

# Formation « Eau, Climat et Milieux Aquatiques : les fondamentaux »

Quimperlé, le 16 juin 2023



# Programme

Cycle de l'eau, le lien eaux souterraines et cours d'eau  
Pauline Drzewiecki (BRGM)

Notions d'hydrologie : comprendre les principaux indicateurs caractéristiques des étiages  
Clément Roger (DREAL)

L'importance de la prise en compte des milieux aquatiques  
Gaëlle Leprevost (Bretagne Grand Migrateur)

L'impact des plans d'eau  
Impact écologique – Élodie Bardon (Creseb)  
Volet réglementaire – Céline Pigeaud (DDTM 56)

L'évolution du climat en Bretagne et les projections pour le futur  
Laurent Labeyrie (UBS)



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité



Geosciences pour une Terre durable

brgm

# CYCLE DE L'EAU, LIENS ENTRE EAUX SOUTERRAINES ET COURS D'EAU

Journée de formation « Eau, Climat et Milieux Aquatiques : les fondamentaux -  
Changement climatique et gestion quantitative de la ressource en eau pour les élu.e.s »

Alexandre Boisson, Bruno Mougin, Pauline Drzewiecki

[a.boisson@brgm.fr](mailto:a.boisson@brgm.fr) ; [b.mougin@brgm.fr](mailto:b.mougin@brgm.fr) ; [p.drzewiecki@brgm.fr](mailto:p.drzewiecki@brgm.fr)

09 juin 2023 à Vitré (35), 16 juin à Quimperlé (29),

23 juin à Lamballe (22), 30 juin à Morlaix (29)



APPCB

ASSEMBLÉE PERMANENTE DES PRÉSIDENTS DES CLÉ DE BRETAGNE

# BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Le BRGM est l'établissement public de référence dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol. Son action est orientée vers la recherche scientifique, l'appui aux politiques publiques et la coopération internationale.

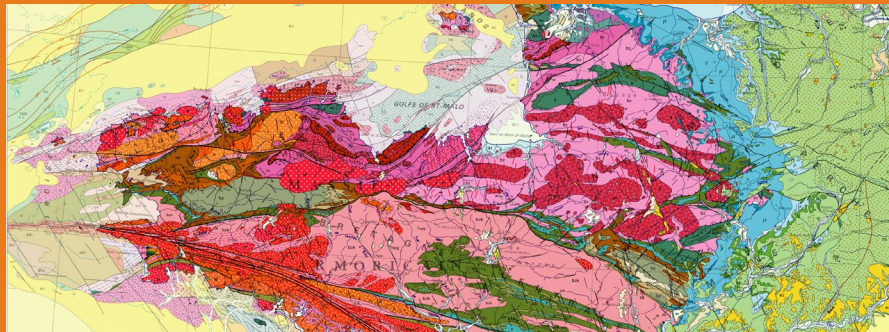
**Comprendre**  
les phénomènes géologiques  
et les risques associés.

**Développer**  
des méthodologies  
et des techniques nouvelles.

**Produire et diffuser**  
des données pour la gestion  
du sol, du sous-sol et des ressources.

**Mettre à disposition**  
les outils nécessaires à la gestion  
du sol, du sous-sol et des ressources,  
à la prévention des risques et des  
pollutions, aux politiques de réponse  
au changement climatique.

**Plus de  
1000  
salariés**  
dont plus de  
700 chercheurs  
et ingénieurs



## Le **BRGM** en Bretagne

Direction Régionale Bretagne

2, rue de Jouanet

35700 RENNES

Tél. : 02 99 84 26 70

<http://www.brgm.fr/regions/reseau-regional/bretagne>

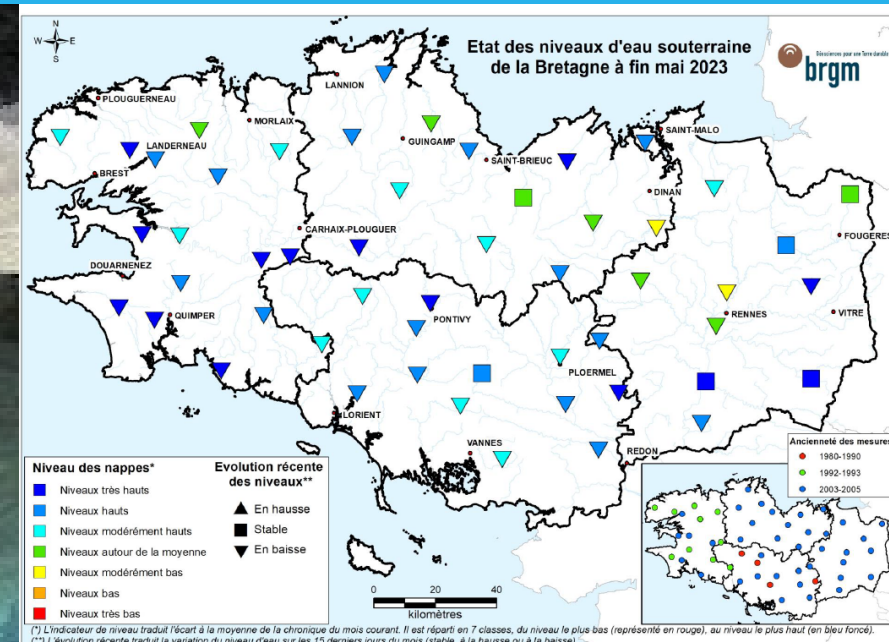
# Le BRGM, référence nationale en matière de connaissance, de protection et de gestion des eaux souterraines



Plus de **120 hydrogéologues** contribuent à l'amélioration de la connaissance et à la bonne gestion des eaux souterraines

Plus d'une trentaine de **modèles** pour appuyer la gestion de la ressource en eau souterraine et anticiper les effets du changement climatique

- Mission d'appui et de conseil aux services de l'Etat pour la gestion des crises sécheresse
- Opérateur du réseau piézométrique national (1700 points de suivi)
- Edition de bulletins de situation hydrologique au niveau national et à l'échelle des territoires
- Développement du portail web MétéEAU Nappes, pour prévoir le comportement des nappes
- Développement de 10 portails web territoriaux SIGES pour valoriser l'information publique sur les eaux souterraines
- Co-pilotage avec le CNRS et l'INRAE du programme national «OneWater» lancé en 2022, pour piloter la recherche académique sur l'eau, bien commun



 **météeau nappes**



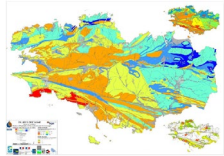
  
**OneWater**  
Eau Bien Commun

2022 – 2031

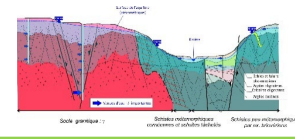
 Géosciences pour une Terre durable  
**brgm**

# Organisation et complémentarité des projets régionaux sur les eaux souterraines

**Silures (2001 - 2008)**  
Concepts d'altération  
Stocks d'eau souterraine...

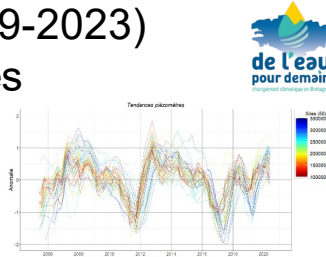


**Anafore (2017-2020)**  
Exploitation des ressources

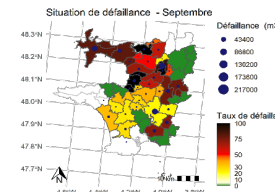


Connaissances  
des aquifères

**Eau Pour Demain (2019-2023)**  
Historique et dynamiques  
des consommations,  
ressources  
naturelles et exploitées



**Water For Tomorrow (2019-2023)**  
Sécurisation des réseaux AEP  
face aux évolutions  
démographiques et climatiques

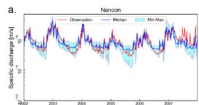


Dynamique et  
gestion des  
ressources  
naturelles et  
exploitées

**MétéEAU Nappes**  
[www.meteaunappes.brgm.fr](http://www.meteaunappes.brgm.fr)



**Eaux 2050 (2019-2022)**  
Thèse Nicolas Cornette  
Méthode de prévision des  
étiages  
(OSUR-BRGM)



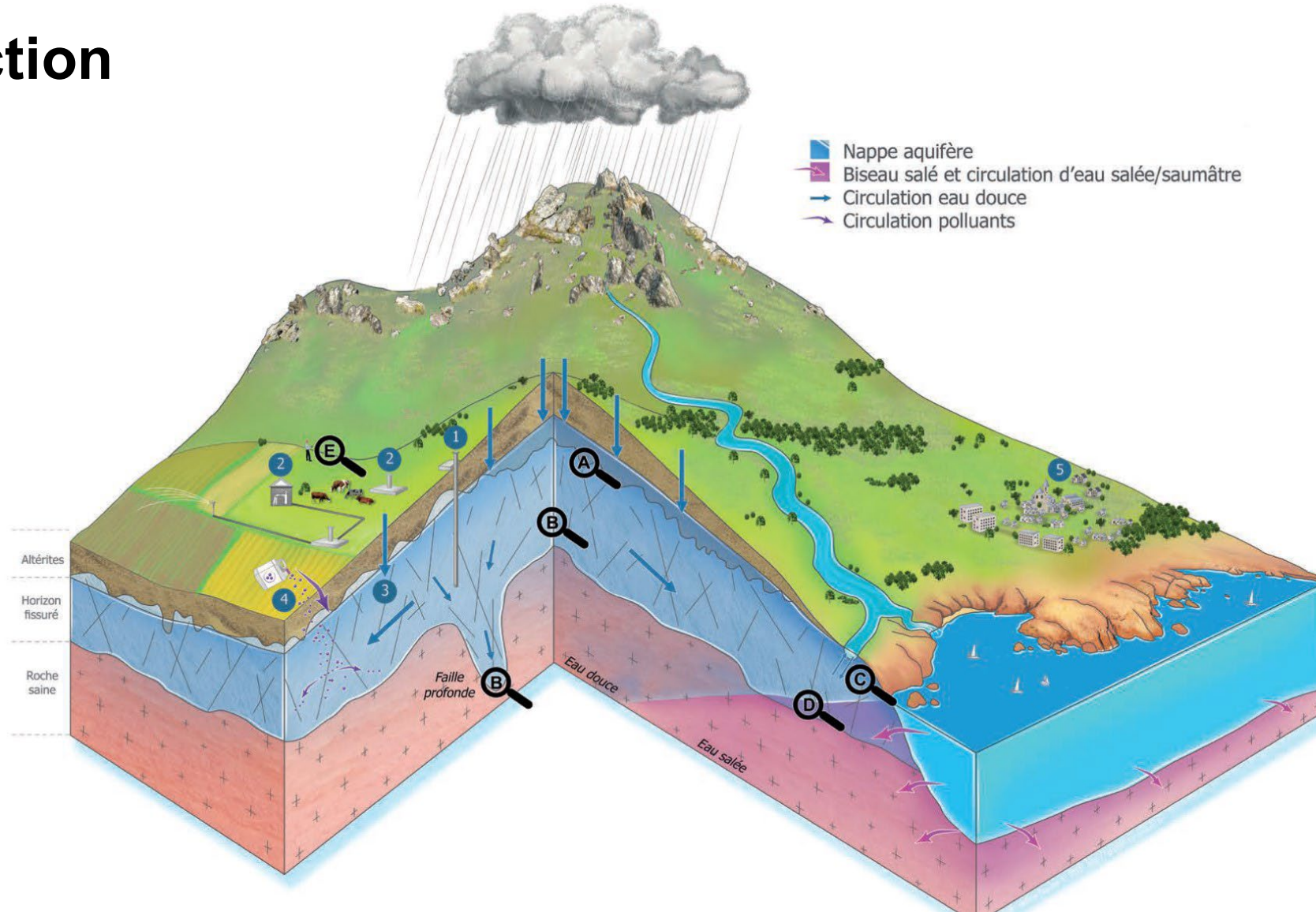
**Cydre (2023-2024)**  
Rendus opérationnels  
des résultats EAUX2050  
OSUR-BRGM



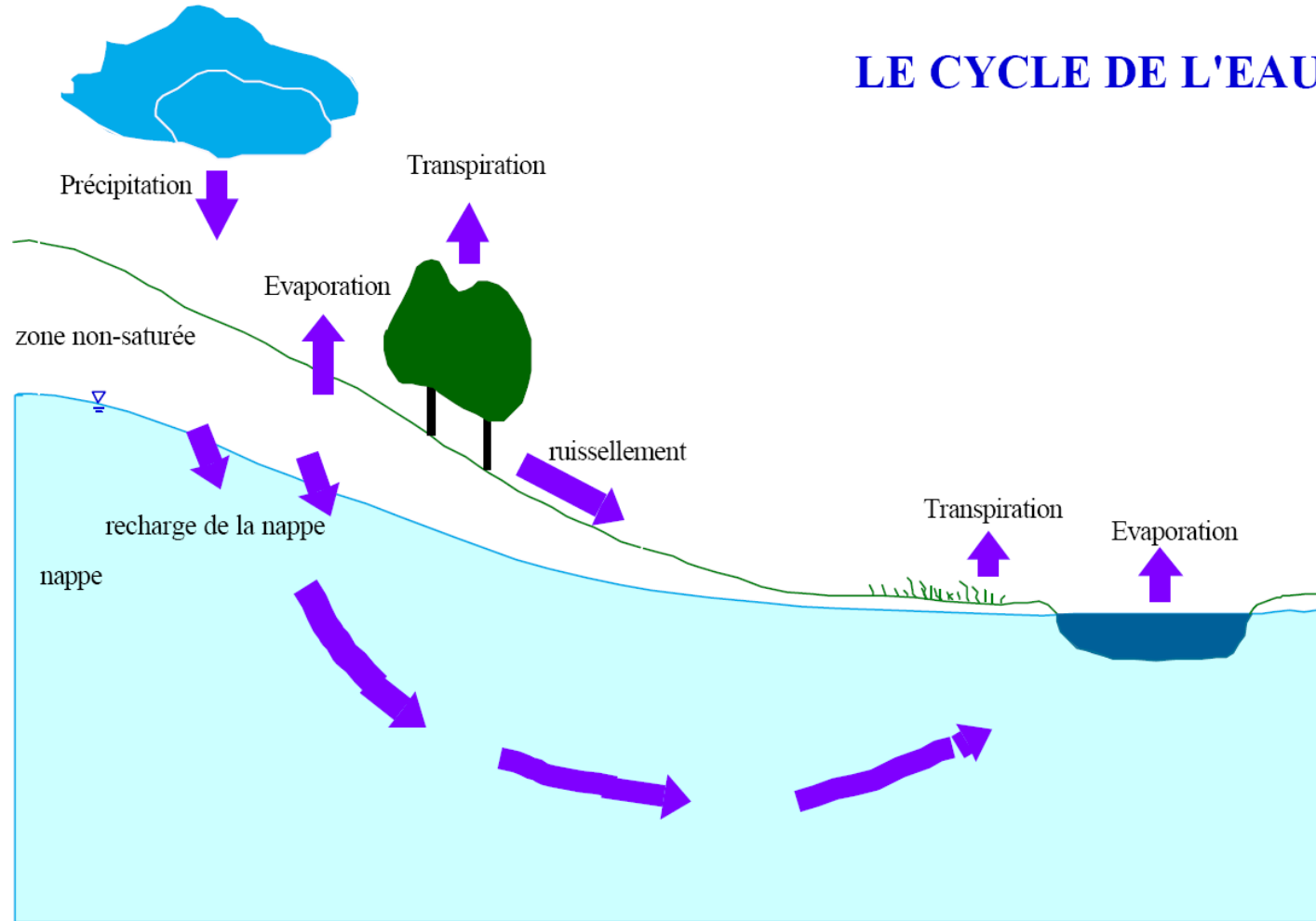
Vision  
prospective :  
adaptation au  
changement  
climatique

# Cycle de l'eau

## Introduction

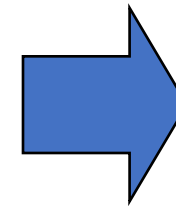


# Bilan Hydrologique



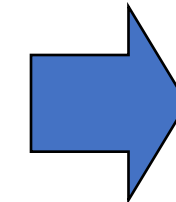
## LE CYCLE DE L'EAU

## Bilan annuel



**évapotranspiration**

≈ 2/3 de la pluie



**ruissellement + infiltration**  
≈ 1/3 de la pluie

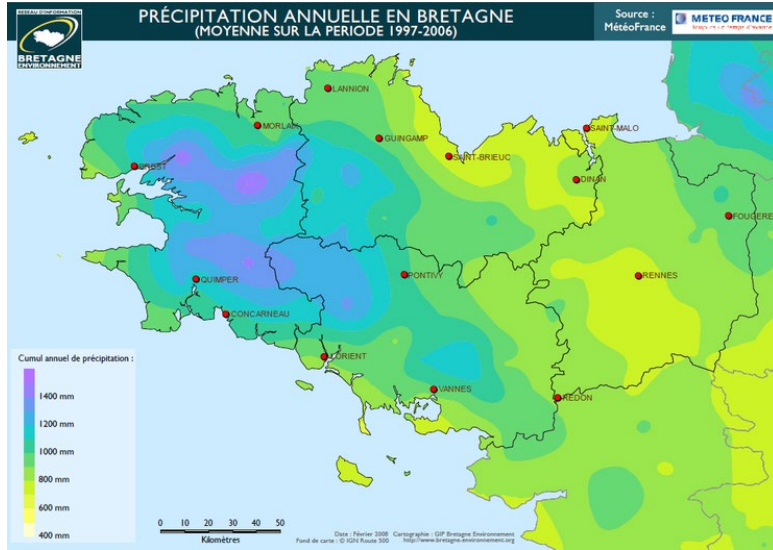
**= pluie efficace**

≈ 50% infiltration

≈ 50% ruissellement



# Période de recharge

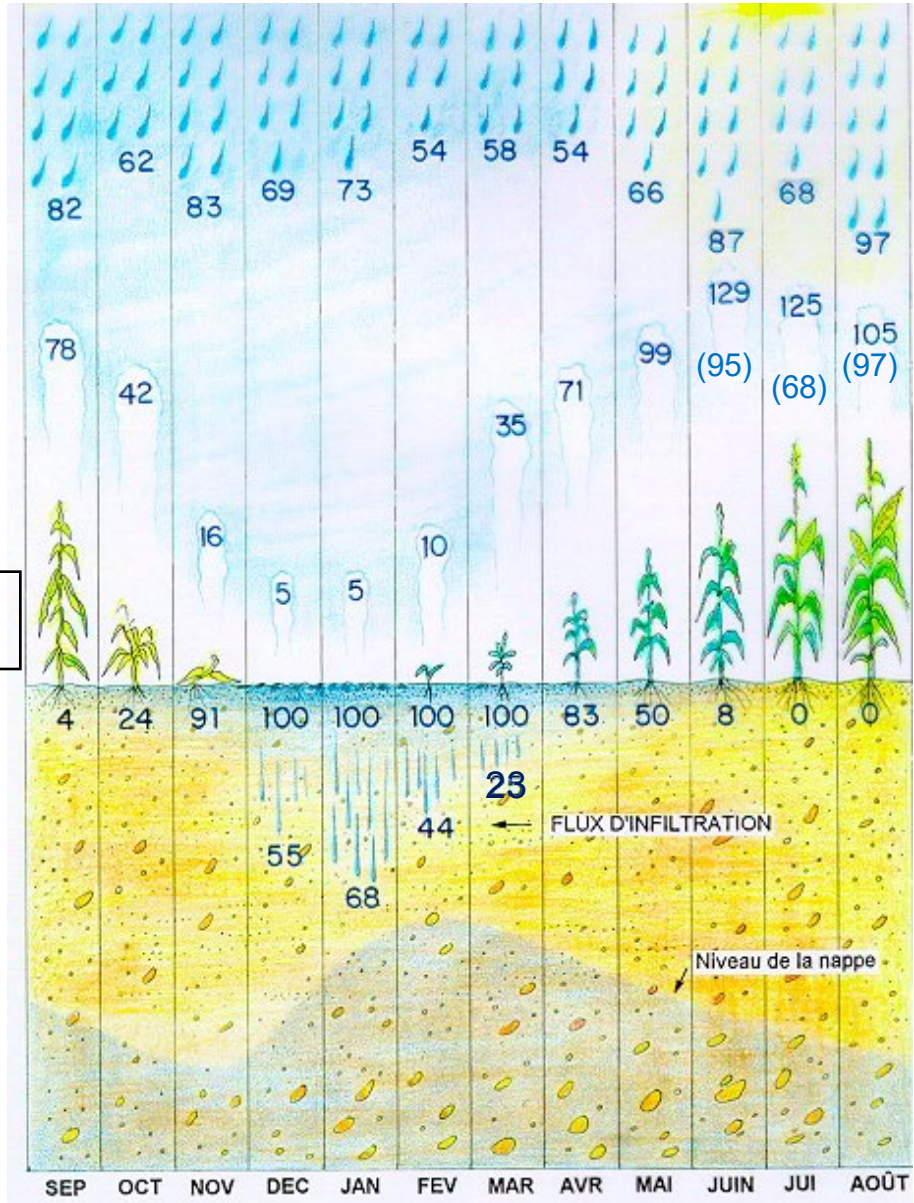


Ruissellement + infiltration

Aquifère

Zone non saturée

Zone saturée



Précipitations

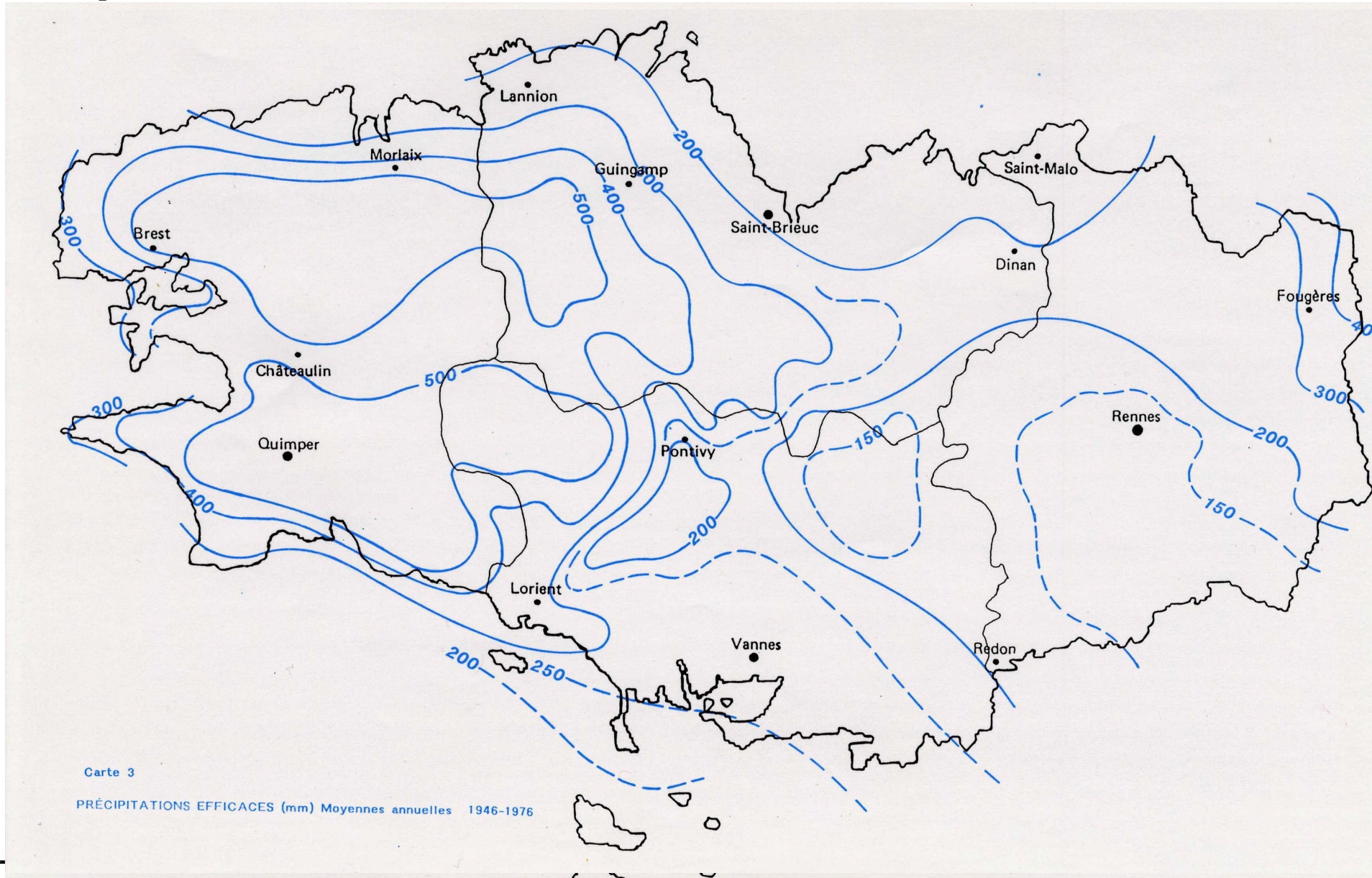
Évapotranspiration

Etat de la végétation

Humidité du sol (RFU)

distinction ETP (et ETR)

# Pluie / pluie efficace



## Cycle de l'eau

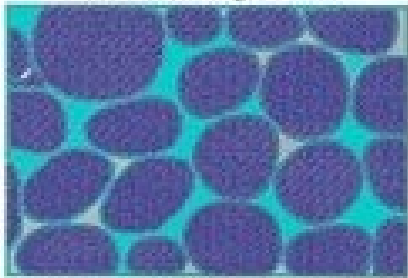
# Qu'est-ce qu'une nappe?

- Aquifère = roche + nappe d'eau  
*Formation perméable qui permet l'écoulement d'une nappe d'eau souterraine et le captage d'une quantité d'eau appréciable (exploitable)*

→ Notion de porosité : l'eau occupe des interstices souvent microscopiques

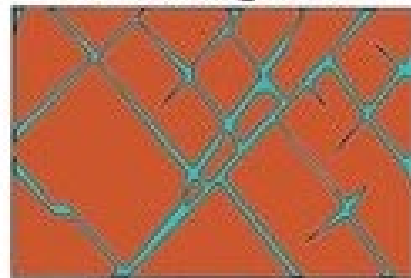
### Principaux types de porosité

Sable et gravier



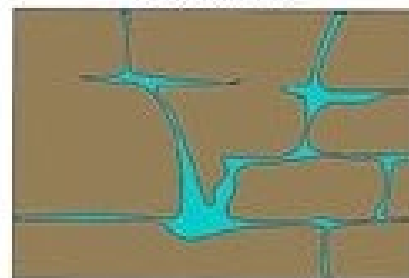
Intergranulaire

Roches ignées

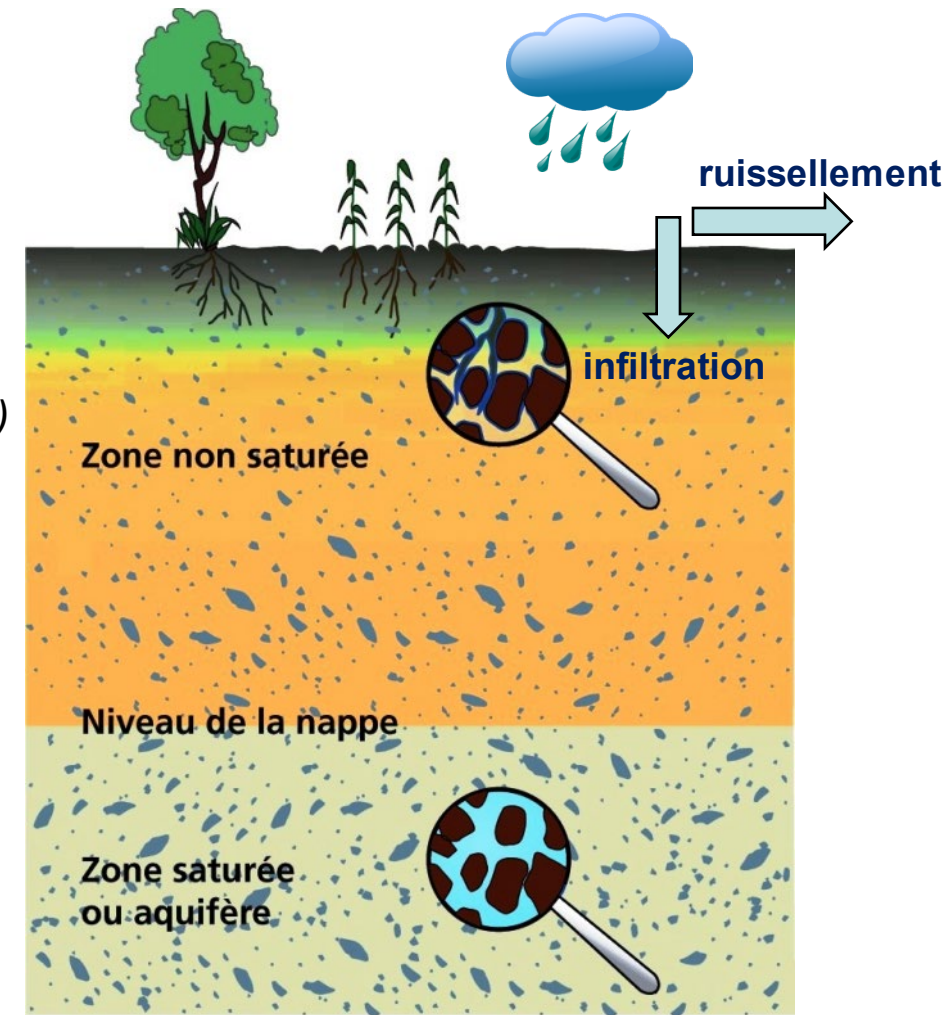


Fissure

Calcaire



Vide de dissolution



**Une nappe est donc l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère**

**➔ Pas de rivière souterraine en Bretagne**

# Paramètres hydrodynamiques

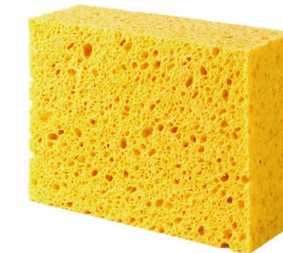
## Capacité d'écoulement

- **PERMÉABILITÉ (K)** caractérise la **fonction conductrice** de l'aquifère *[en m/s]*
- **TRANSMISSIVITE (T)** caractérise la **capacité de transfert** de l'aquifère *[en m<sup>2</sup>/s]*



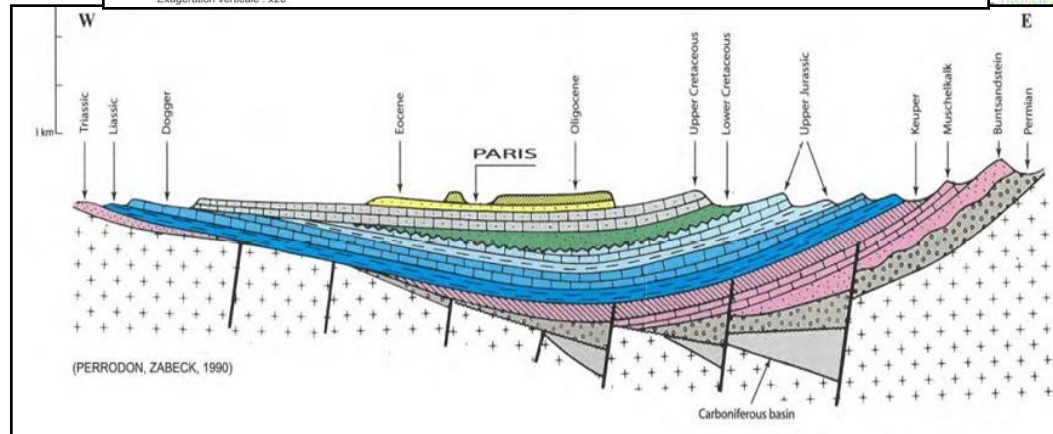
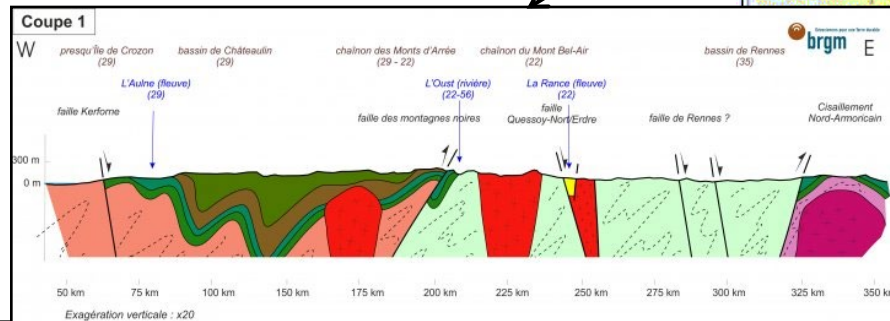
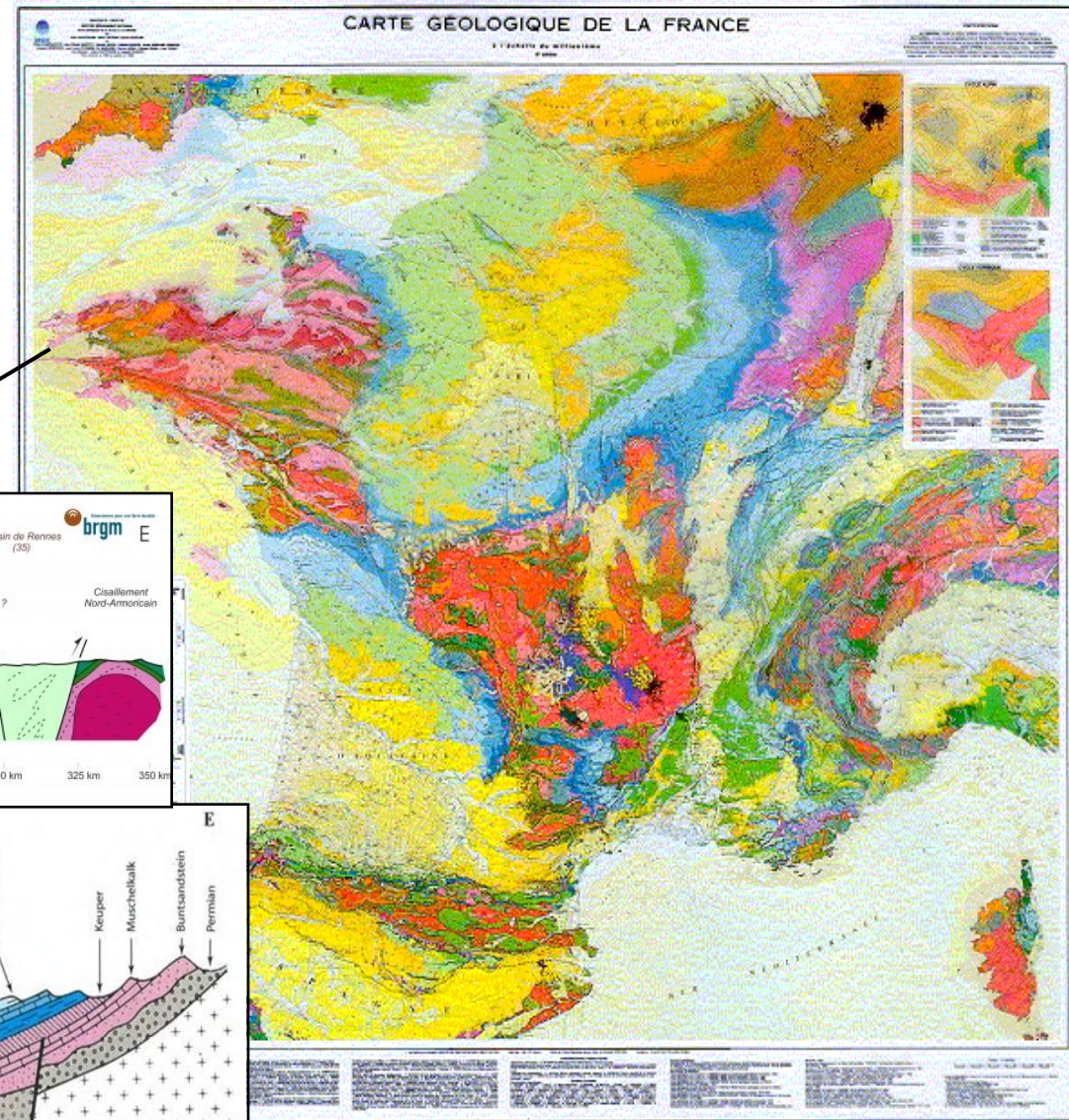
## Capacité de stockage

- **COEFFICIENT D'EMMAGASINEMENT (S)** caractérise la **fonction réservoir** de l'aquifère (capacité à stocker et déstocker) *[sans unité, parfois exprimé en %]*



=> Aquifère : fonctions **réservoir** + **conductrice**

# La géologie Bretonne



DE LA 6<sup>e</sup> ÉDITION DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/1 000 000  
AUTORISATION DU BRGM POUR GÉOCHRONIQUE N° 59, AOUT 1996.

## Cycle de l'eau

# Aquifères de socle

Fonction capacitive  
→ stock, réserve



Fonction capacitive  
et transmissive  
→ circulation de l'eau

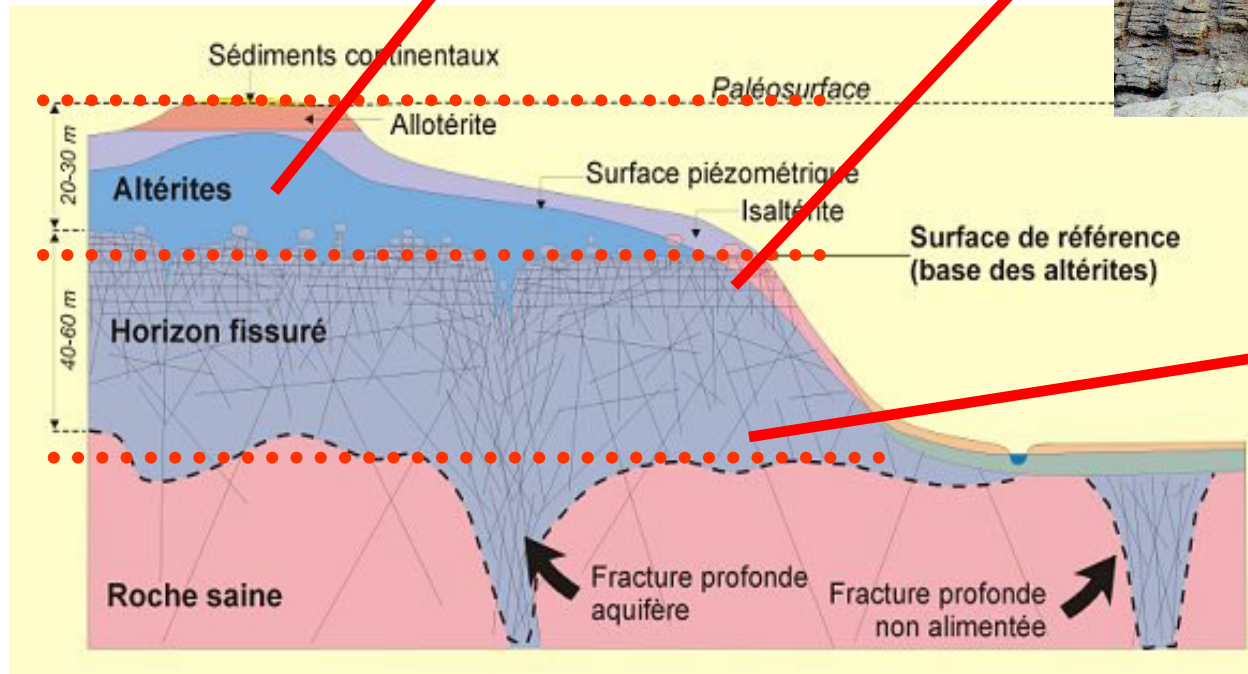
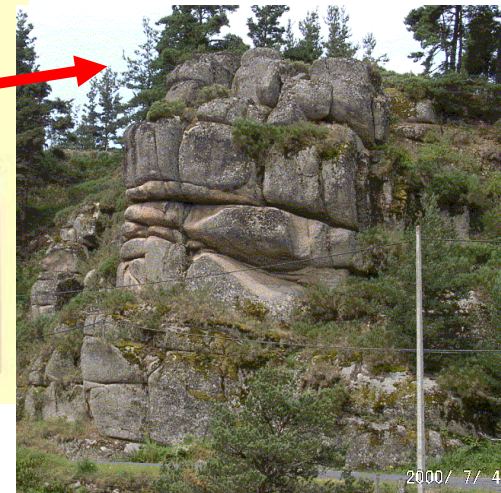
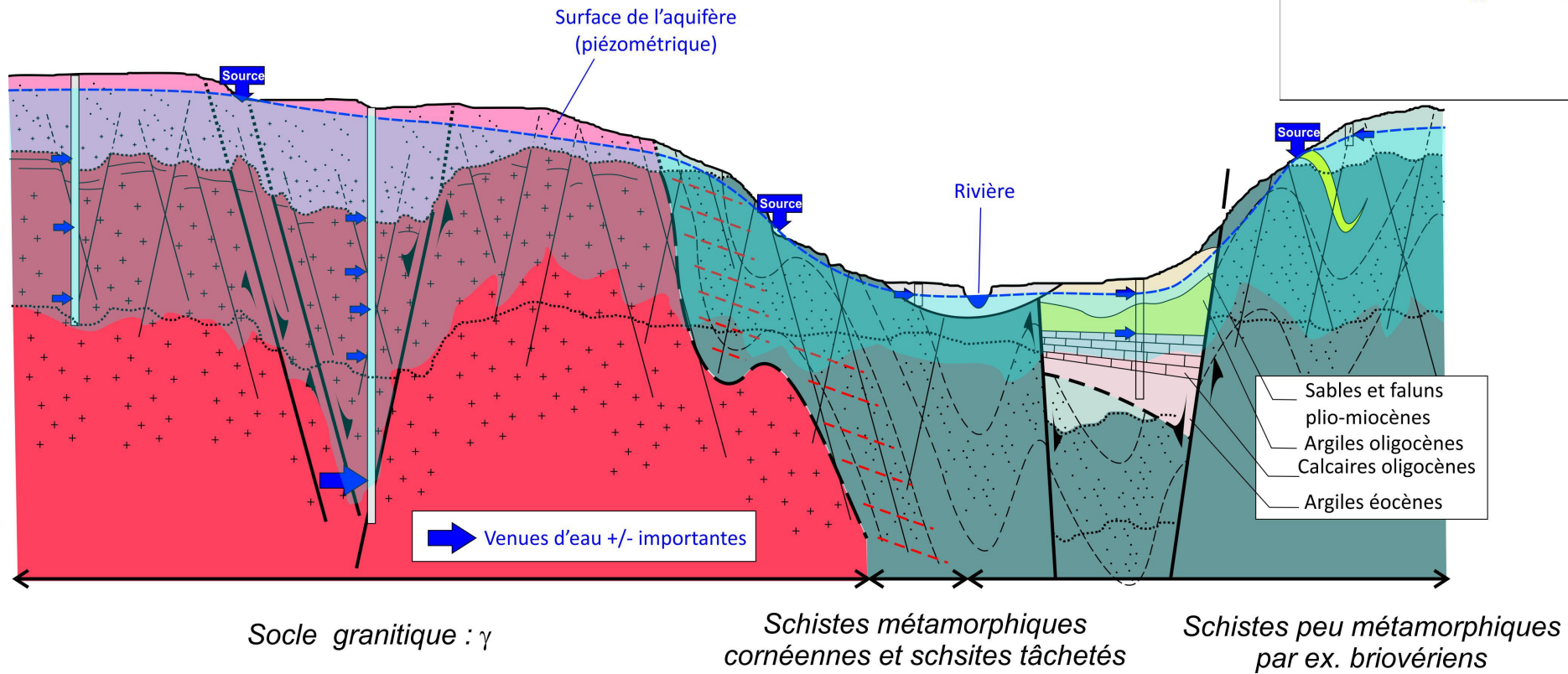
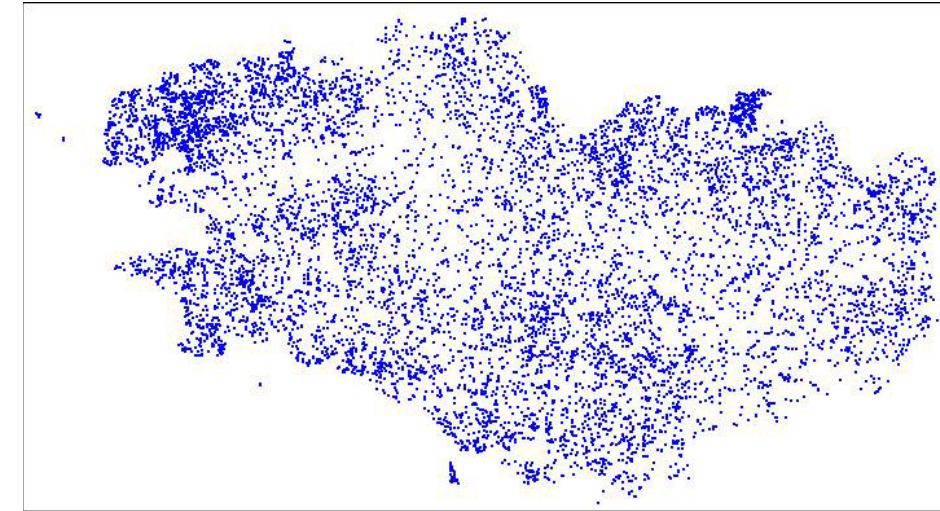


Schéma conceptuel des aquifères de socle (R. Wyns, 1998 et 2004)



# Cycle de l'eau

## Aquifères bretons



# Evolution des niveaux piézométriques

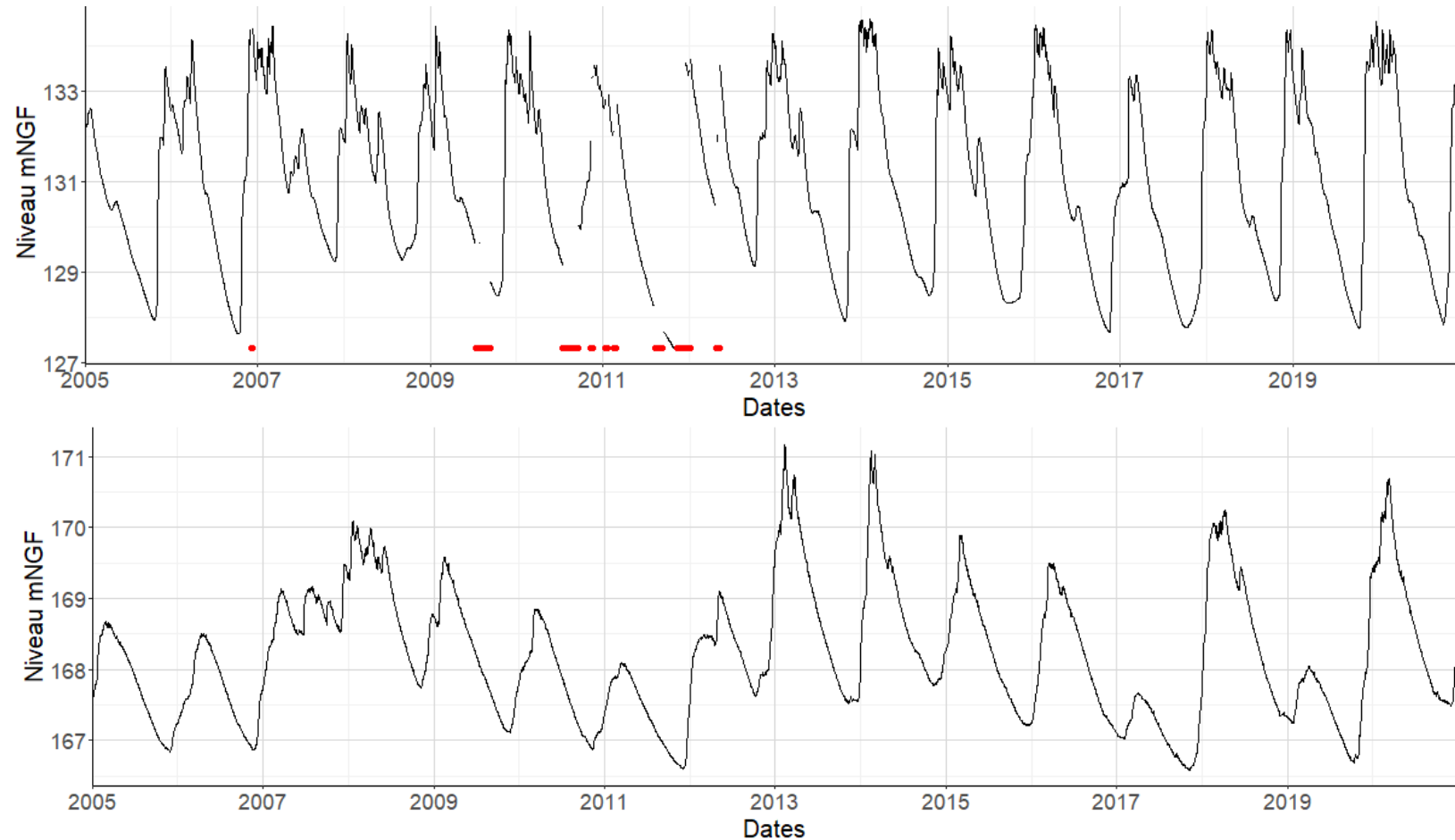
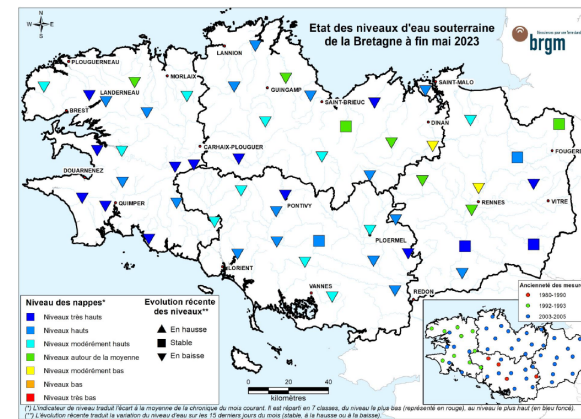


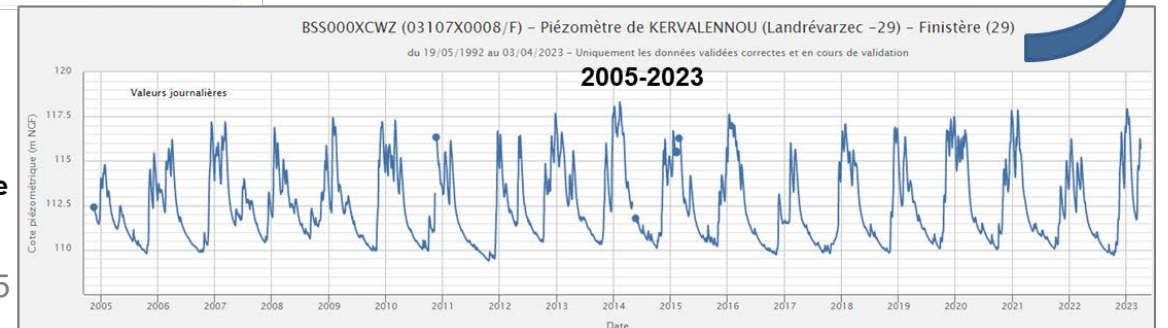
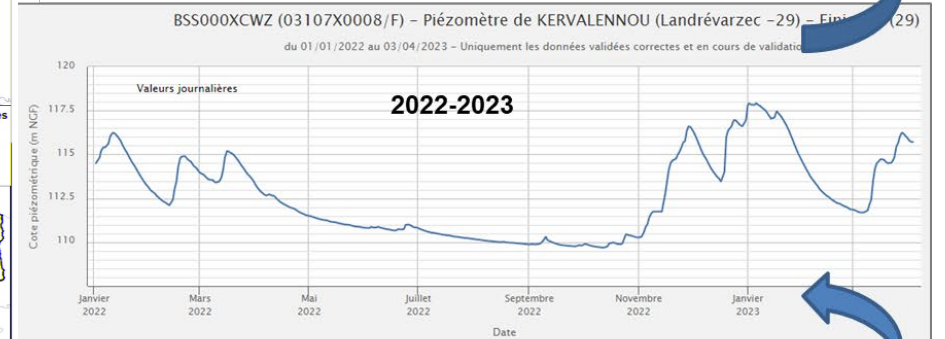
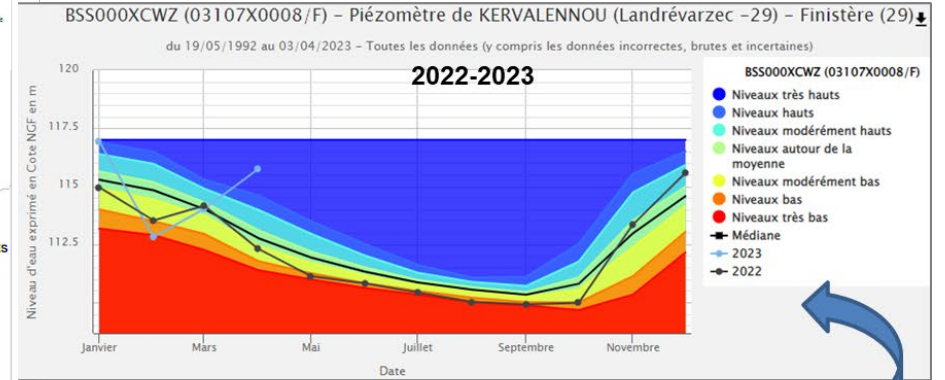
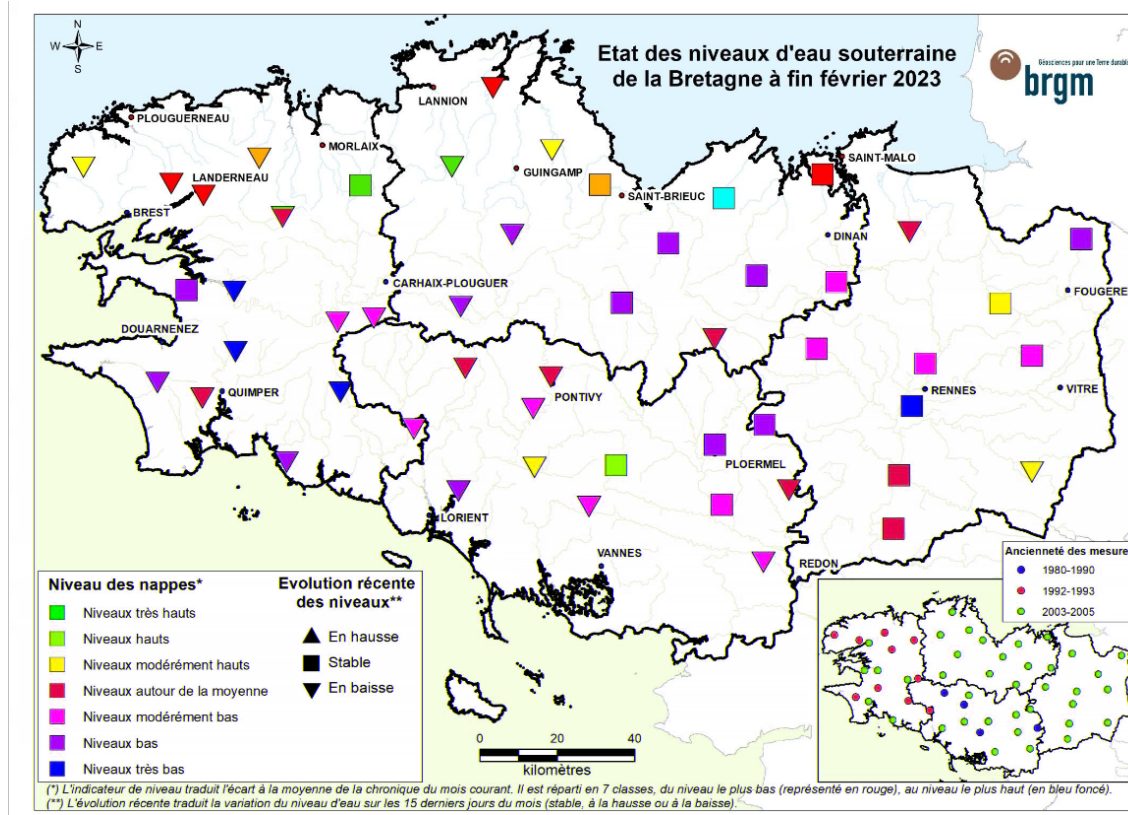
Illustration 26 : Variations piézométriques aux piézomètres de Louvigné-du-Désert - BSS000TRGE (en haut) et Spézet - BSS000XDRF (en bas)





## Cycle de l'eau

# Bulletins de situation des nappes



## Géologie et aquifères

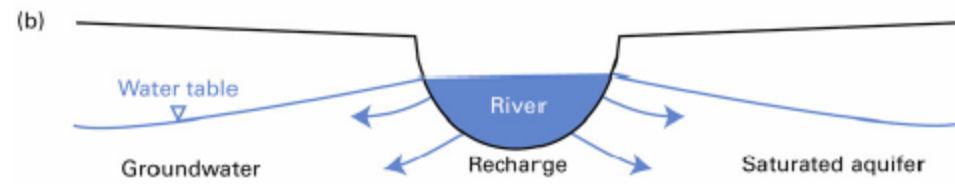


Exemple du piézomètre de Landrévarzec (29)

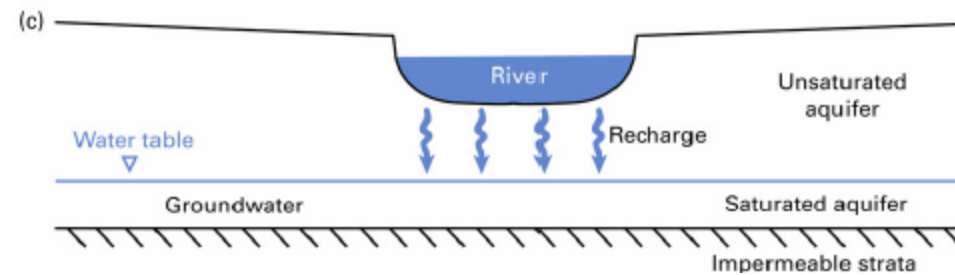
# Relations Nappes-Rivières



La rivière draine la nappe



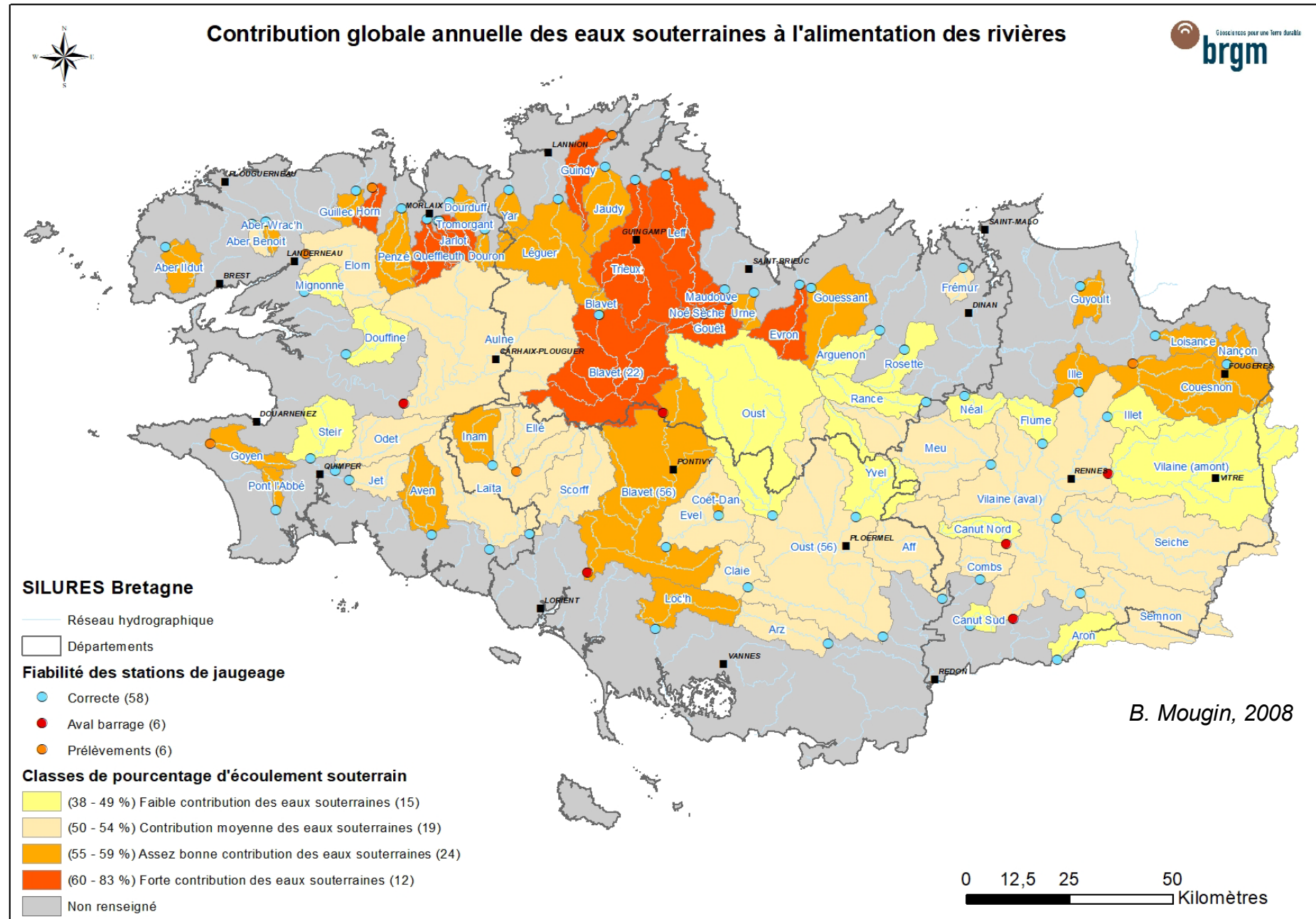
La rivière alimente la nappe



Nappe et rivière sans connexion directe

Mécanismes applicables aux zones humides, lacs, étangs...

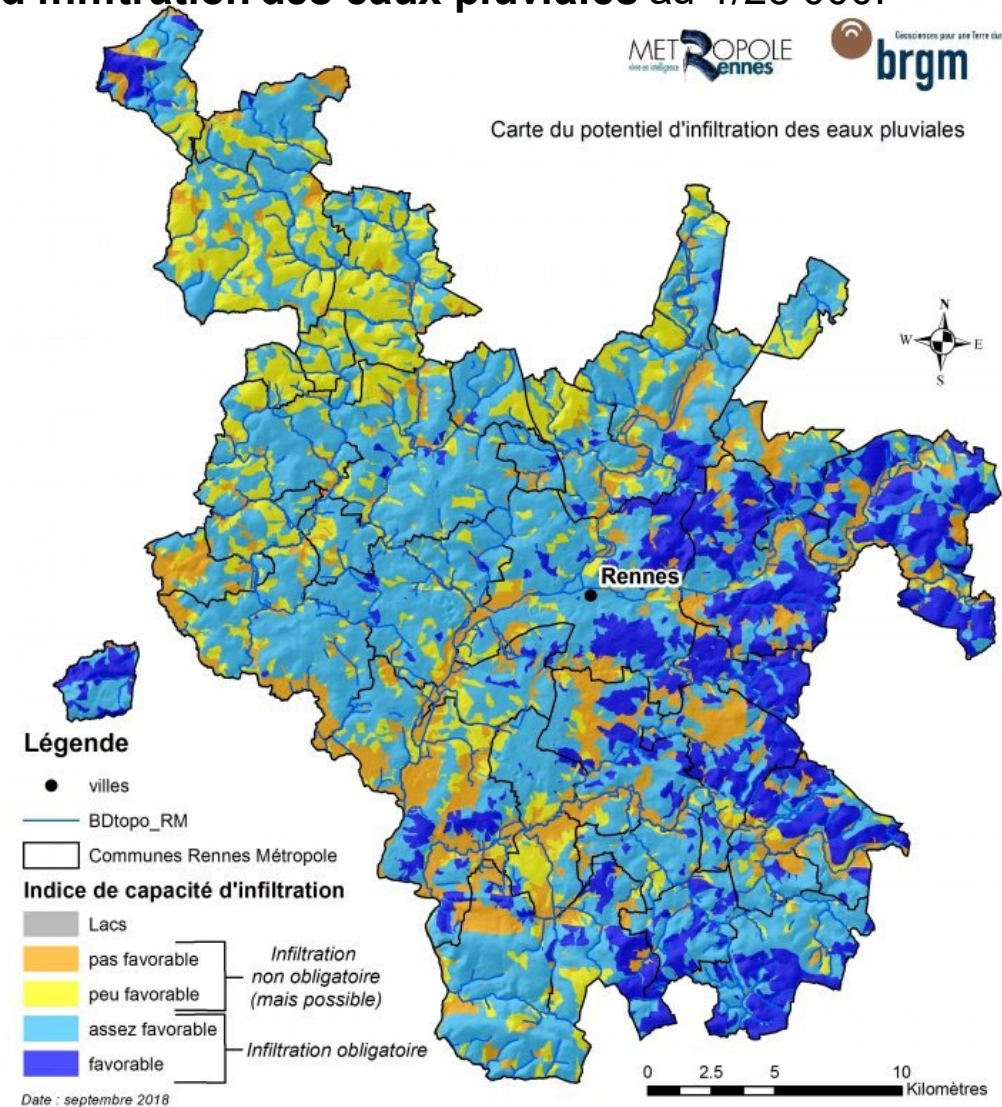
# Relations Nappes-Rivières



# Projet PHOEBUS - Cartographie des zones favorables et défavorables à l'infiltration des eaux pluviales (Rennes Métropole - BRGM)

Ce projet a permis de réaliser une **carte piézométrique** sur les 43 communes de Rennes Métropole, puis de concevoir, par croisement de plusieurs critères relatifs au milieu, une **carte du potentiel d'infiltration des eaux pluviales** au 1/25 000. Ces résultats ont ensuite été traduits en une **carte règlementaire d'infiltrabilité des sols**, intégrée dans le PLUi.

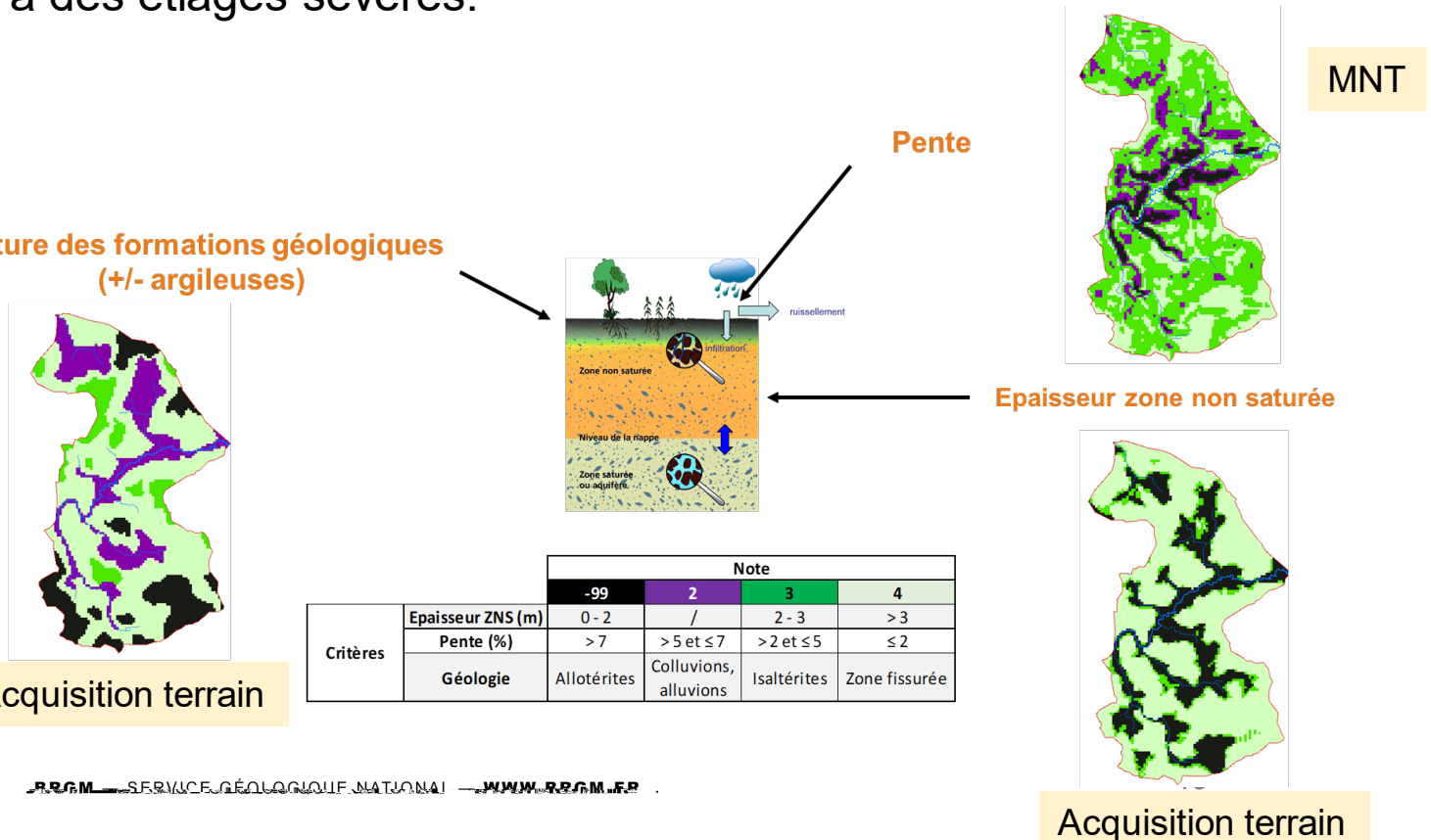
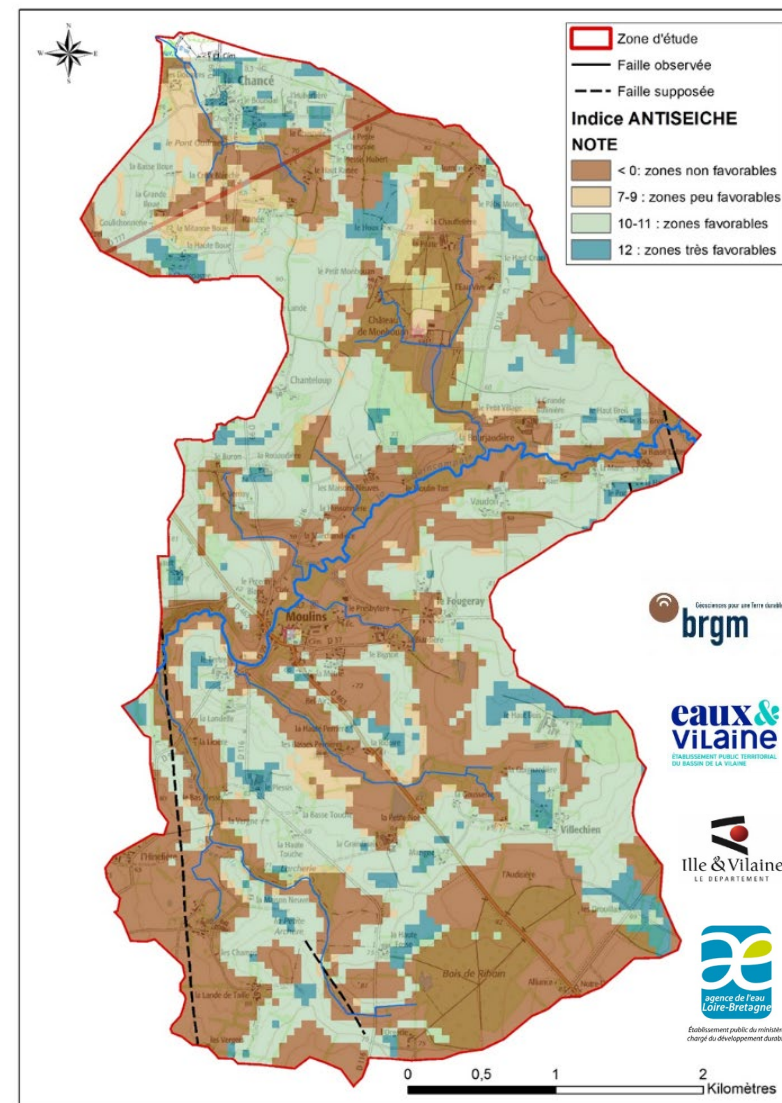
## Carte des capacités intrinsèques d'infiltration (milieu naturel)



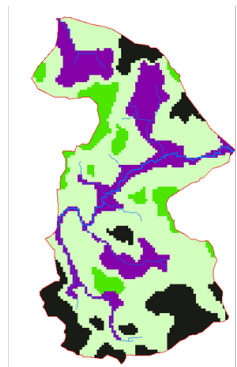
# Projet ANTISEICHE - Apport des eaux souterraines pour la restauration des milieux aquatiques du bassin de la Seiche dans le secteur de Moulins (EPTB Vaine – BRGM)

Réalisation d'une **carte interprétative des secteurs favorables à l'infiltration** et au retrait de drains agricoles afin d'orienter les actions de restauration des milieux aquatiques menées par l'EPTB Vaine dans le bassin versant d'un affluent de la Seiche, la Quincampoix, soumis à des étiages sévères.

Carte des secteurs favorables à l'infiltration



Nature des formations géologiques (+/- argileuses)



Acquisition terrain

Pente

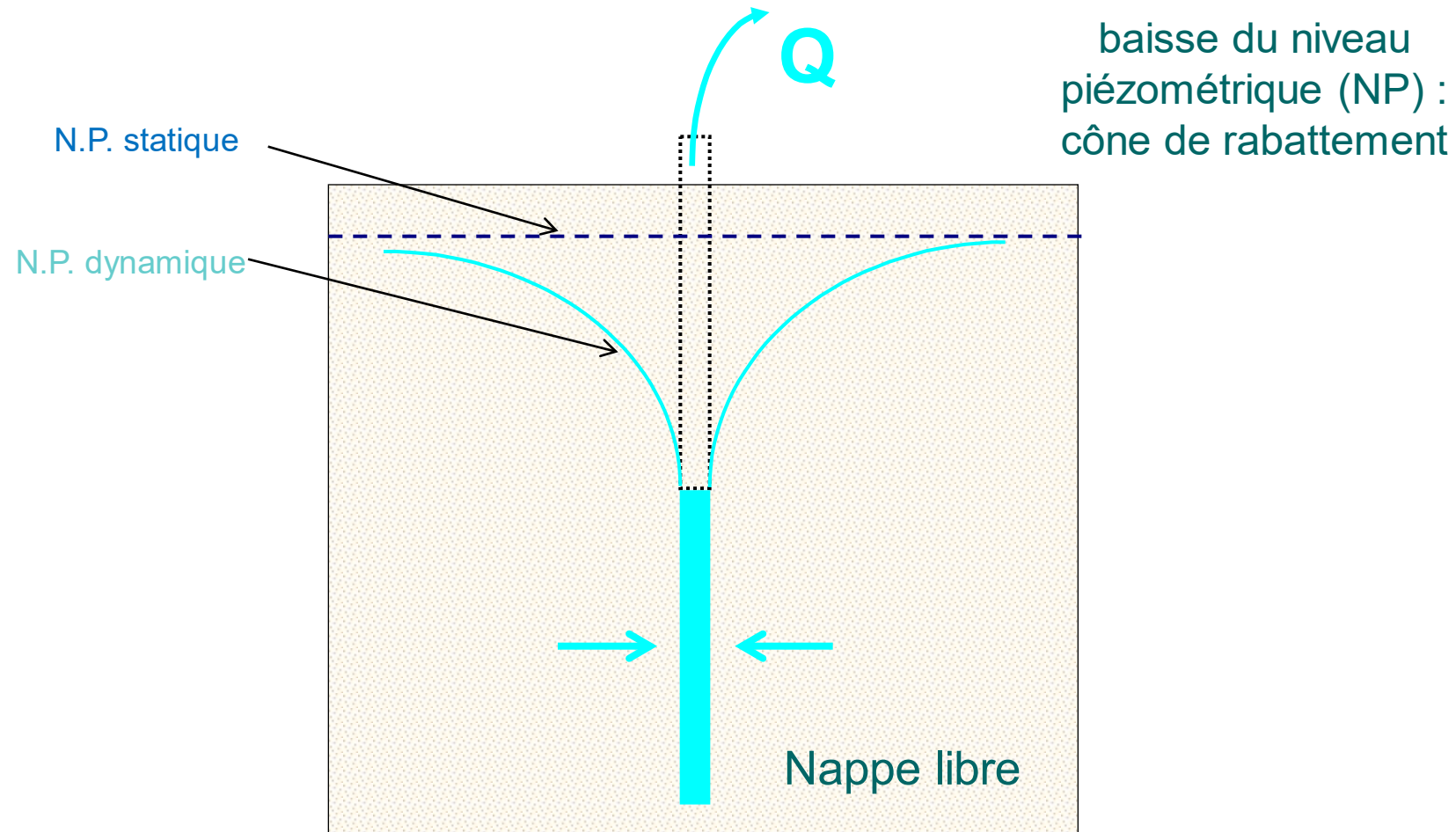
MNT

Epaisseur zone non saturée

Acquisition terrain

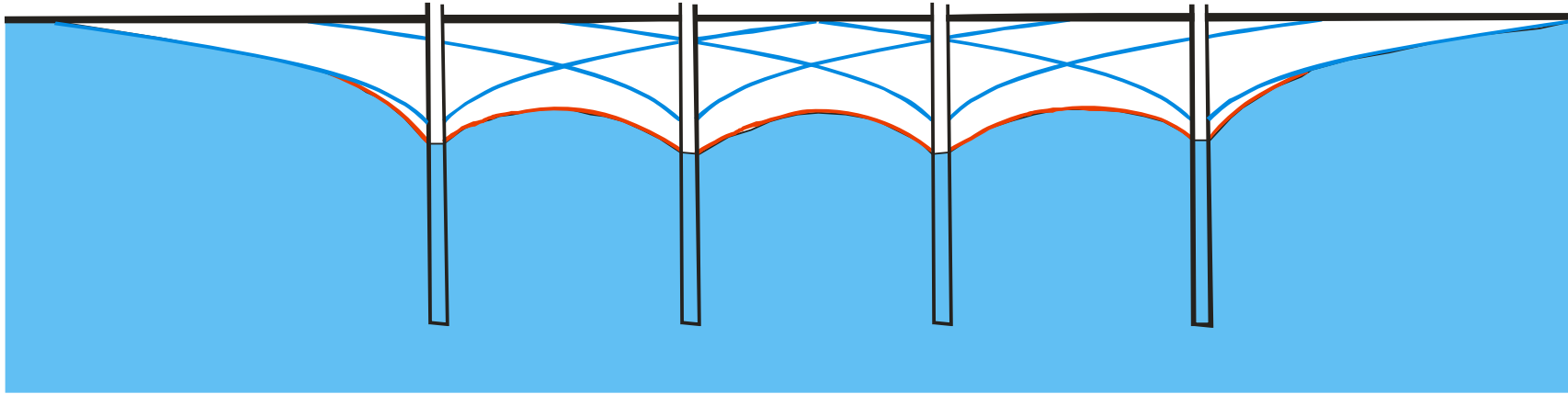
# Que se passe-t-il quand on pompe ?

Le prélèvement produit une baisse du niveau piézométrique : cône de rabattement

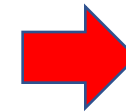
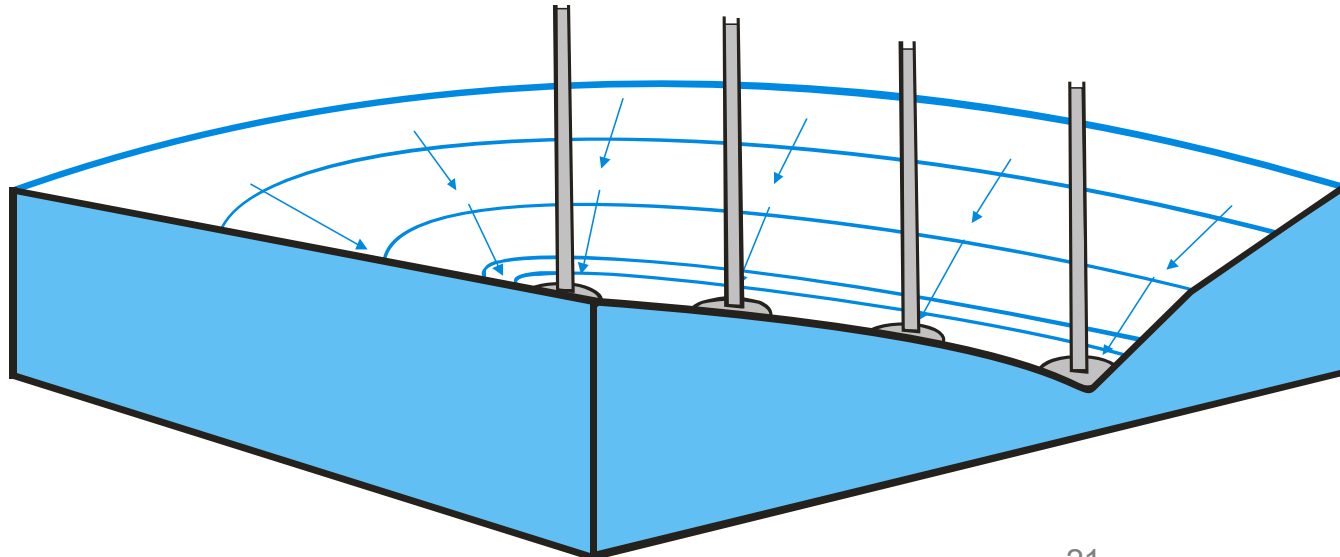


# Plusieurs prélèvements : superposition

Les effets de plusieurs pompages peuvent s'ajouter



et de vastes zones déprimées peuvent se développer.



**Possible impact  
sur les cours d'eau,  
les zones humides...**

## Cycle de l'eau

# Temps de résidence

Facteurs:

Localisation

Propriétés des aquifères

### LE CYCLE DE L'EAU

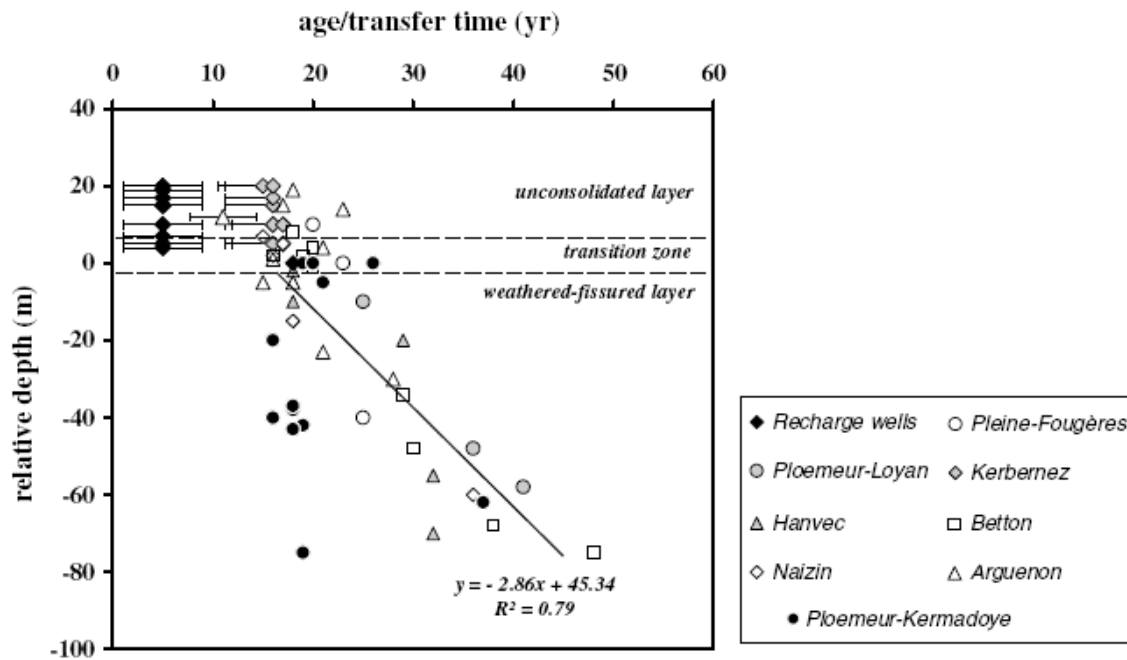
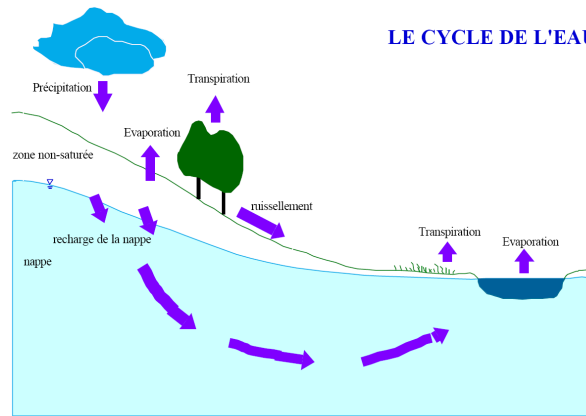


Illustration 12 : Age de l'eau souterraine en fonction de la profondeur. Les lignes pointillées et la zone de transition associée représentent l'incertitude de la profondeur de transition entre zone altérée et zone fissurée (V. Ayraud et al., 2008)

### Caputage de Pen Ar Quiquis - St Thonan (29)

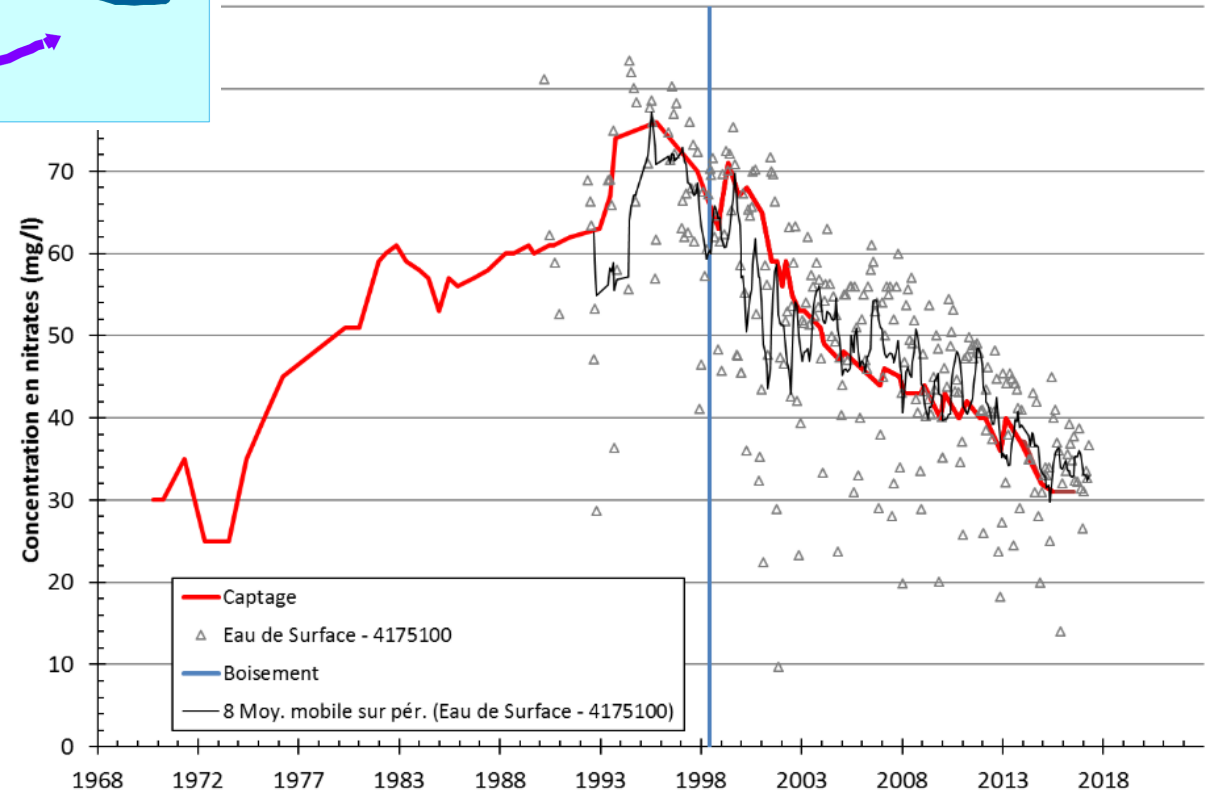


Illustration 25 : Evolution des chroniques de concentrations en nitrates au captage de Pen Ar Quinquis (en rouge) et au point d'eau 4175100 (triangles gris et moyenne mobile en noir) sur l'Aber Wrac'h.



# Sources d'information complémentaires

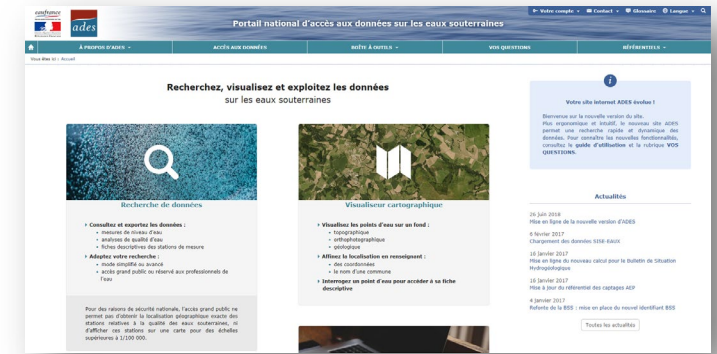
GEOLOGIE  
EAU SOUTERRAINE



Portail géologique national  
Banque du Sous-Sol (BSS), cartes géologiques,  
rapports BRGM, ...  
<http://infoterre.brgm.fr>



Accès aux Données sur les Eaux Souterraines  
Qualité et quantité (niveau des nappes)  
<http://www.ades.eaufrance.fr>



Système d'Information pour la Gestion  
des Eaux Souterraines  
Portail régional sur les eaux souterraines  
<https://sigesbre.brgm.fr>

