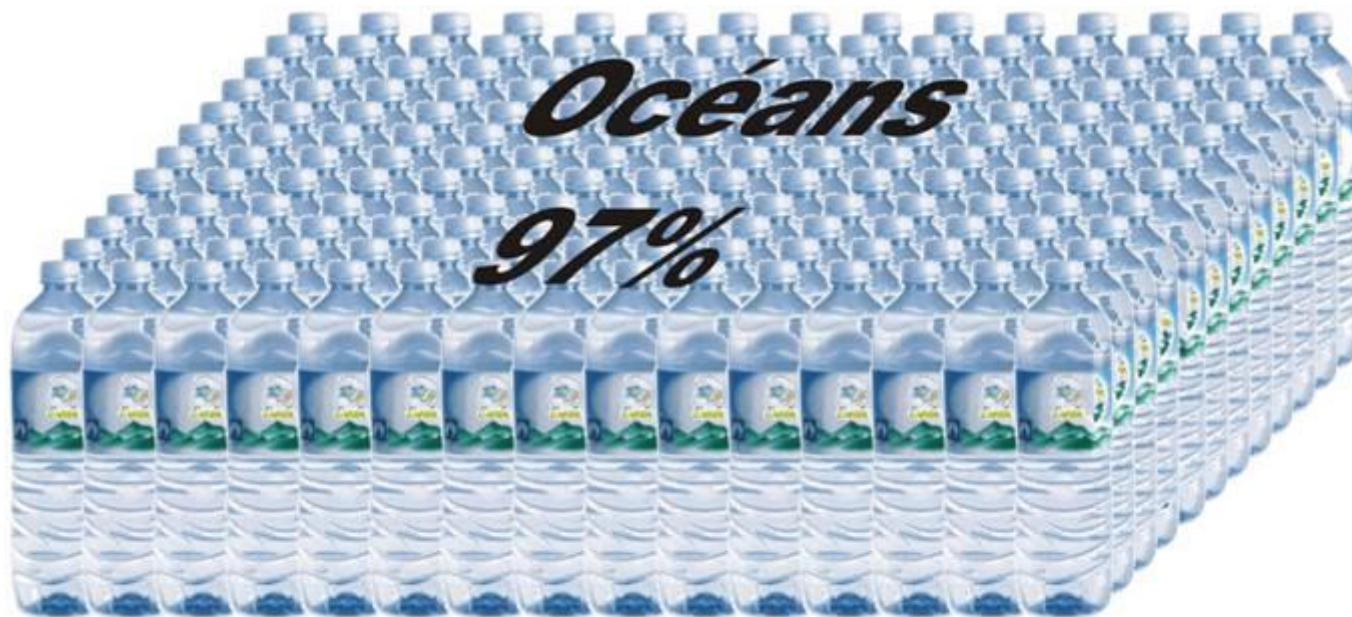
Journée d'information du 7 Juillet 2016



Hydrogéologie = eau et roche

Etude des eaux souterraines et de leur(s) interaction(s) avec le milieu





Glaciers
2%



Eau
souterraine
0.6%

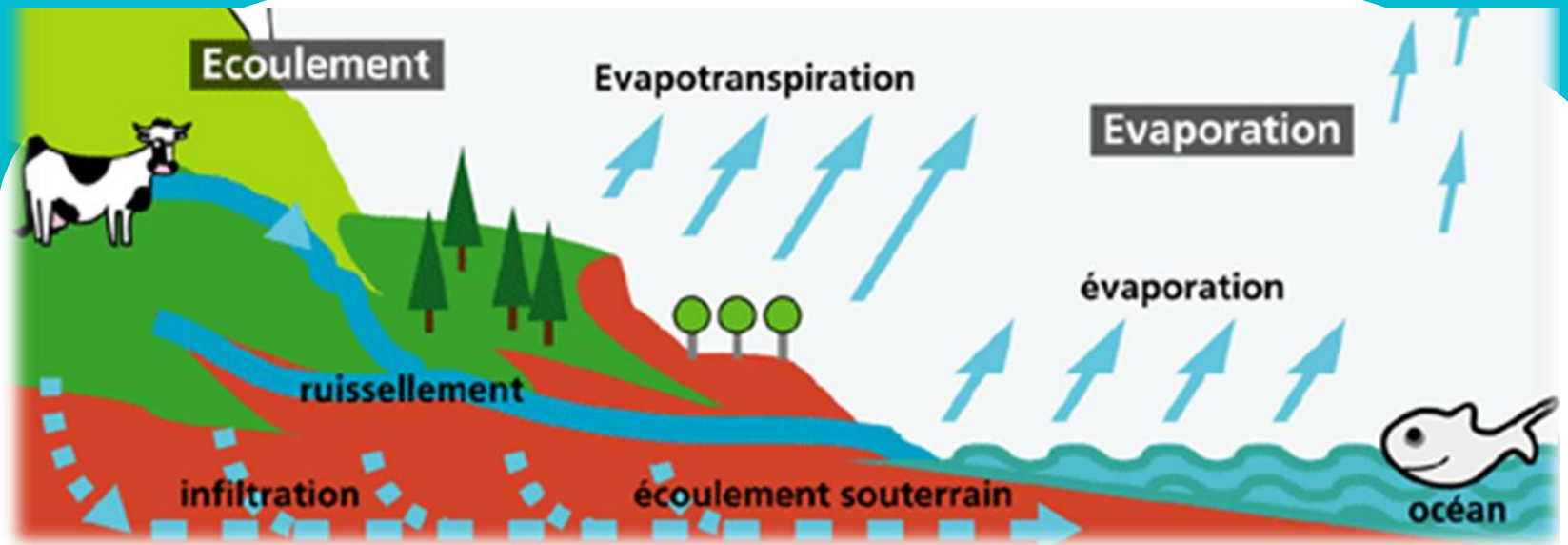


Rivières
et lacs
0.01%

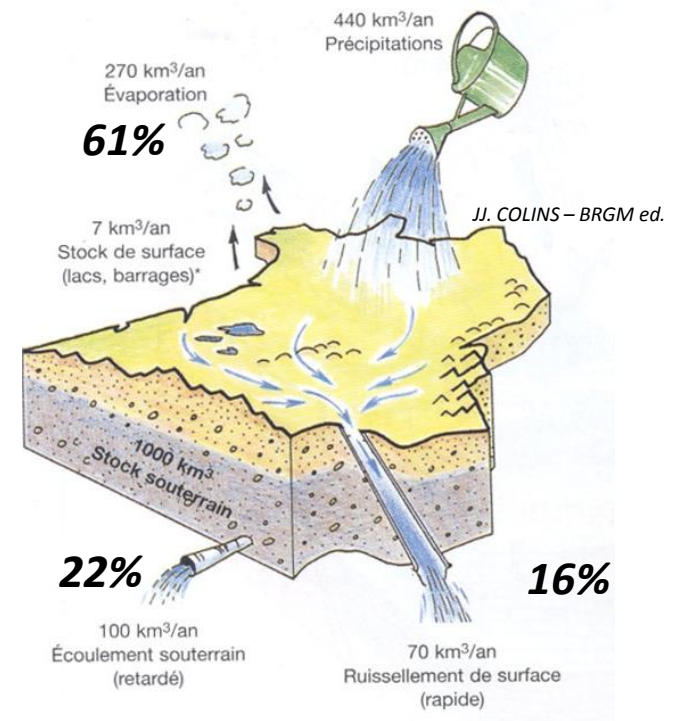


*Peu profondes (utilisables)
Avec les eaux plus profondes
certains l'estiment à 19 % !*

Rôle du compartiment souterrain



20 à 30% du flux global de l'eau



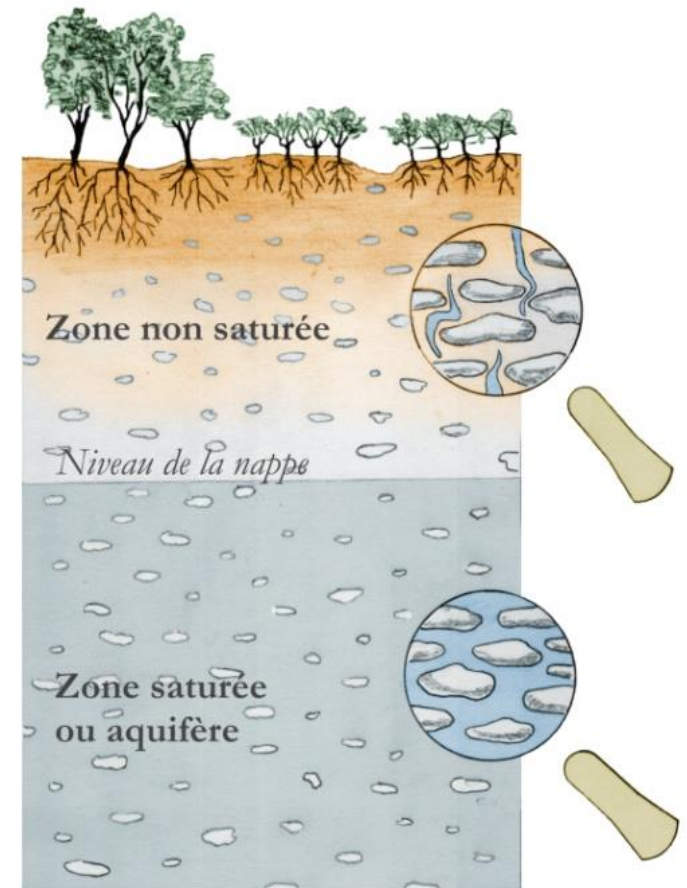
Aquifères

Adj. qui contient (ou peu contenir de l'eau) \neq aquitard

Par abus de langage : nappe

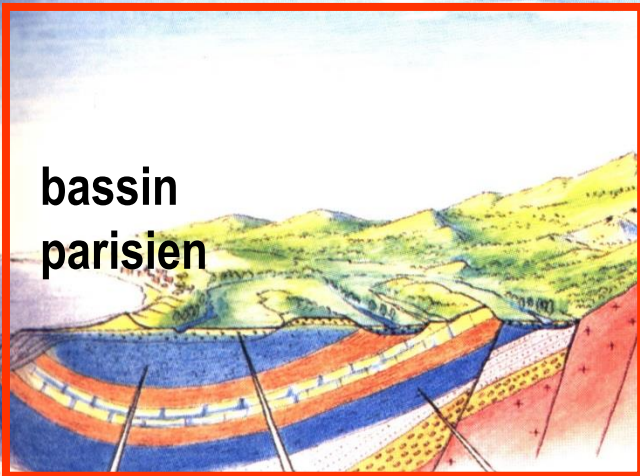
La nappe d'eau est l'ensemble de la zone où les pores sont saturés

Sa hauteur varie en fonction des saisons

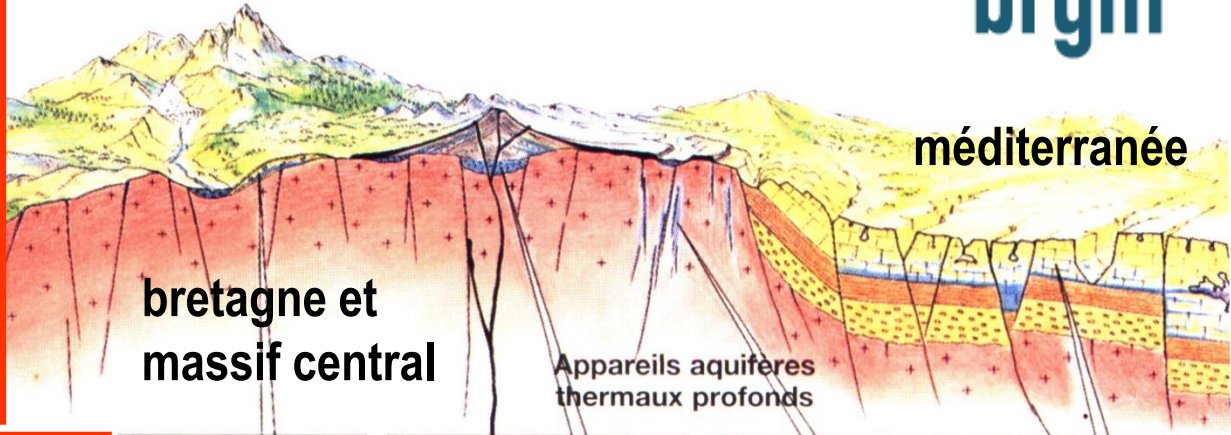


Les différents aquifères en France

Bassins sédimentaires




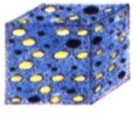
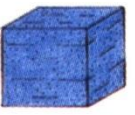


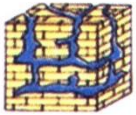
bassin
parisien

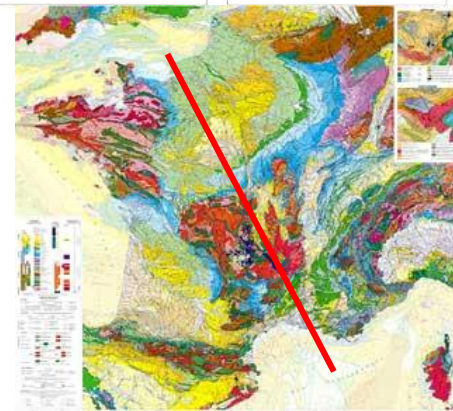


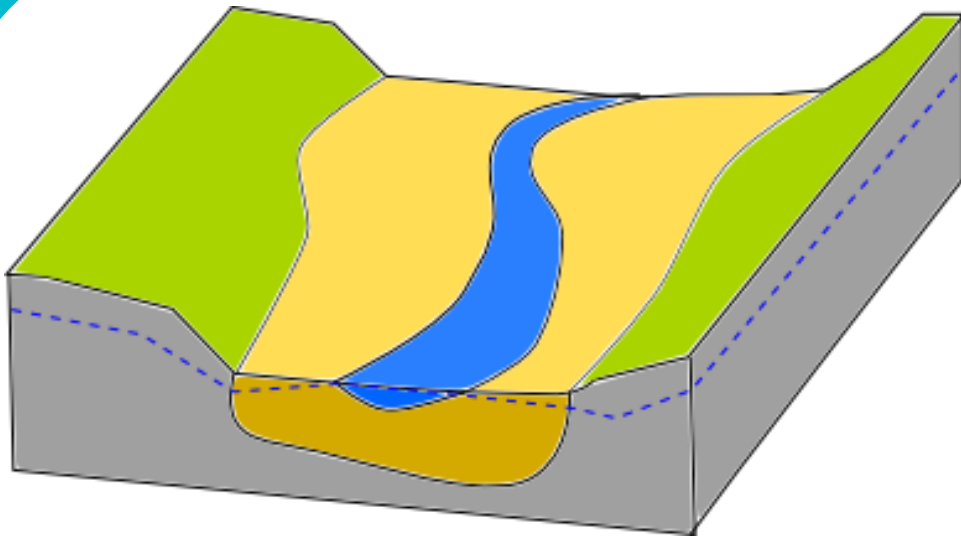
méditerranée

bretagne et
massif central

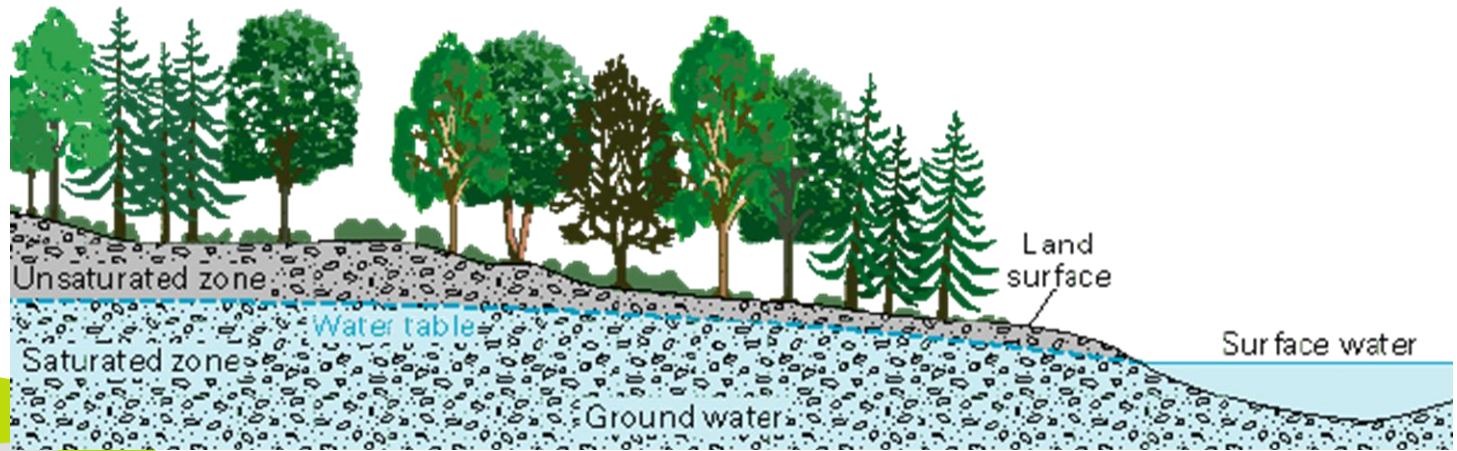
Appareils aquifères
thermaux profonds

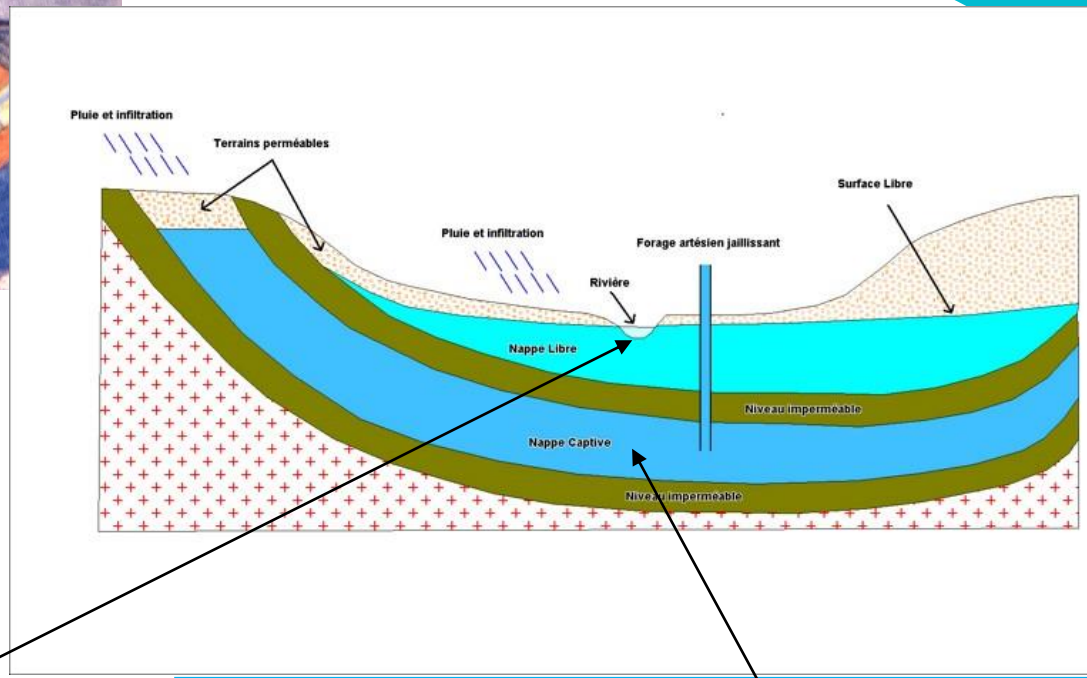
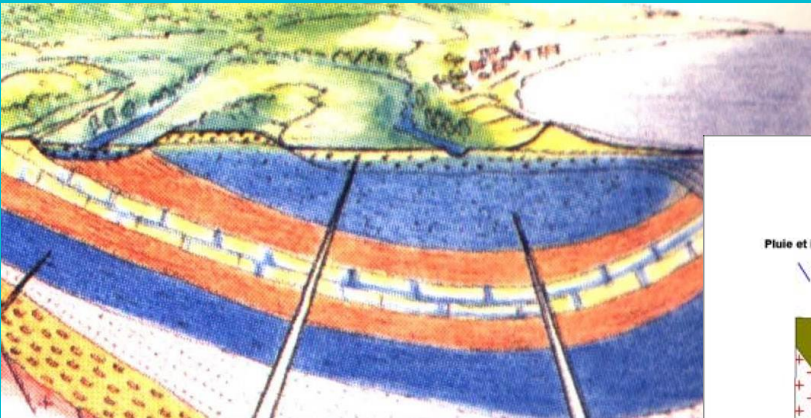
<p>Aquifères de roches sédimentaires (libres)</p>  <p>Calcaire, craie, grès</p> <p>DÉBIT : moyen à élevé</p>	<p>Sables et alluvions des vallées</p>  <p>Graviers et sables</p> <p>DÉBIT : bon à élevé</p>	<p>Aquifères sédimentaires profonds (captifs)</p>  <p>Formations sédimentaires poreuses</p> <p>Calcaires, craie, grès</p> <p>DÉBIT : bon à élevé</p>	<p>Dépôts glaciaires (moraines)</p>  <p>Association de blocs, argiles, graviers, sables</p> <p>DÉBIT : très variable</p>	<p>Aquifères volcaniques</p>  <p>Laves et scories</p> <p>DÉBIT : excellent dans les scories, faible dans les laves</p>	<p>Roches dures fissurées</p>  <p>Fractures dans le granite ou autres roches cristallines</p> <p>DÉBIT : faible à moyen</p>	<p>Aquifères karstiques</p>  <p>Cavités dans le calcaire compact</p> <p>DÉBIT : très variable</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------





Nappes alluviales

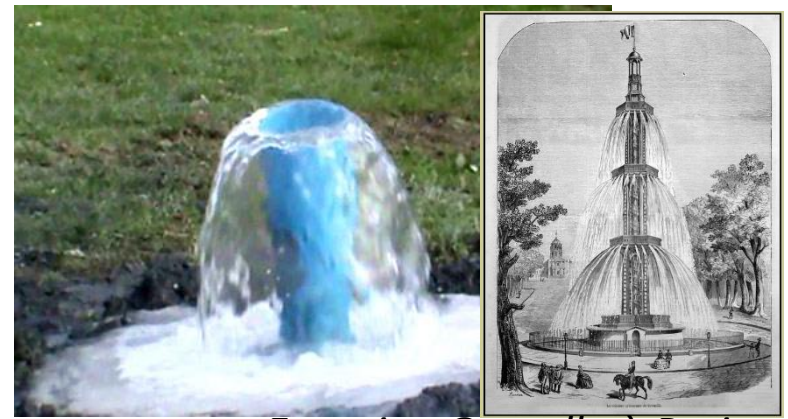




**Nappe libre,
nappe phréatique**



Forage artésien (nappe captive)



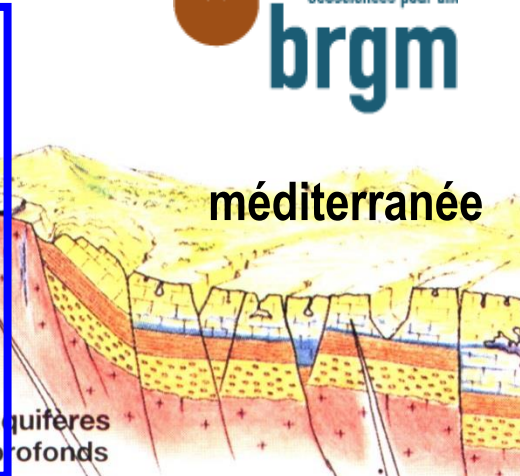
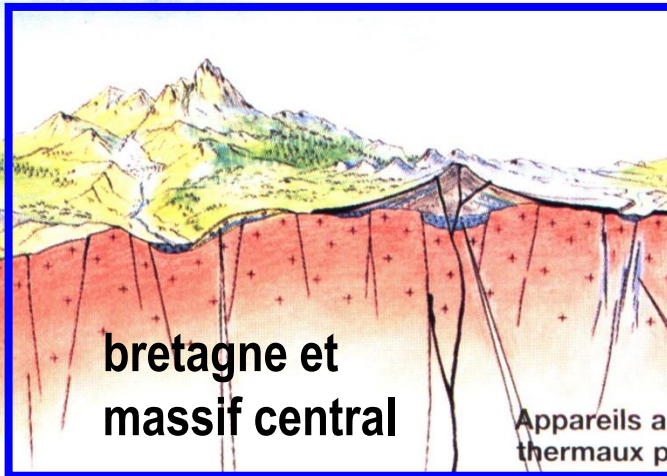
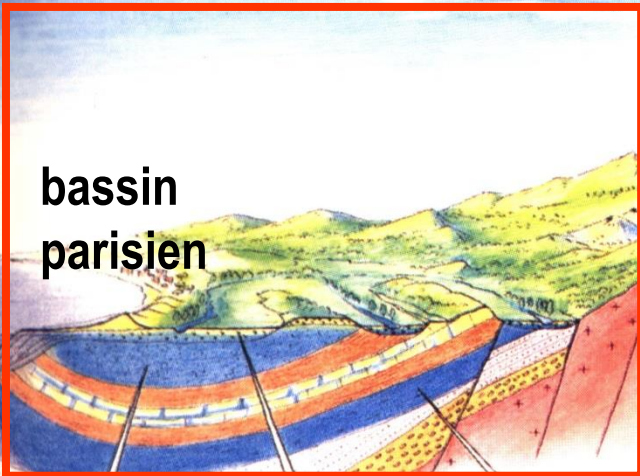
Fontaine Grenelle à Paris




Les différents aquifères en France

Bassins sédimentaires

Milieu fracturés



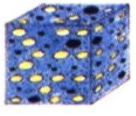
Aquifères de roches sédimentaires (libres)



Calcaire, craie, grès

DÉBIT : moyen à élevé

Sables et alluvions des vallées



Graviers et sables

DÉBIT : bon à élevé

Aquifères sédimentaires profonds (captifs)

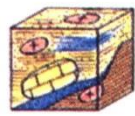


Formations sédimentaires poreuses

Calcaires, craie, grès

DÉBIT : bon à élevé

Dépôts glaciaires (moraines)



Association de blocs, argiles, graviers, sables

DÉBIT : très variable


Aquifères volcaniques



Laves et scories

DÉBIT : excellent dans les scories, faible dans les laves

Roches dures fissurées



Fractures dans le granite ou autres roches cristallines

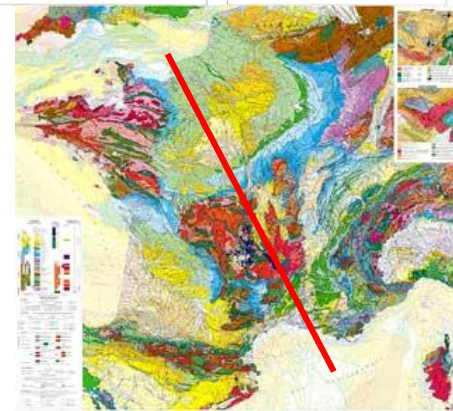
DÉBIT : faible à moyen

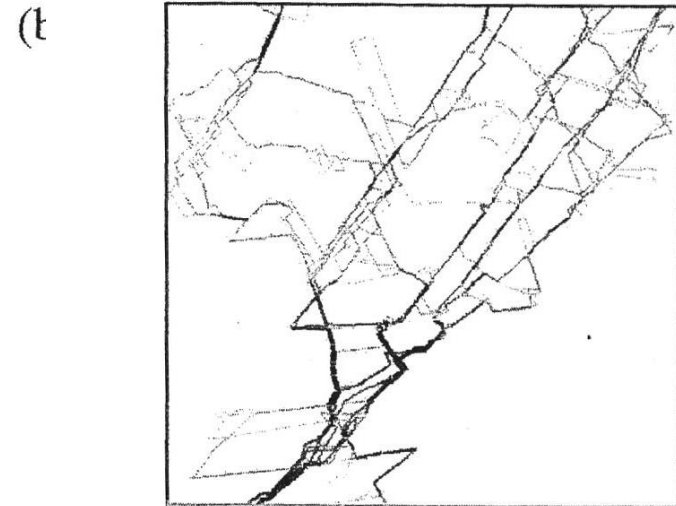
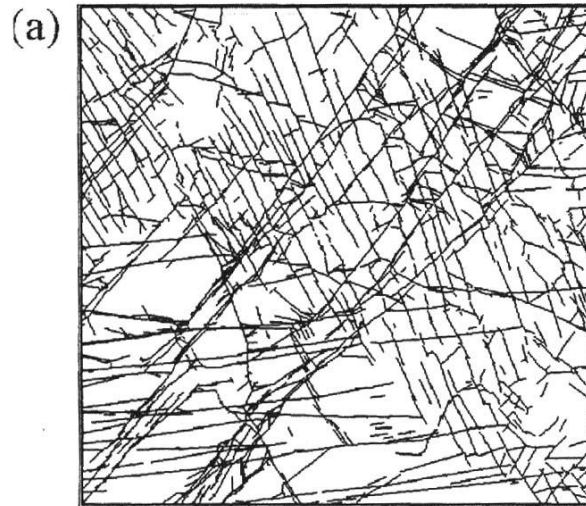
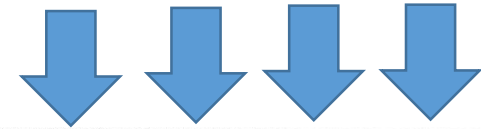
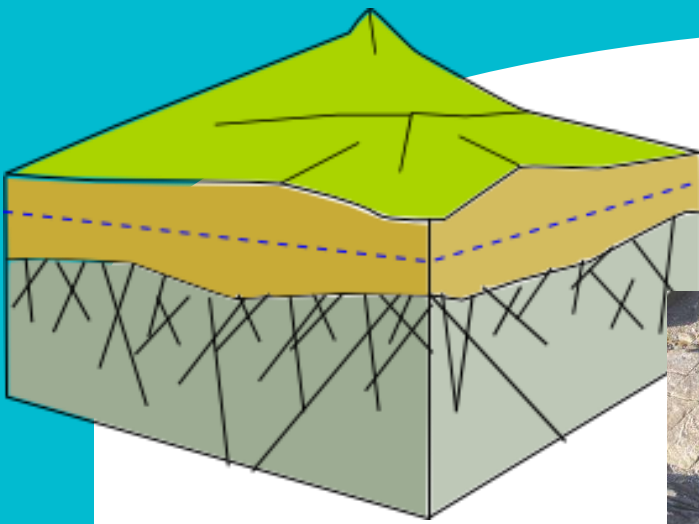
Aquifères karstiques



Cavités dans le calcaire compact

DÉBIT : très variable





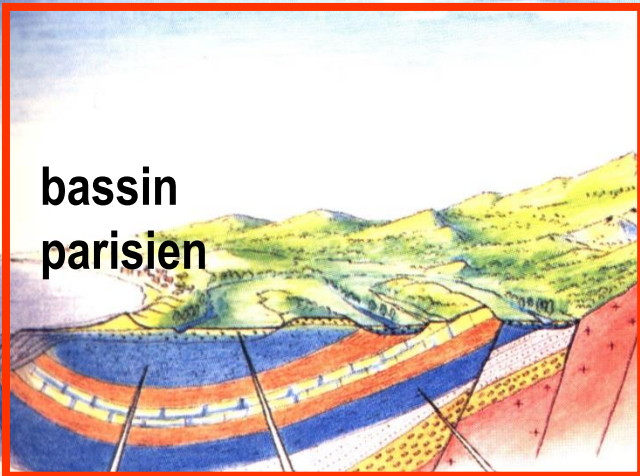
Les différents aquifères en France

Bassins sédimentaires

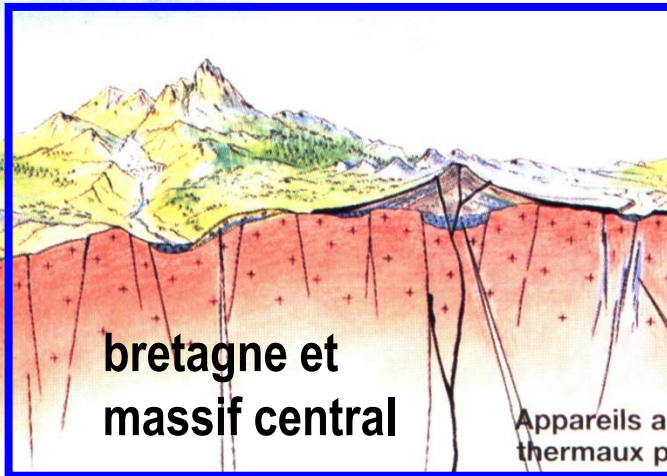
Milieu fracturés

Karst

Géosciences pour un

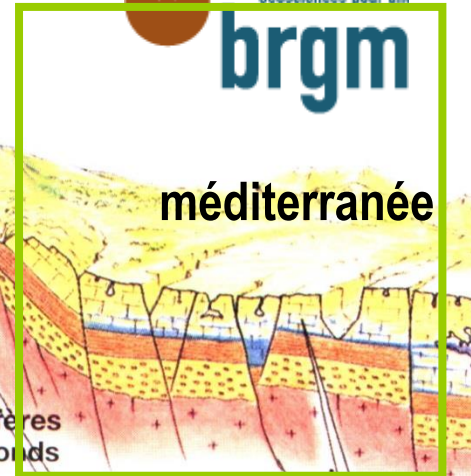


bassin parisien



bretagne et massif central

Appareils aquifères thermaux profonds



méditerranée

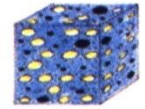
Aquifères de roches sédimentaires (libres)



Calcaire, craie, grès

DÉBIT : moyen à élevé

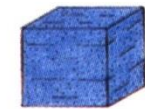
Sables et alluvions des vallées



Graviers et sables

DÉBIT : bon à élevé

Aquifères sédimentaires profonds (captifs)



Formations sédimentaires poreuses

Calcaires, craie, grès
DÉBIT : bon à élevé

Dépôts glaciaires (moraines)



Association de blocs, argiles, graviers, sables

DÉBIT : très variable

Aquifères volcaniques



Laves et scories

DÉBIT : excellent dans les scories, faible dans les laves

Roches dures fissurées



Fractures dans le granite ou autres roches cristallines

DÉBIT : faible à moyen

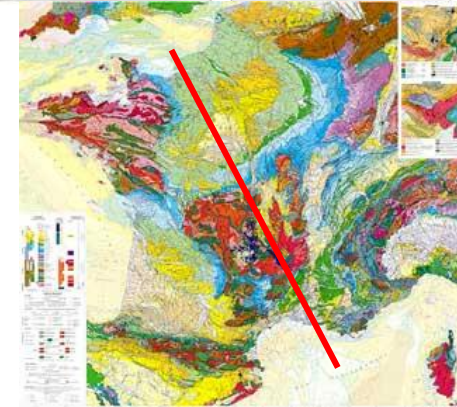
Aquifères karstiques



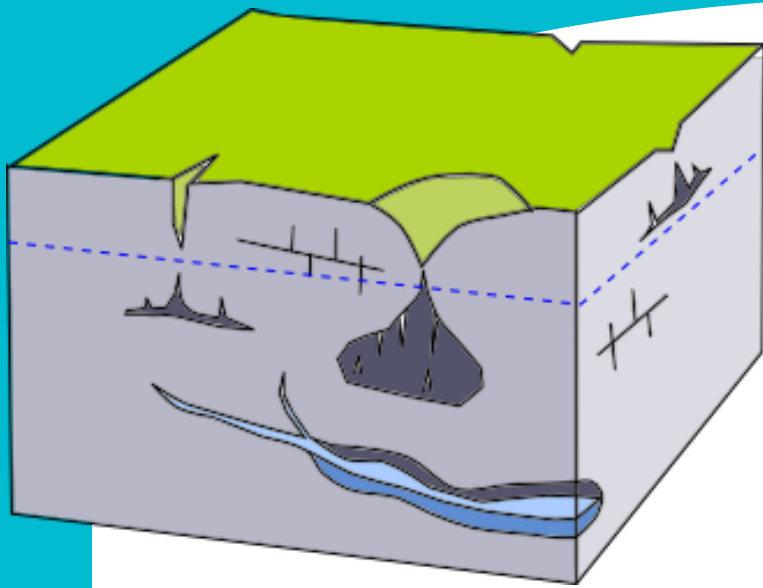
Cavités dans le calcaire compact

DÉBIT : très variable

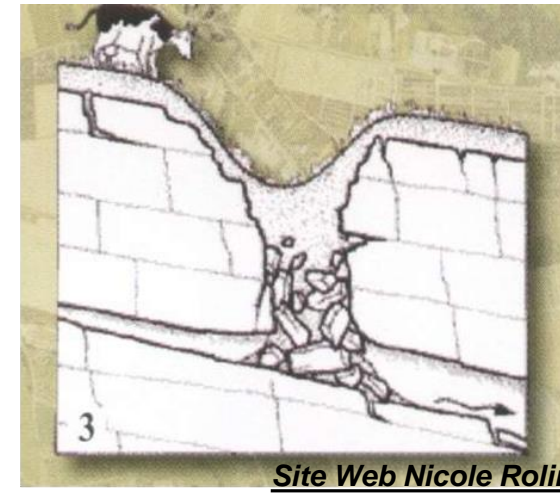
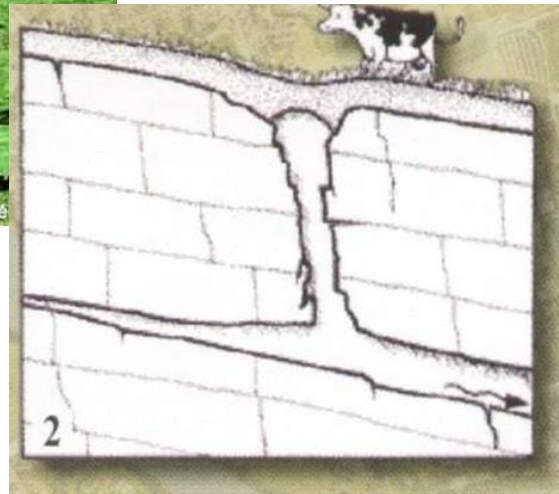
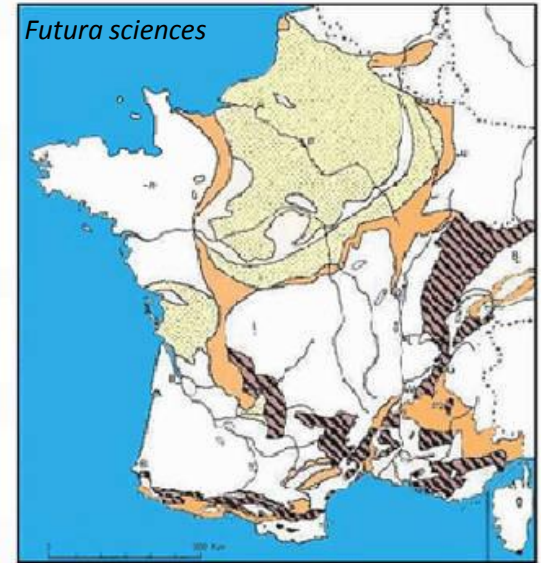
Les différentes nappes rencontrées en France



Rôle du compartiment souterrain

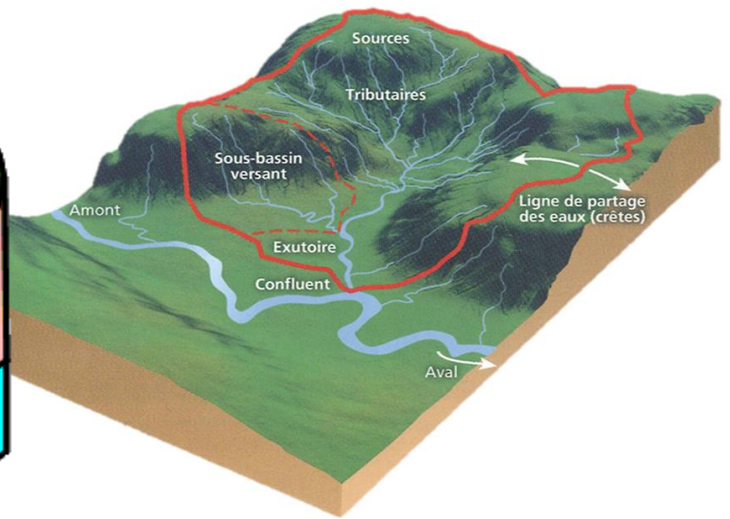
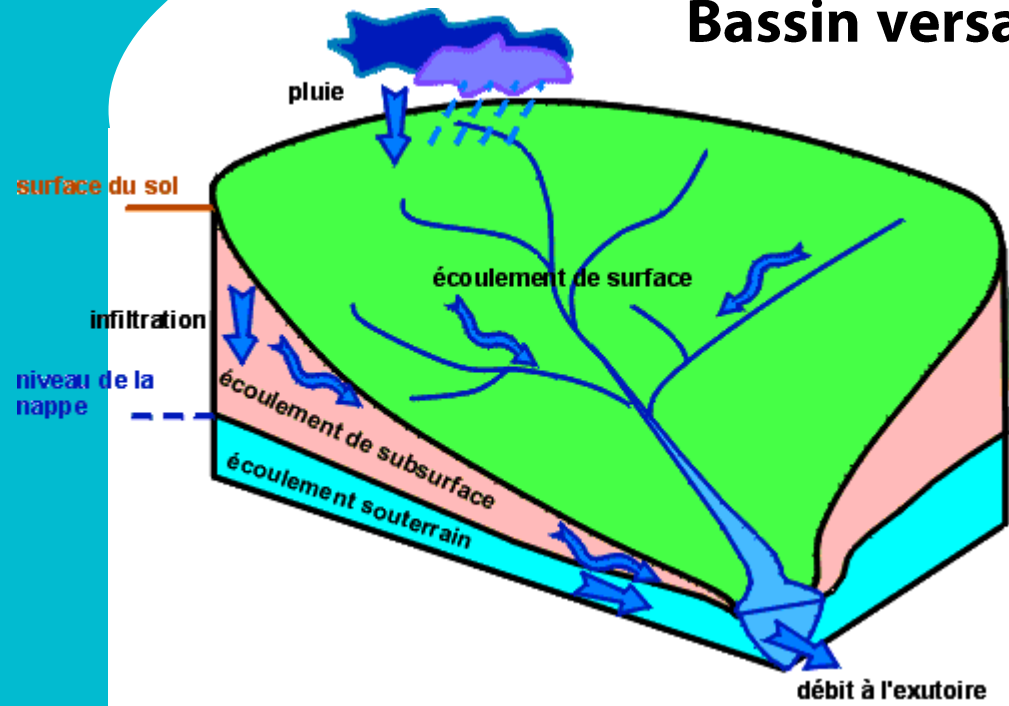


-  Régions très karstiques (calcaires compacts ou dolome dominante)
-  Régions moyennement karstiques (calcaire peu épais ou alternant avec marnes)
-  Régions peu karstiques (craie, calcaire impurs ou très peu)
-  Régions non ou très peu karstiques

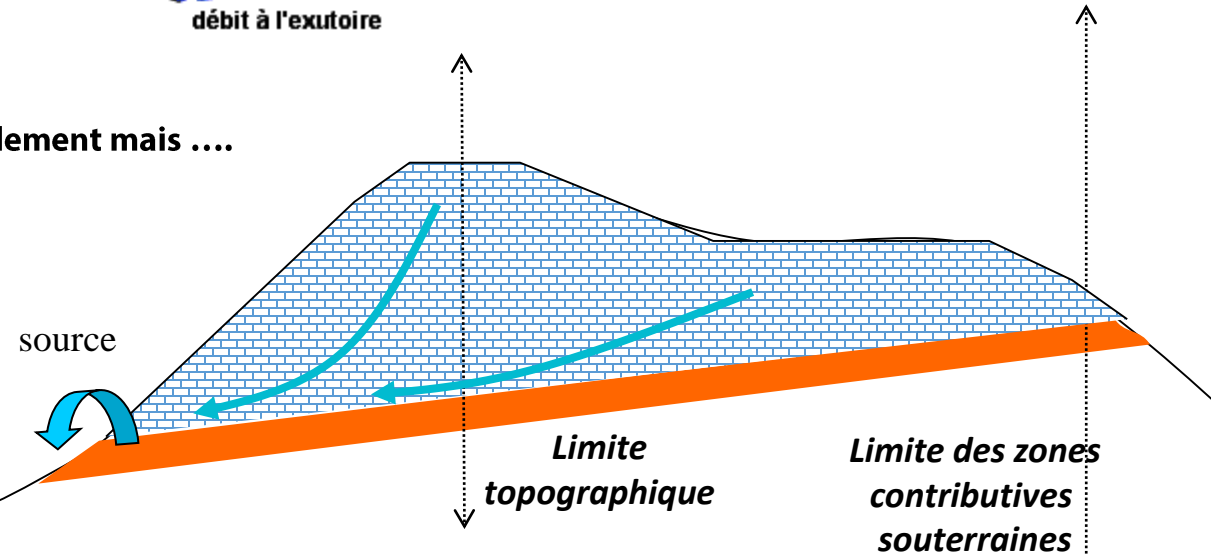


Bassin
de la Sélune

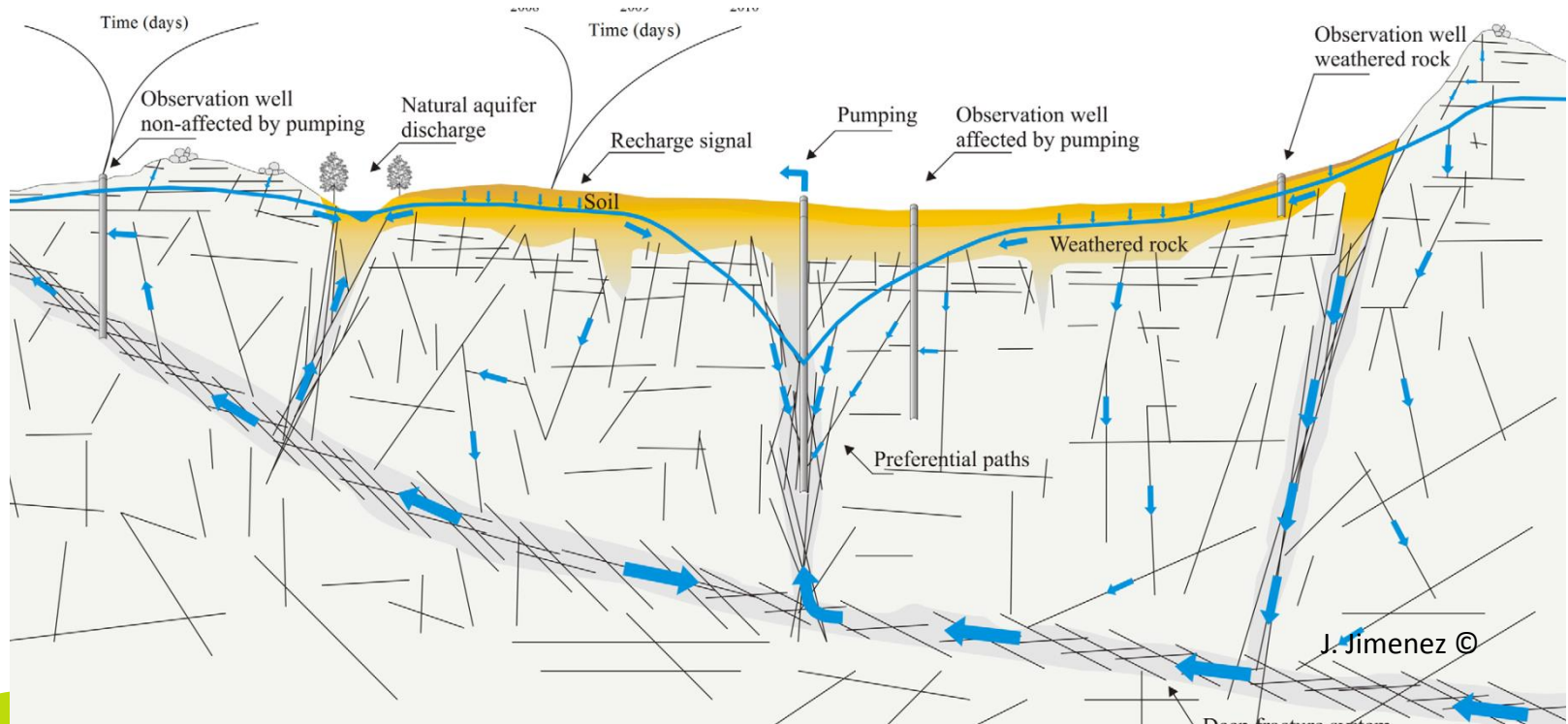
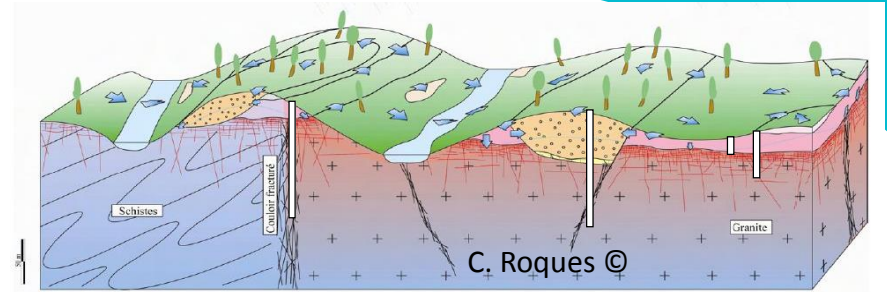
Aire d'alimentation Bassin versant ?



Oui généralement mais

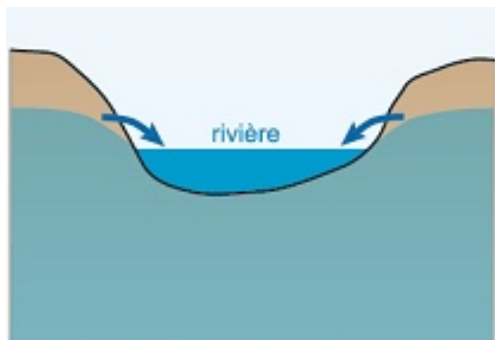


Dans les aquifères fracturés la délimitation de l'aire contributive peut devenir une vraie gageure

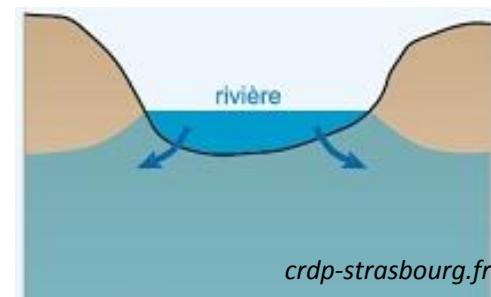


Les relations avec les eaux de surface (rivières)

La nappe constitue un réservoir d'alimentation (et de pollution)



La rivière peut constituer une alimentation et une source de pollution



La nappe [alluviale] est un lieu d'échange permanent avec la rivière

Gros plan sur la circulation de l'eau dans le sol

Géosciences- CAREN

2006

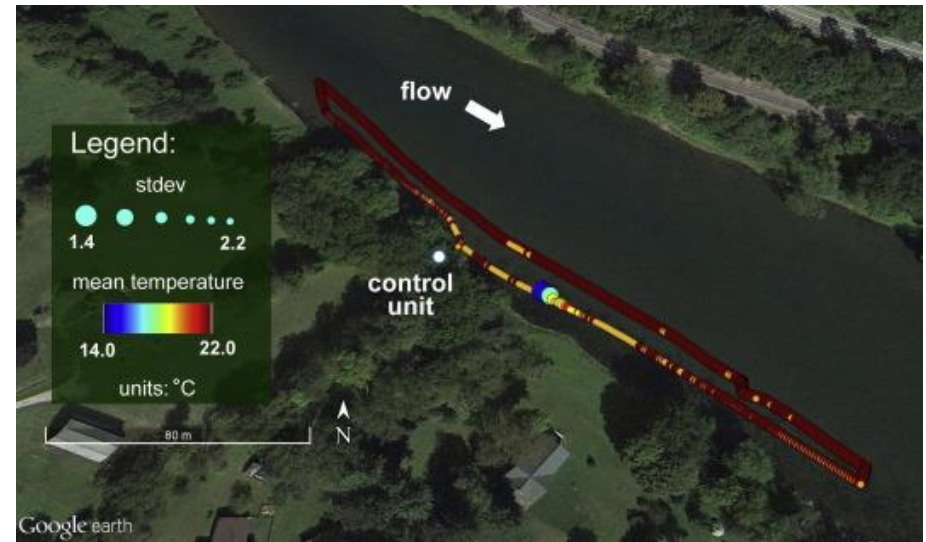


Maquette disponible ce midi

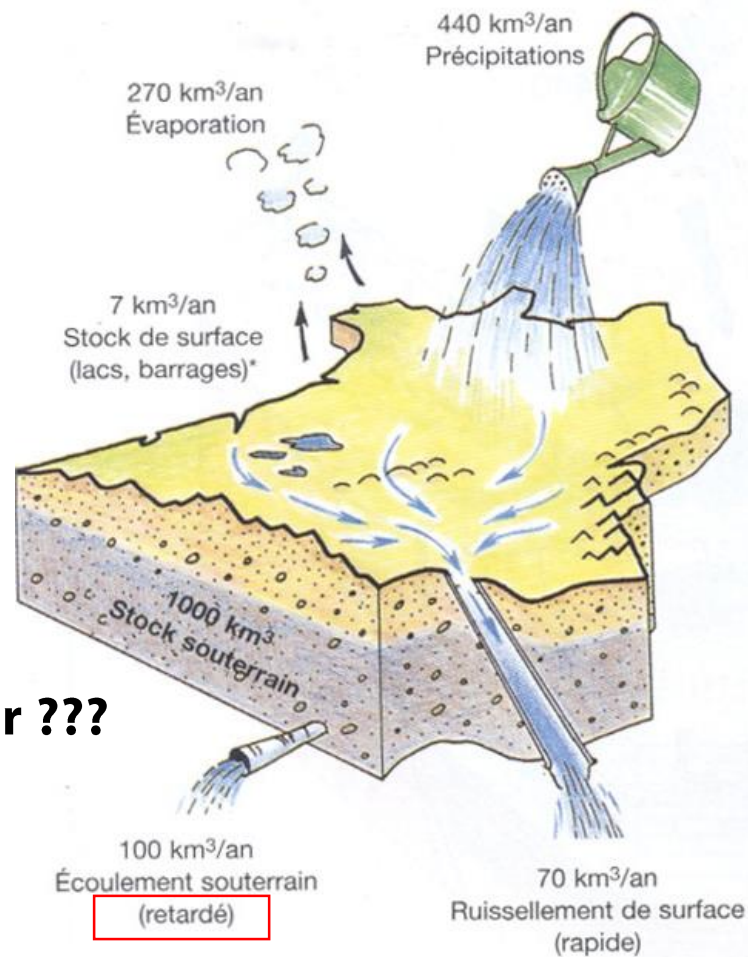
Les relations avec les eaux de surface (rivières)

Ces échanges ne sont pas toujours continus dans l'espace ni le temps.

Un outil : la fibre optique comme capteur distribué de température



Le transit par les eaux souterraines implique un délai



De quel ordre de grandeur ???

Glaciers
1600 à
9700 ans

Atmosphère 8 j

Biosphère quelques heures

Sol

Jour - année(s)

Lacs 1 à 17 ans

Rivières 16 j

Eaux souterraines

Année - million(s) années

Océan - 2500
ans

Datation des eaux souterraines

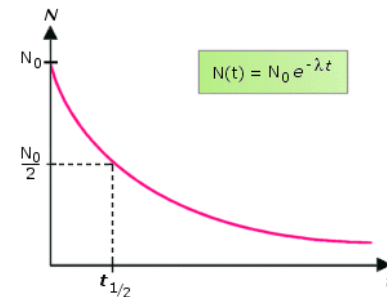
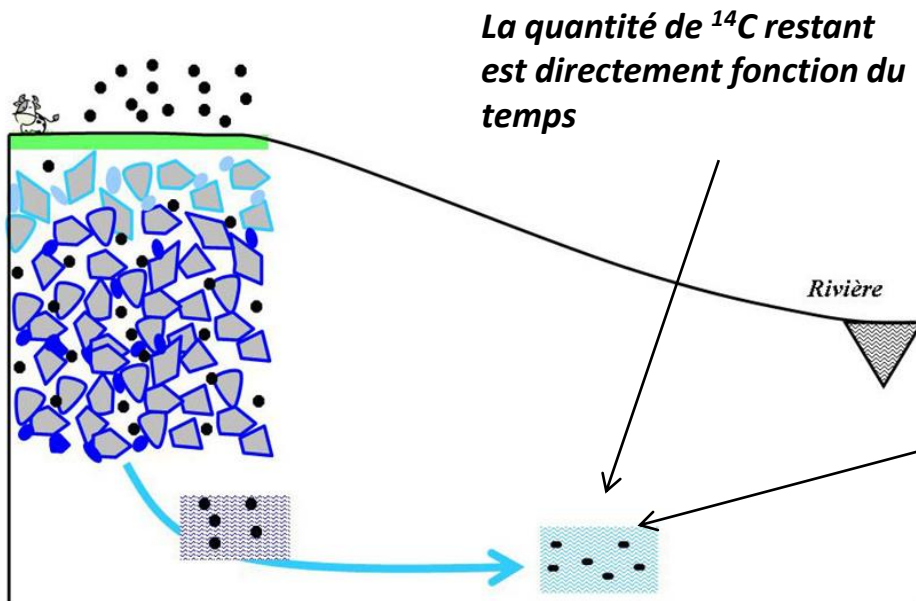
L'idée : trouver un marqueur (traceur)

1) qui s'infiltrate en même temps que l'eau (source = atmosphère)

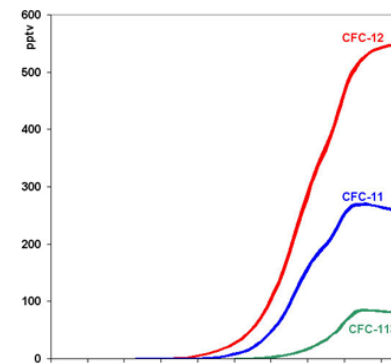
2) qui décroît selon une loi connue en fonction du temps \rightarrow ^{14}C

Ou

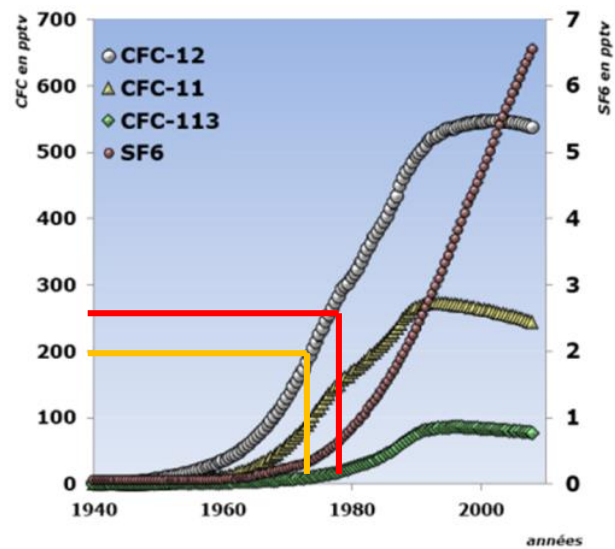
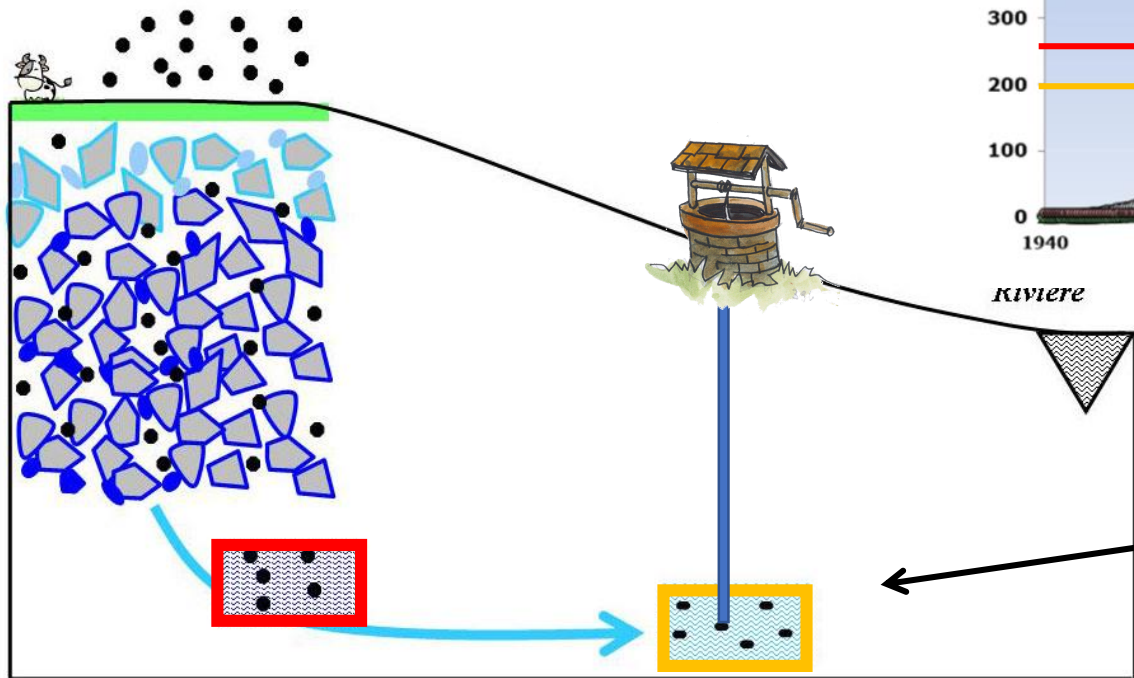
dont on connaît l'évolution de la concentration en fonction du temps \rightarrow ^3H , CFCs



La quantité de CFC est directement fonction de l'année de recharge

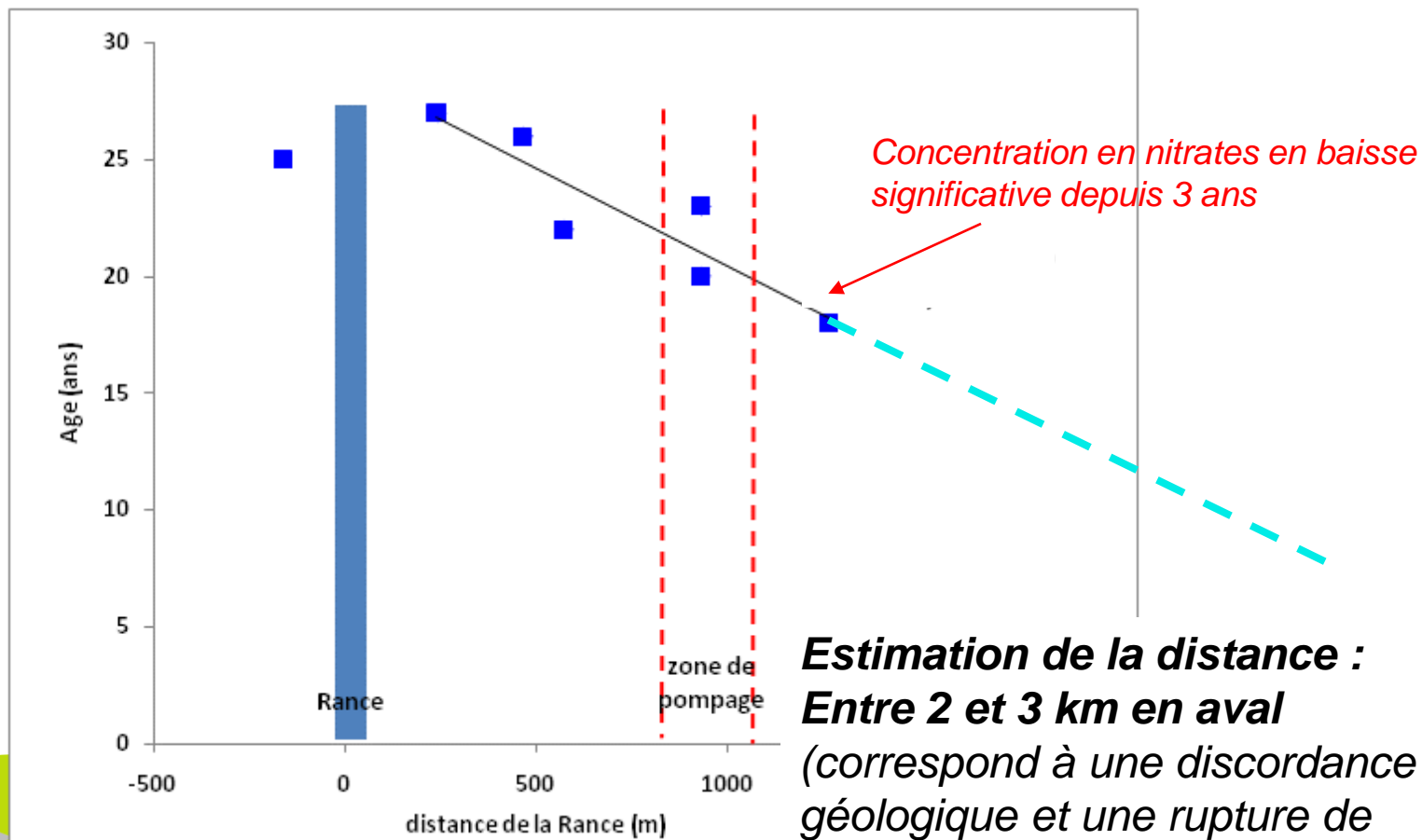


Datation des eaux souterraines (CFC-SF6)



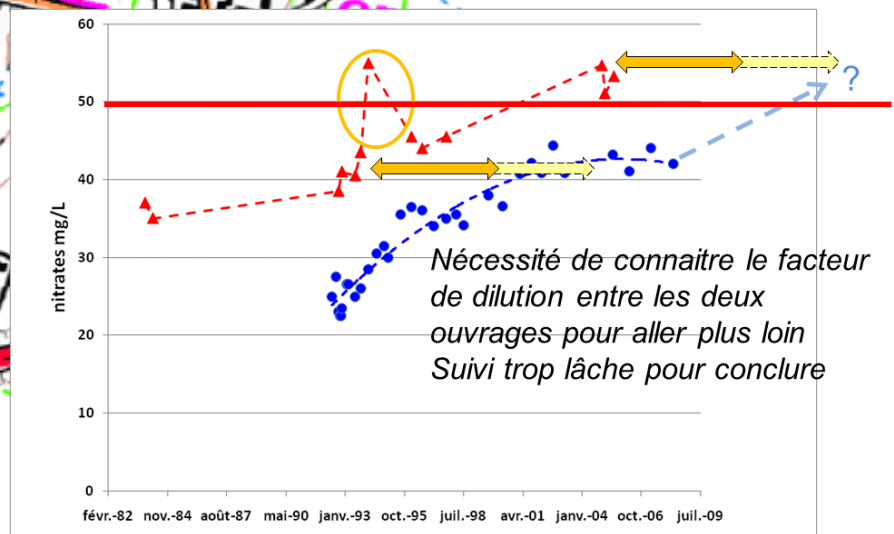
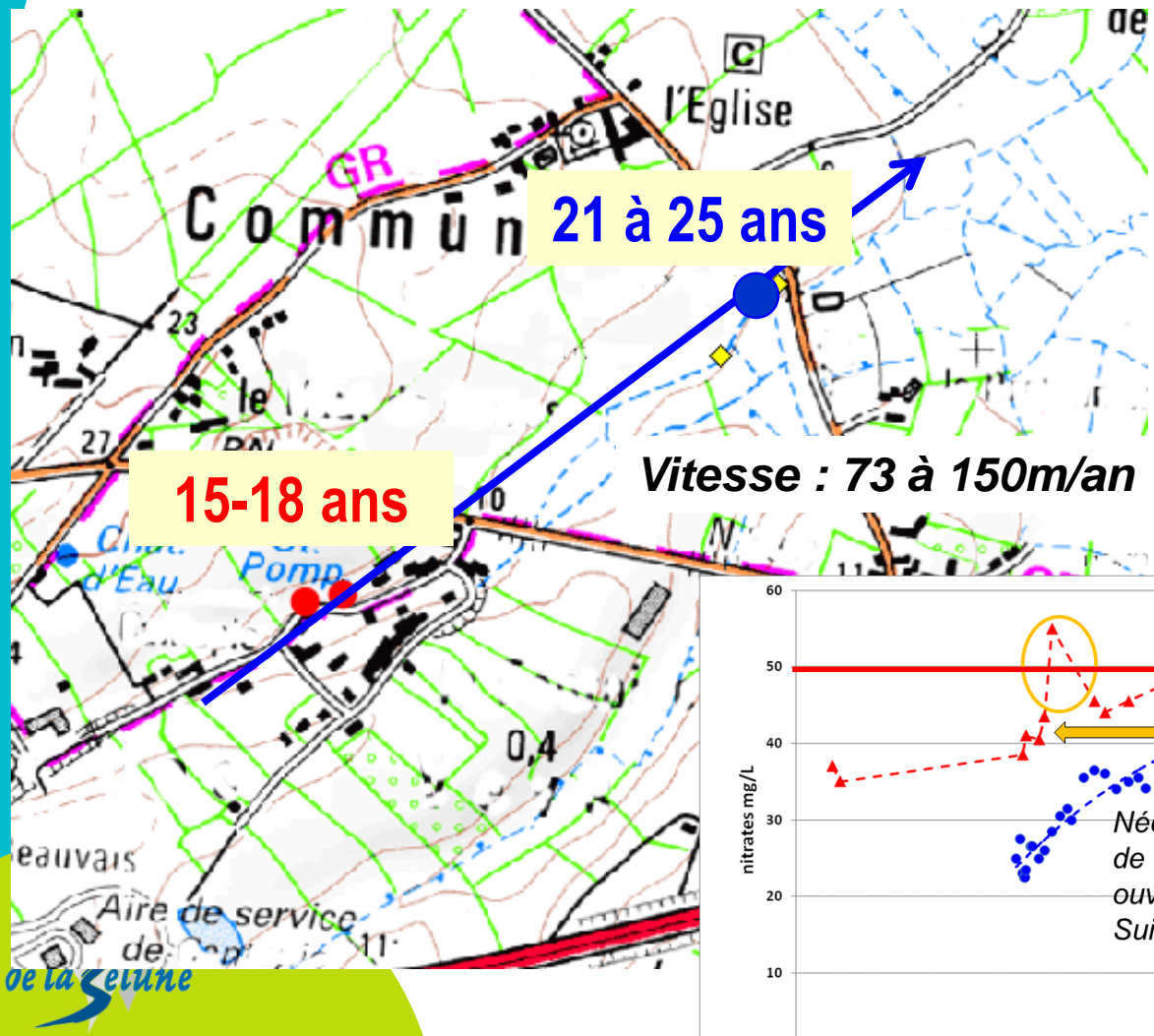
Signature de l'eau en gaz atmosphériques est différente et spécifique suivant sa date de recharge

Datation des eaux souterraines : Mieux comprendre le fonctionnement du BV

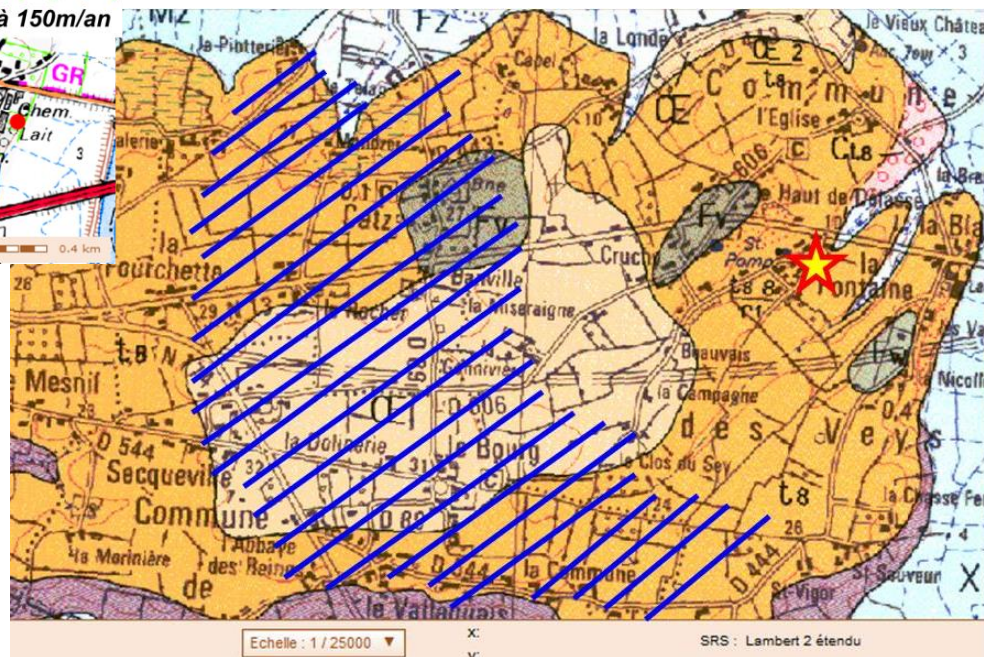
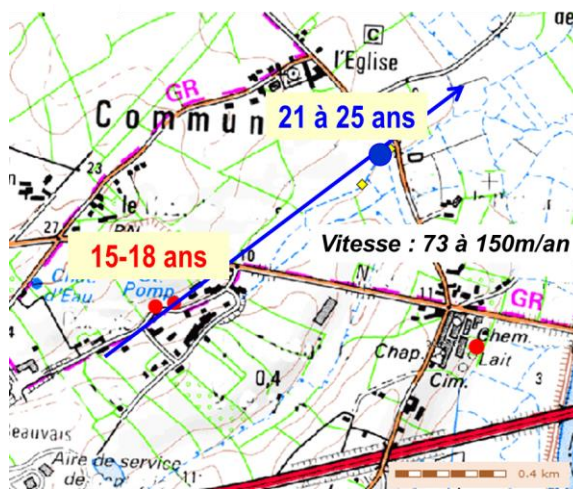


Estimation de la distance :
Entre 2 et 3 km en aval
(correspond à une discordance géologique et une rupture de topographie)

Datation des eaux souterraines : Mieux comprendre le fonctionnement du BV



Datation des eaux souterraines : Mieux comprendre le fonctionnement du BV



Géologie homogène, présence d'un plateau topographique :

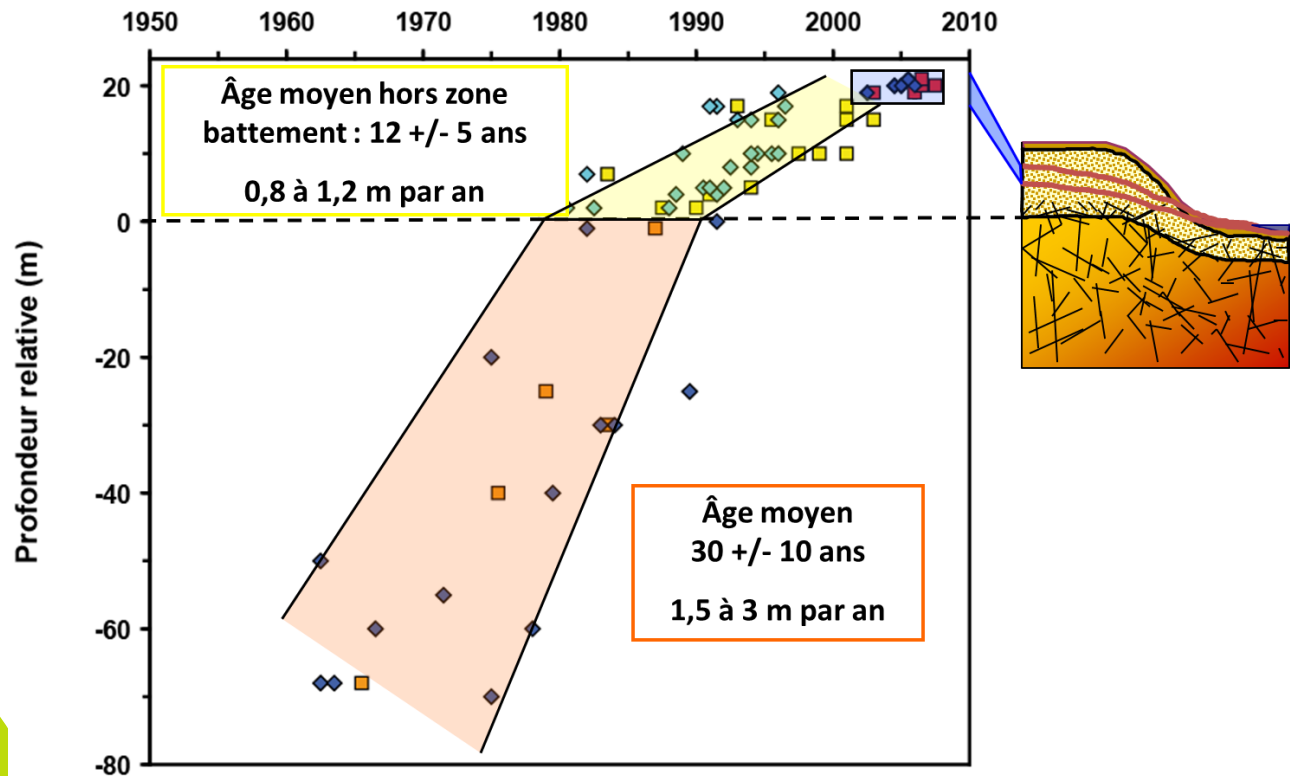
→ Zone de recharge située entre 1,5 et 3 km

Datation des eaux souterraines :

Mieux comprendre l'évolution de la qualité rivières

Etude globale sur les eaux souterraines en Bretagne

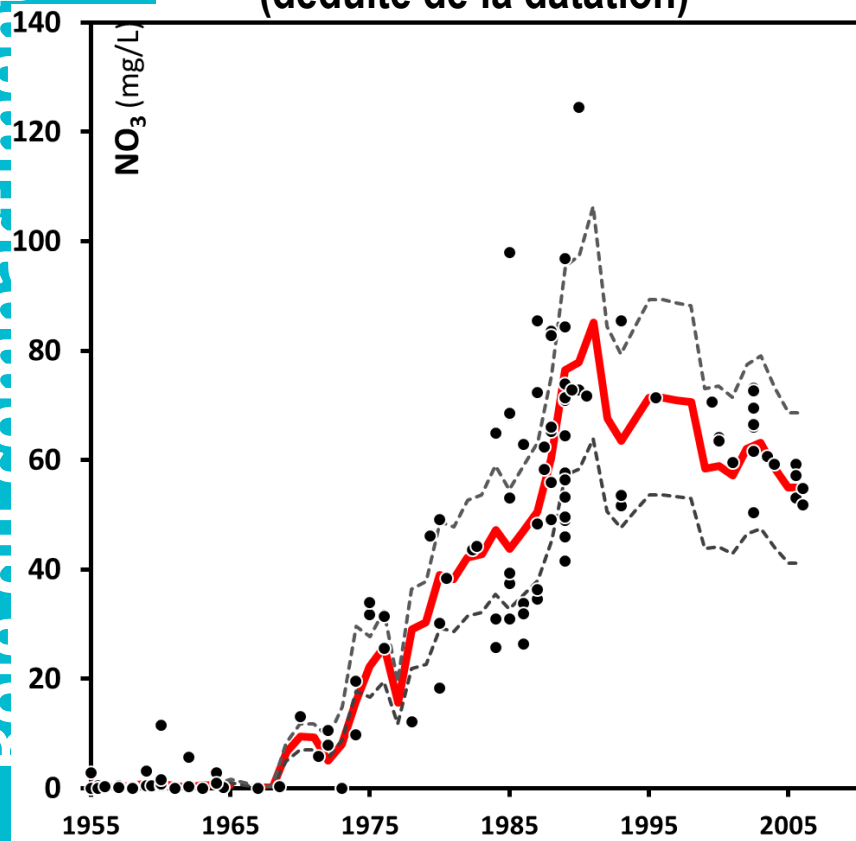
3 compartiments majoritaires



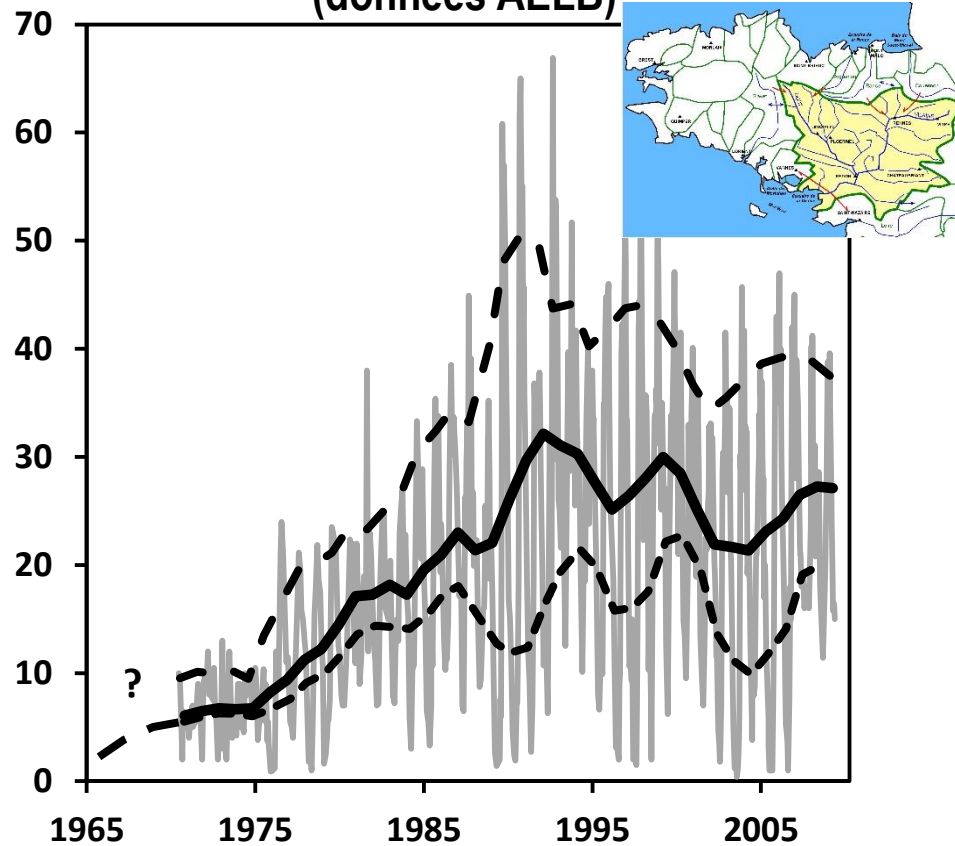
Datation des eaux souterraines :

Mieux comprendre l'évolution de la qualité rivières

Évolution des [NO₃] dans la recharge (déduite de la datation)



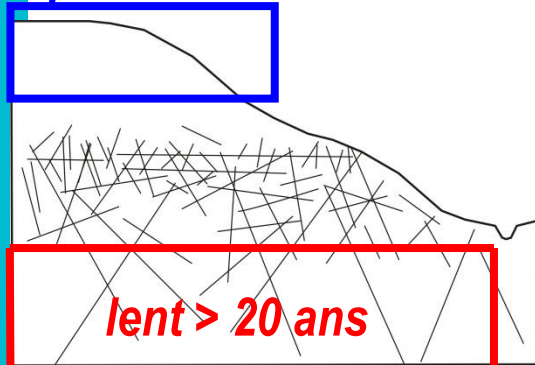
Évolution des [NO₃] dans la Vilaine (données AELB)



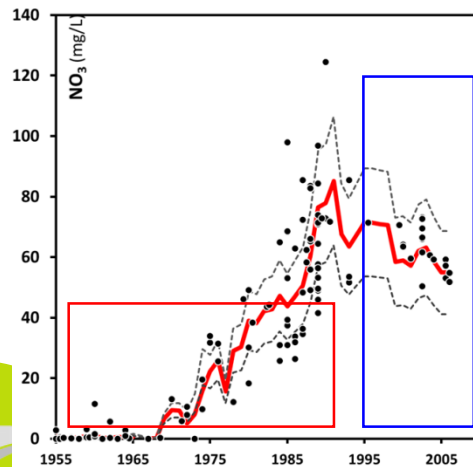
Datation des eaux souterraines :

Mieux comprendre l'évolution de la qualité rivières

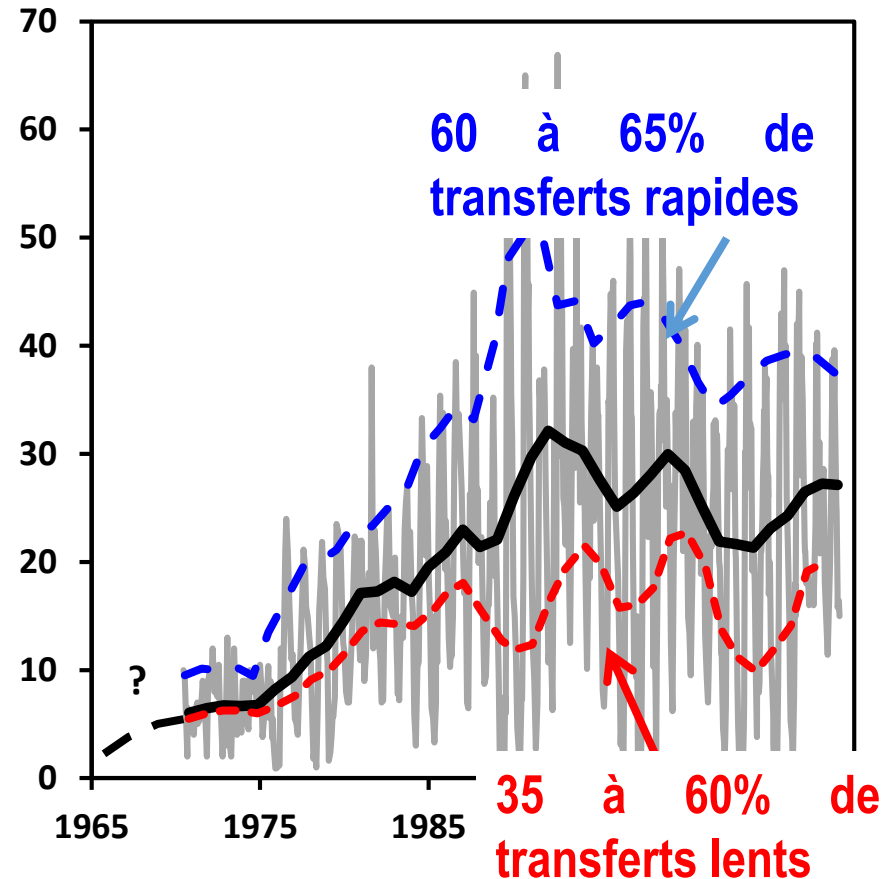
rapide



lent > 20 ans



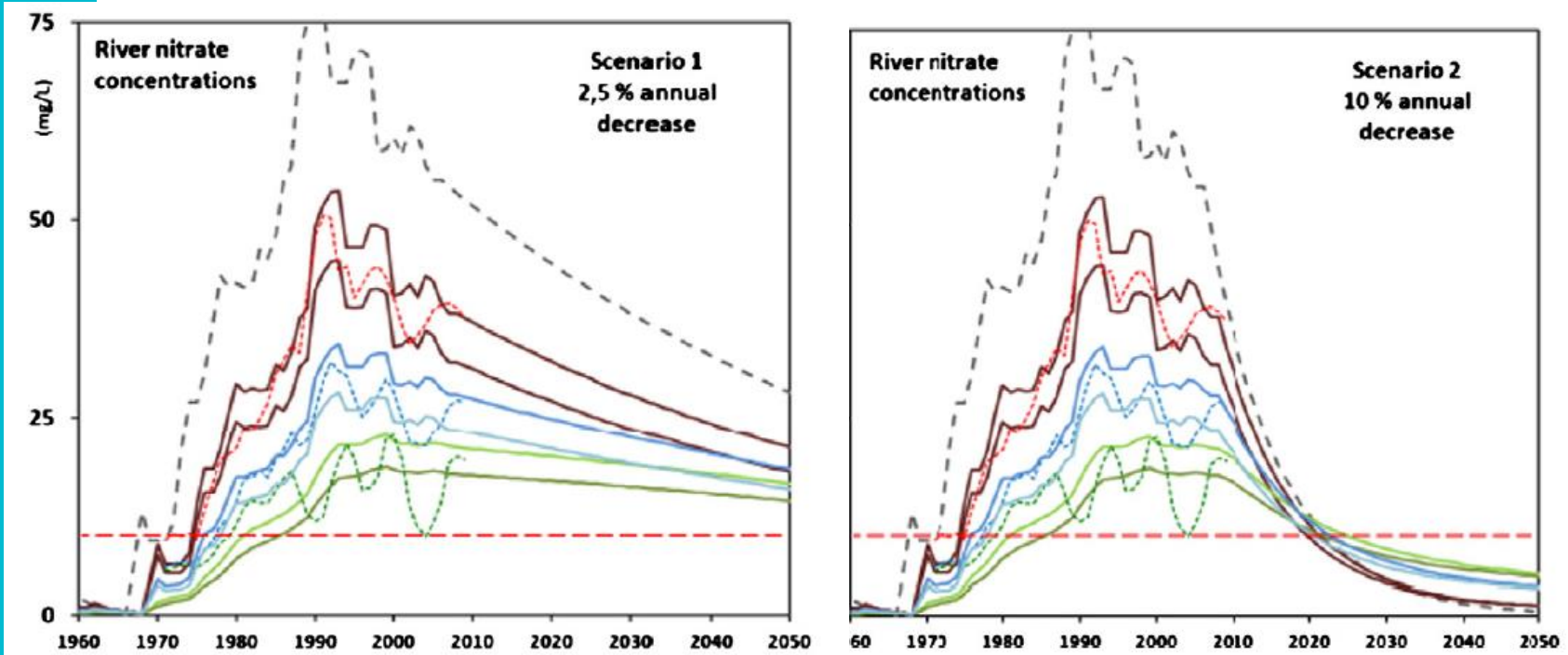
Évolution des [NO₃] dans la Vilaine



Datation des eaux souterraines :

Mieux comprendre l'évolution de la qualité rivières

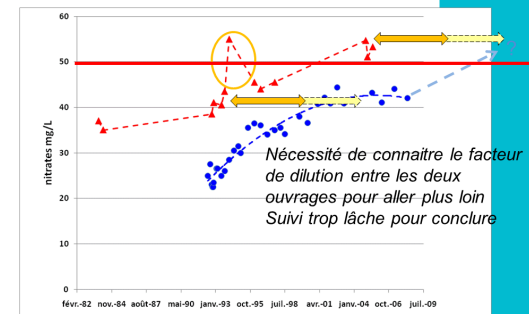
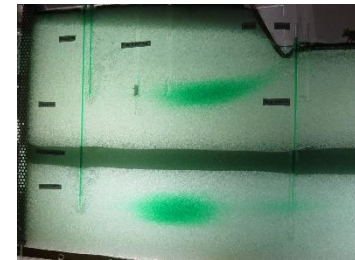
Scénarii d'évolution de la concentration en nitrates des rivières en fonction de la baisse des concentrations dans la recharge



Aquilina et al. , 2013

Rôle du compartiment souterrain

- ✓ Les eaux souterraines **soutiennent le débit des rivières** dont elles peuvent conditionner une partie de la chimie.
- ✓ Elles ont un rôle de dilution/épuration (pas efficace à 100% !) mais surtout **elles induisent un temps de retard** dans le transfert de polluants



Journée d'information du 7 Juillet 2016