RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Géosciences pour une Terre durable
brgm

ETAT ET ENJEUX DES RESSOURCES EN EAU

Dominique DARMENDRAIL - BRGM

Les rendez-vous de l'eau 8 Novembre 2022

BOURGES PLUS
COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION

Le grand cycle de l'eau

Entrées

Pluie : 503 milliards de m³/an

Pays voisins (fleuves) : 11 milliards de m³/an

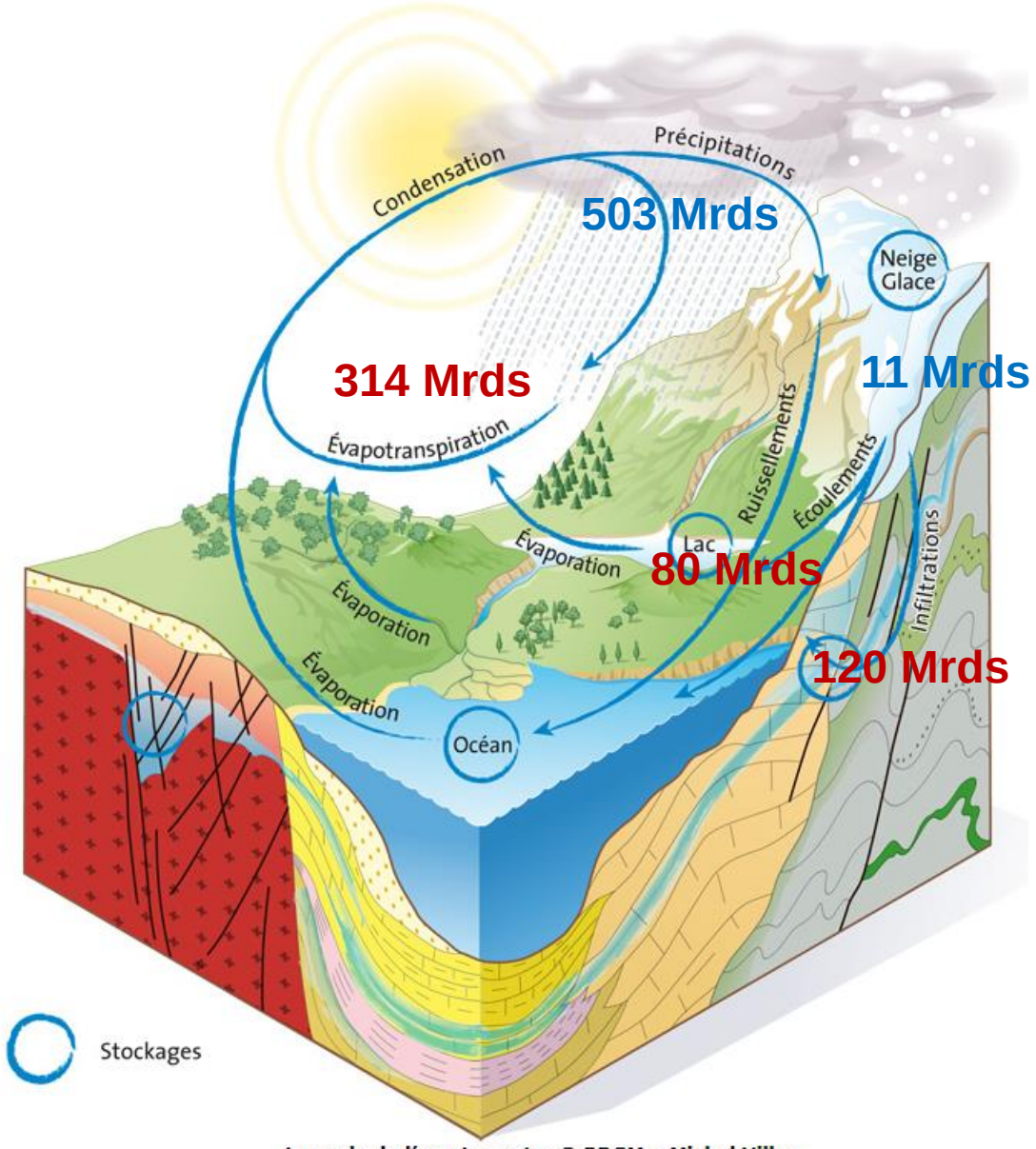
Sorties

Evaporation : 314 milliards de m³/an **61%**

Ruissellement (cours d'eau) : 80 milliards de m³/an **16%**

Infiltration (nappes) : 120 milliards de m³/an **23%**

Eaux renouvelables

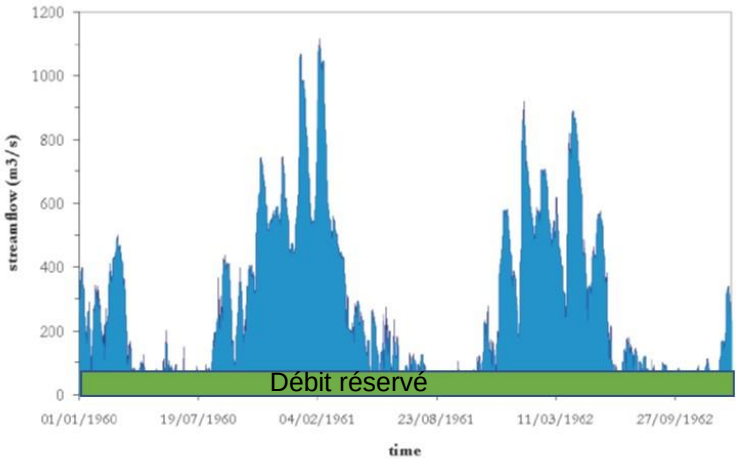


Le cycle de l'eau terrestre © BRGM – Michel Villey

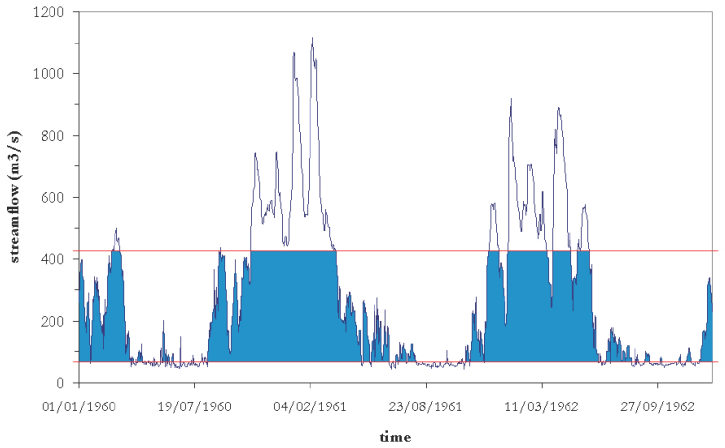
source : bnpe.eaufrance.fr

Le grand cycle de l'eau

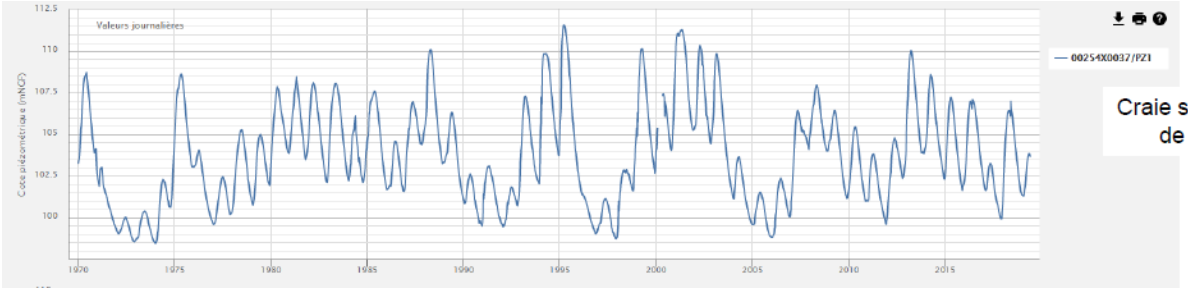
Ressources théoriques vs. ressources mobilisables pour des usages

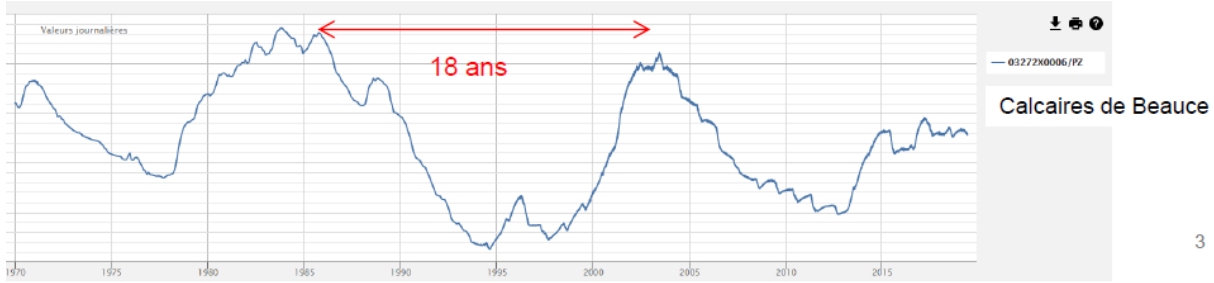


Crues – pas vraiment utilisable directement



Source : INRAE



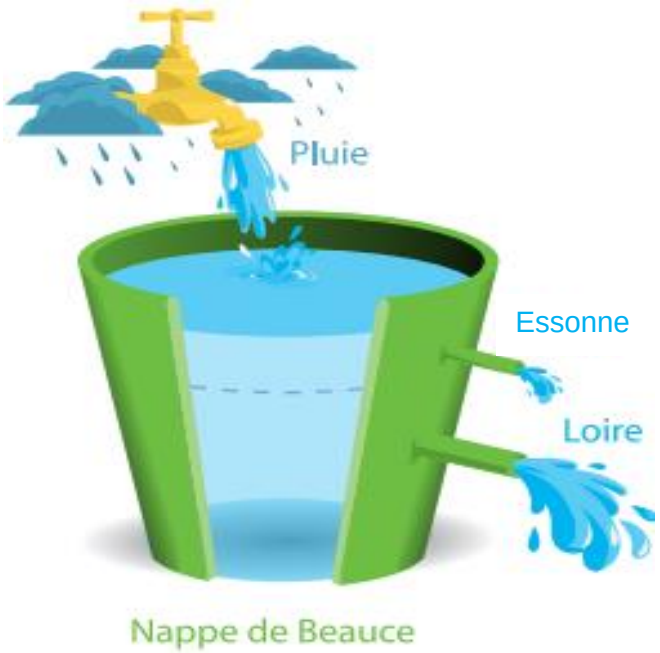


Diversité naturelle des nappes : cyclicité annuelle, pluriannuelle, voire double

source : bnpe.eaufrance.fr

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Relations Eaux Superficielles - Eaux souterraines



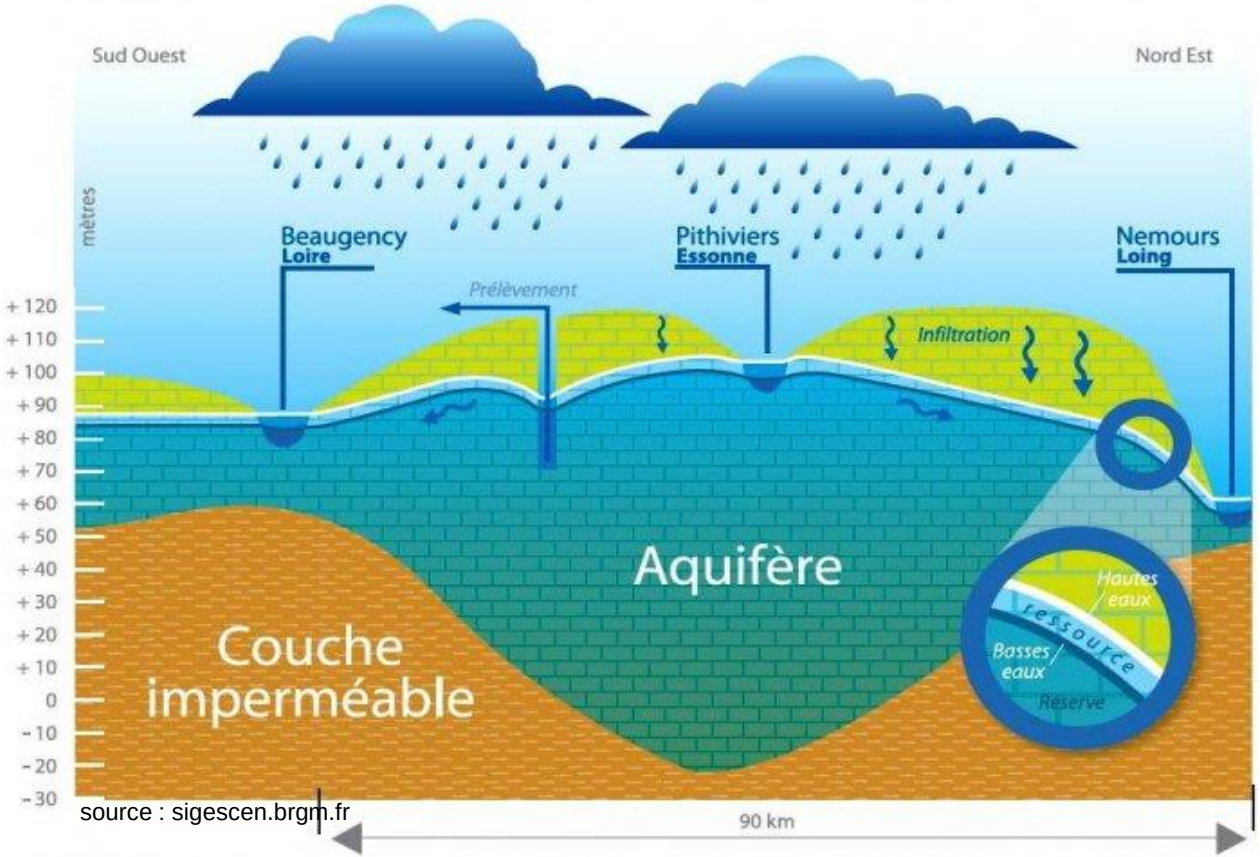
Soutien des cours d'eau

80 à 100% du débit des cours d'eau peuvent provenir des nappes durant l'été

Alimentation des sources

71 657 sources connues

Nappe des calcaires de Beauce



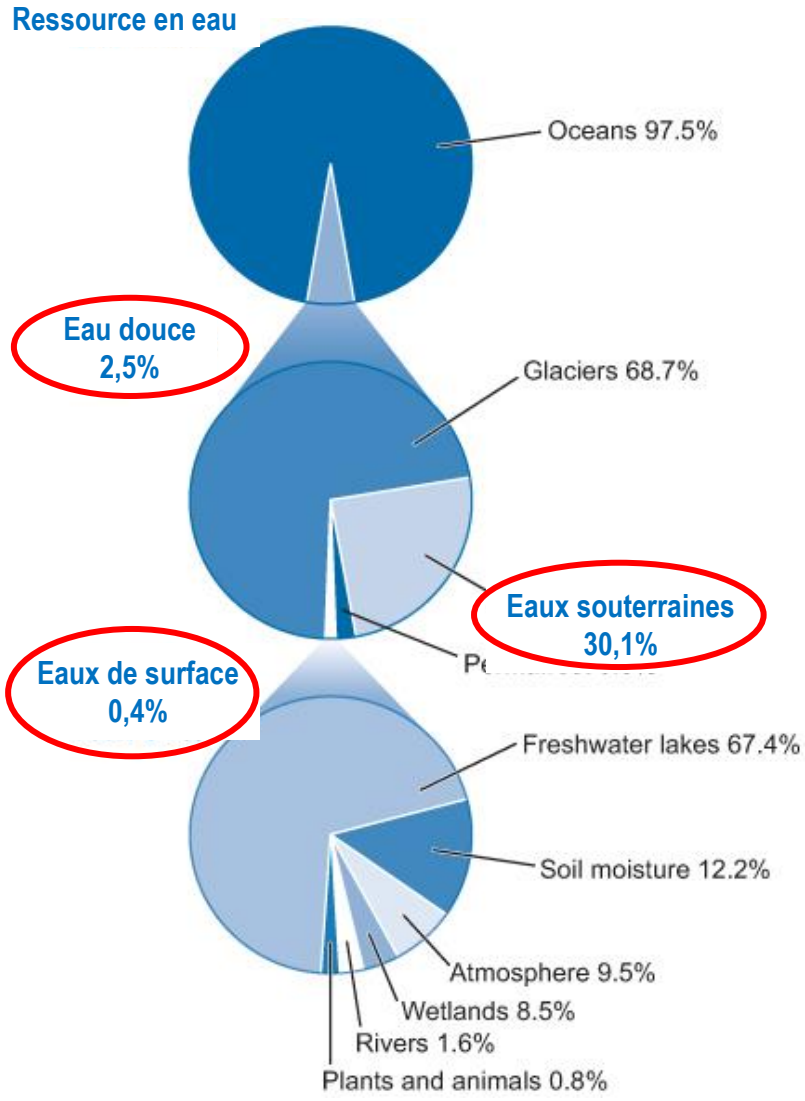
source : sigescen.brgm.fr

Echanges avec zones humides

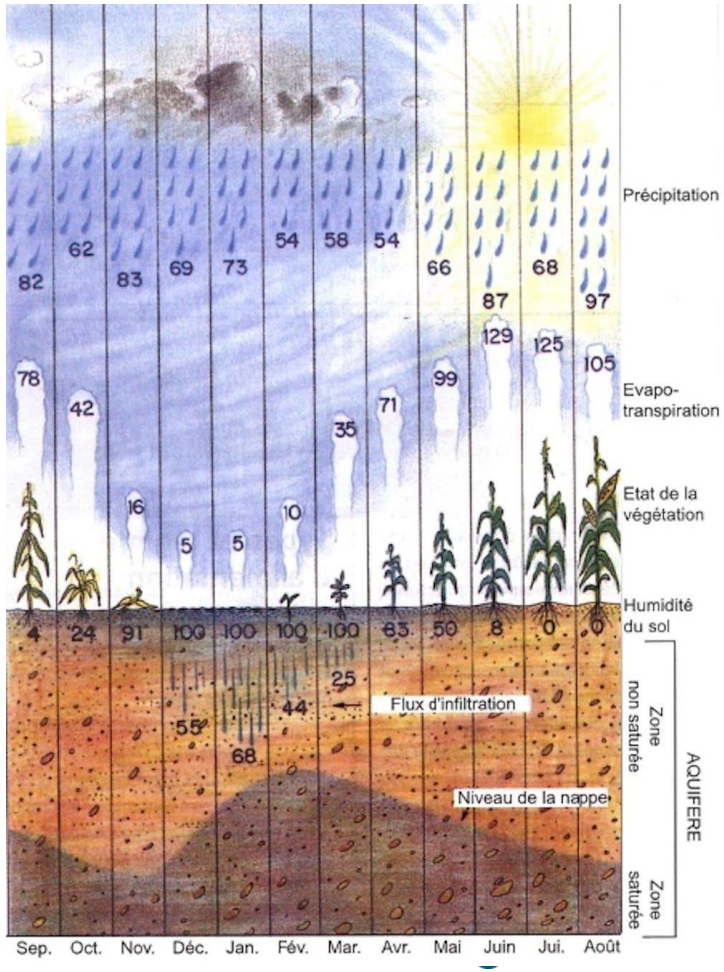
Relations étroites avec de nombreux marais, étangs, tourbières, prairies humides, et donc

Faune et flore associées à ces milieux

Une Ressource en eau douce « limitée » dépendante des réserves en eaux souterraines – l'invisible



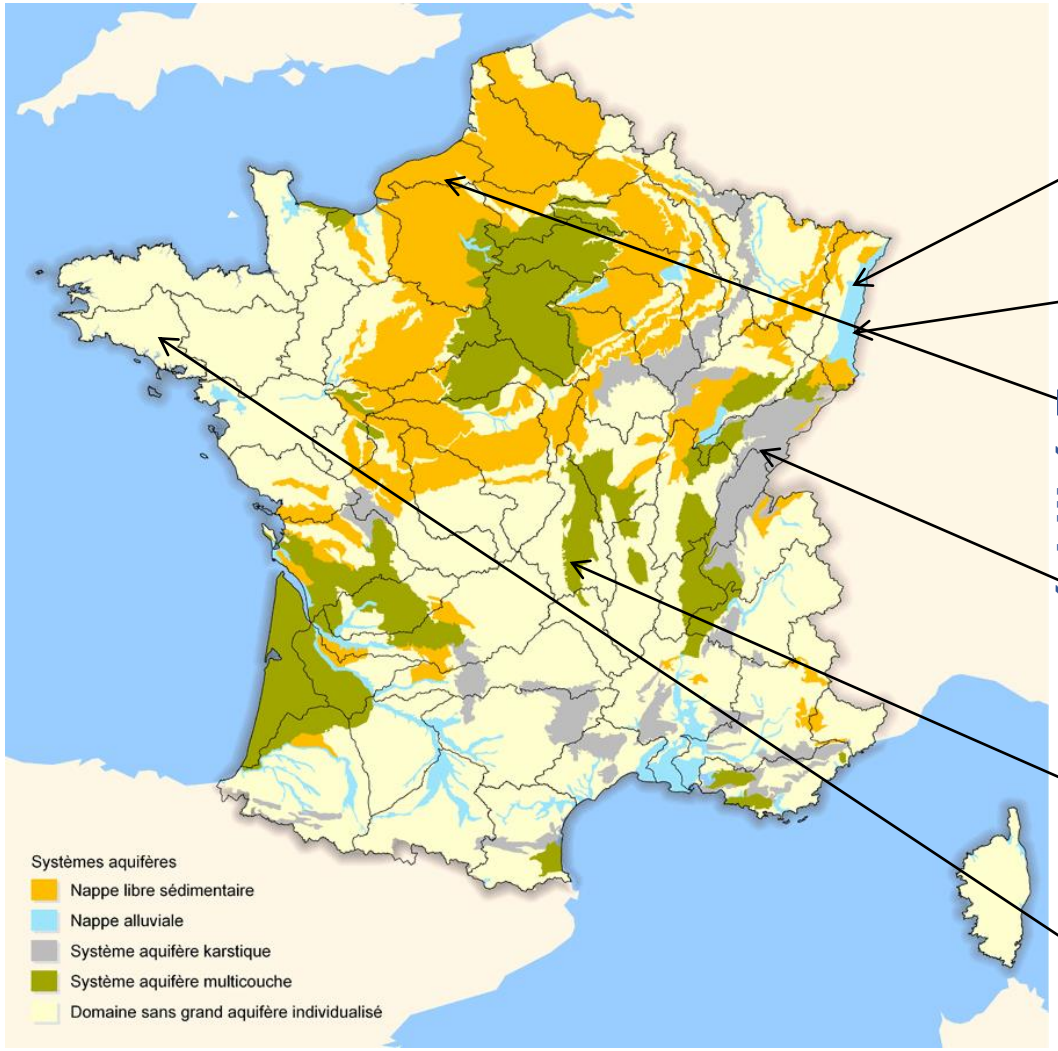
- **Eaux souterraines** représentant 30% des 2,5% d'eaux douces de la planète bleue : la seconde ressource d'eau douce après les glaciers
- Ressource reconstituée par **l'infiltration** dans le sol des précipitations et via les cours d'eau



Source: OFB, 2018

Des nappes de nature et réactivité très variées

La France dispose de 6500 aquifères, dont 200 aquifères d'importance régionale (superficie entre 1000 et 100 000km²), abritée par des roches variées



BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — WWW.BRGM.FR

Perméabilité ↗

graviers

sables

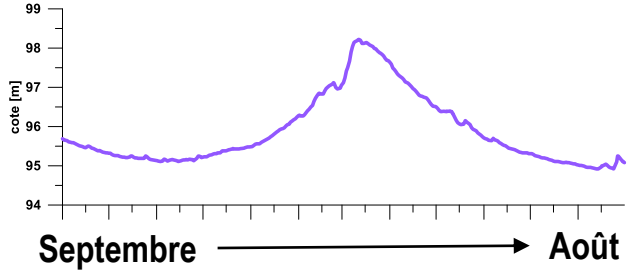
craie

Calcaires +/- karstique

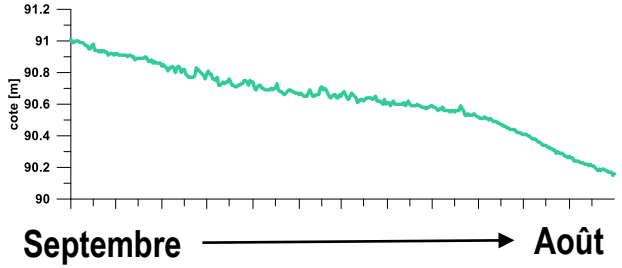
Roches volcaniques

granites

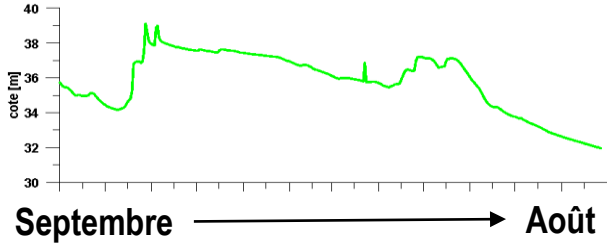
Aquifères sédimentaires :
Double cyclicité : saisonnière et pluriannuelle



Craie, calcaires de Beauce :
Forte inertie, nappe de grande capacité

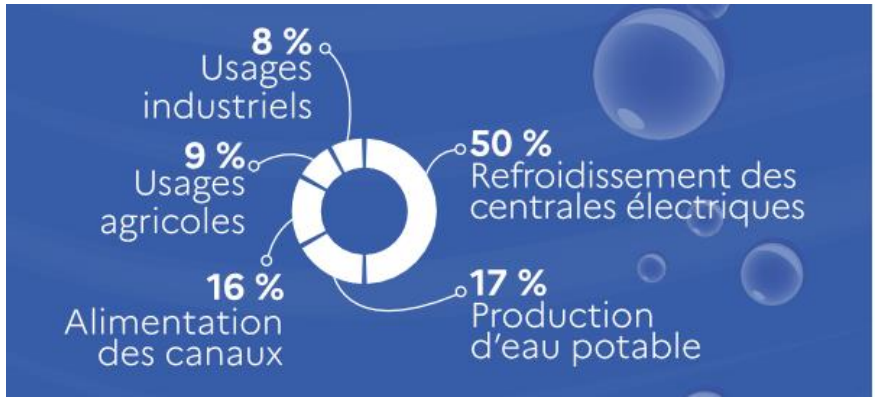


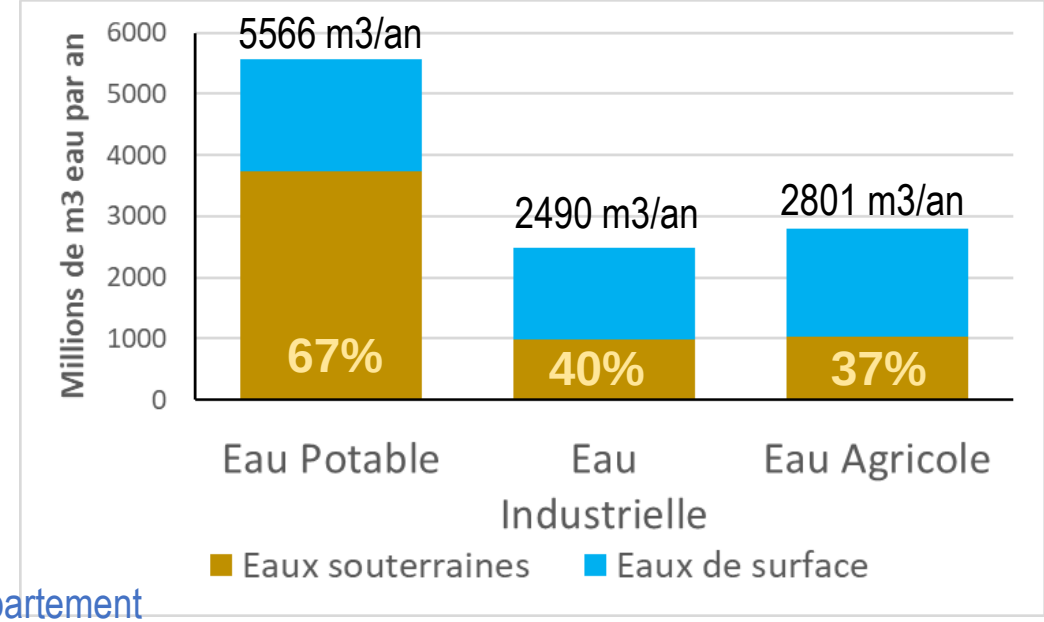
Karst :
Réactions rapides + tendance saisonnière, secteurs sans grandes nappes



Géosciences pour une Terre durable
brgm

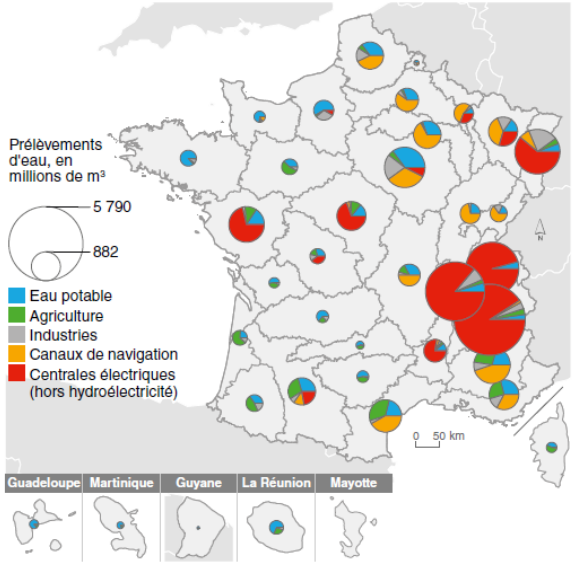
Usages de l'eau souterraine – Une affaire de territoires !





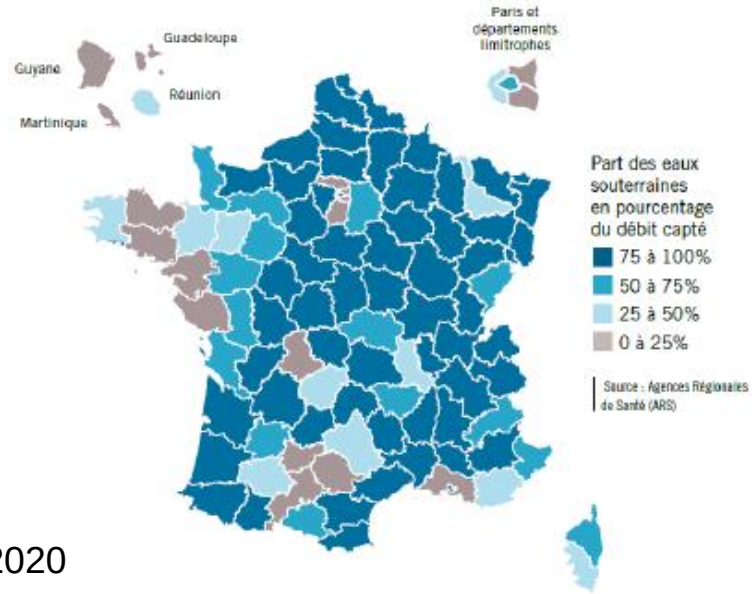
- Les usages et l'origine de l'eau consommée dépendent fortement des régions ➔ chaque territoire a sa spécificité

Répartition des usages de l'eau par bassin



BRGM — *Source : OFB, Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau. Traitements : SDES, 2020*

Part des eaux souterraines par département



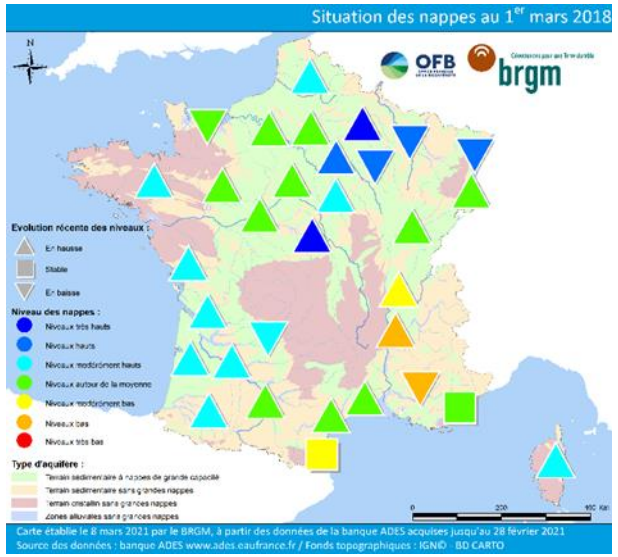
SDES, 2020

- Les usages et l'origine de l'eau consommée dépendent fortement des régions ➔ chaque territoire a sa spécificité

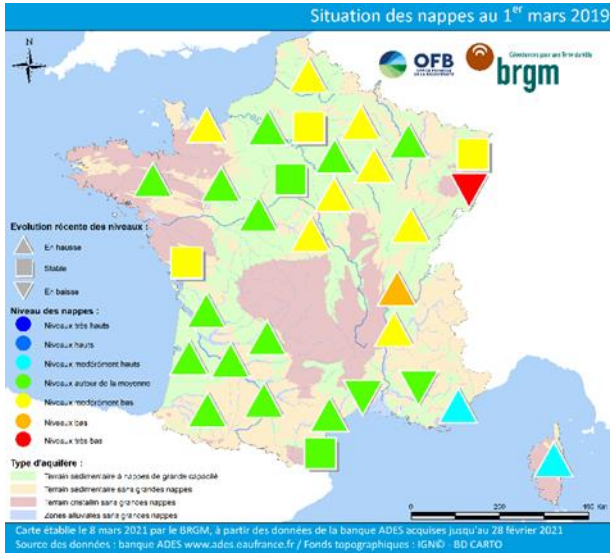
Géosciences pour une Terre durable
brgm

Nappes d'eau souterraine - BRGM

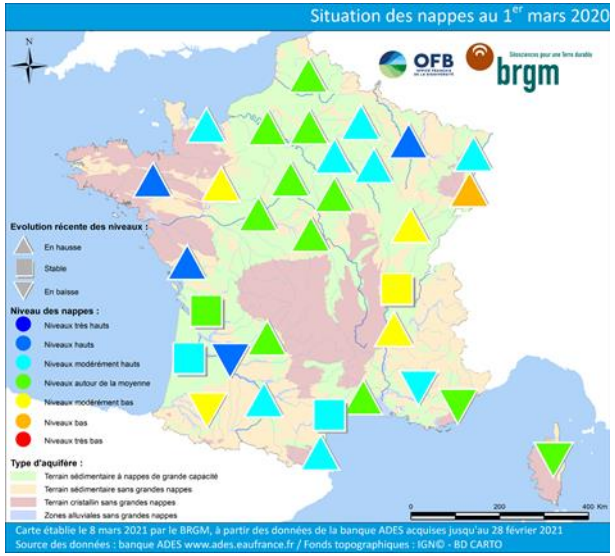
Comparaison des situations des nappes en mars (2018 à 2022)



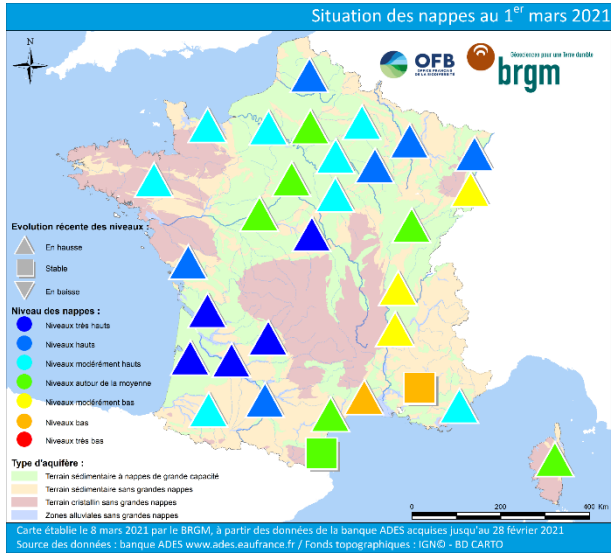
2018



2019



2020

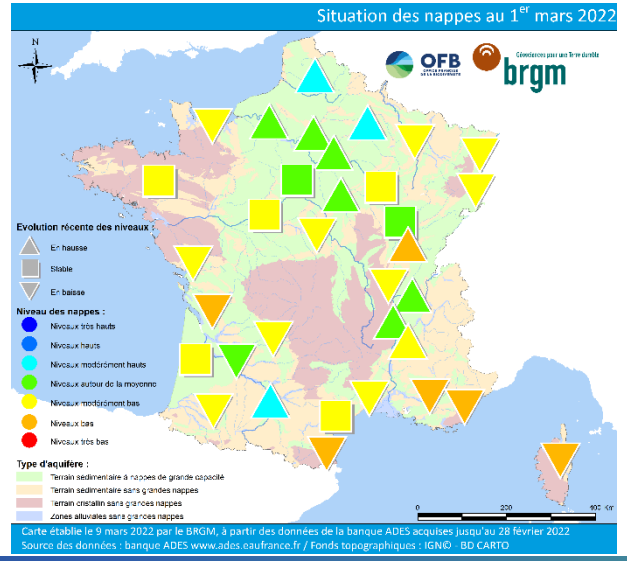


2021

Situation en février dépendante :

- des niveaux enregistrés en étiage
- et de la recharge (pluies efficaces d'octobre à mars-avril)

Février 2022 : situation peu favorable - en-dessous des 4 années précédentes



2022

Niveau des nappes :

- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux autour de la moyenne
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux très bas

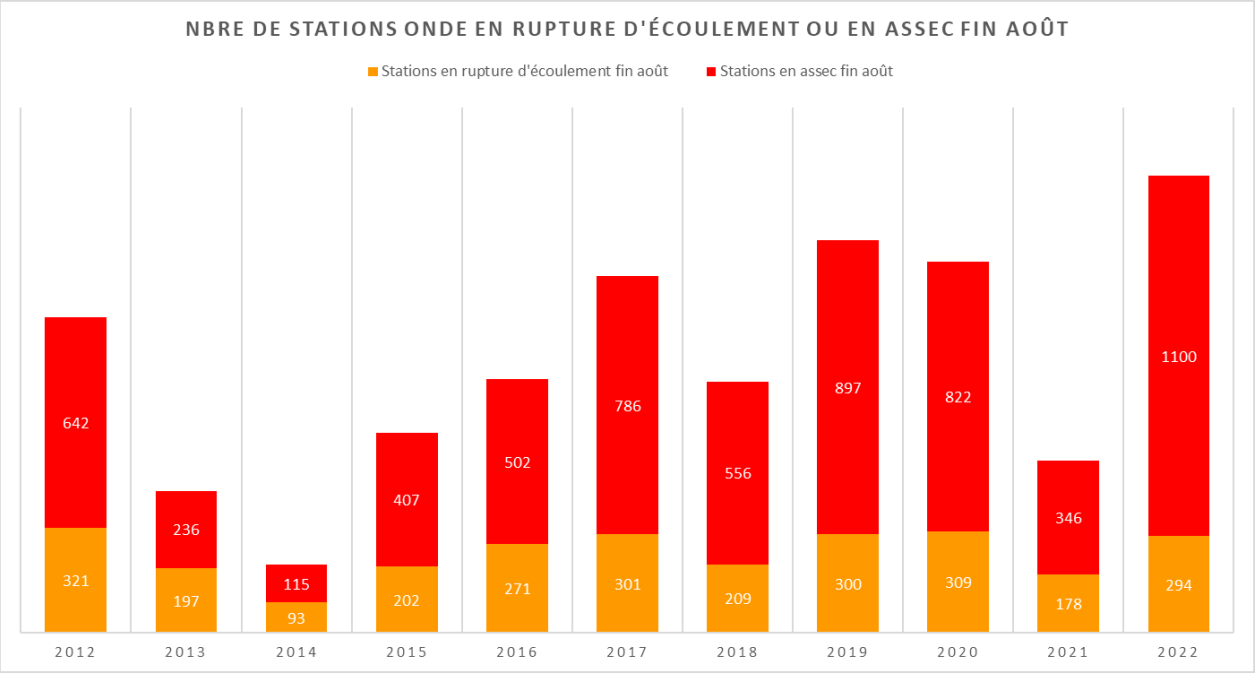
Evolution récente

- En hausse
- Stable
- En baisse

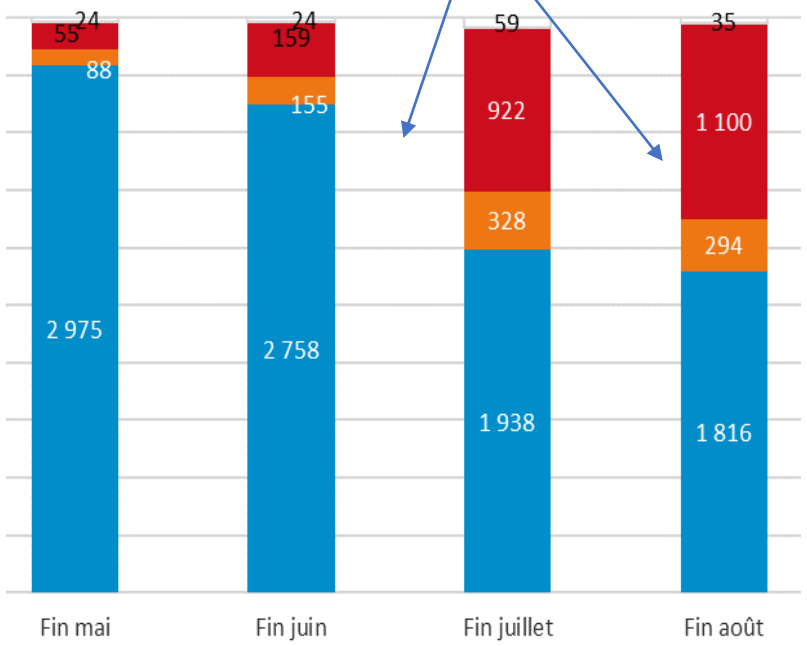
Géosciences pour une Terre durable
brgm

Situation sur les cours d'eau en 2022 en France

OFB, Observations ONDE

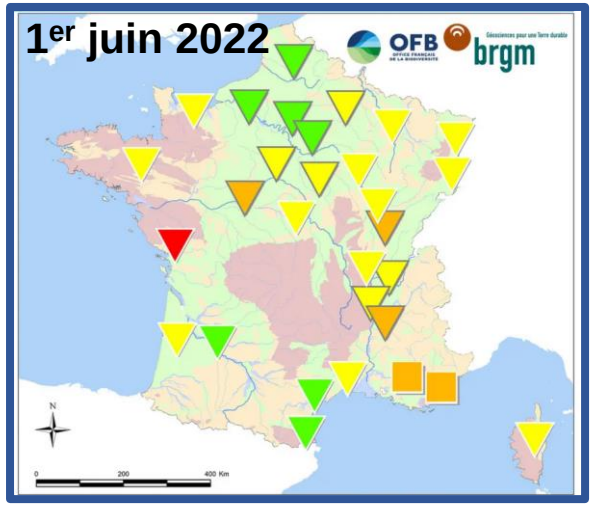


Forte accélération des assèchements et poursuite de la dégradation

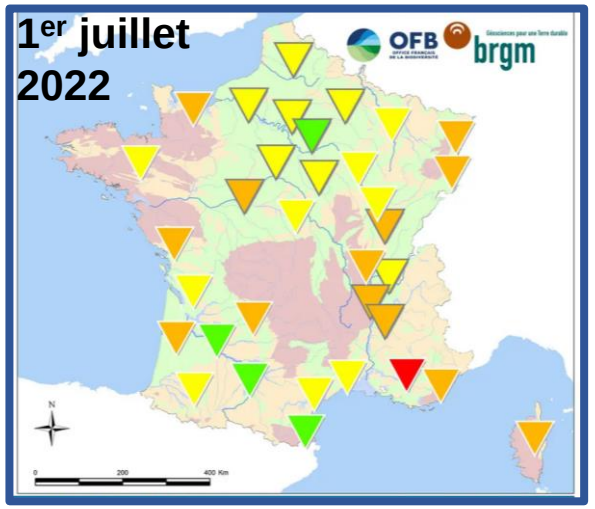


Géosciences pour une Terre durable
brgm

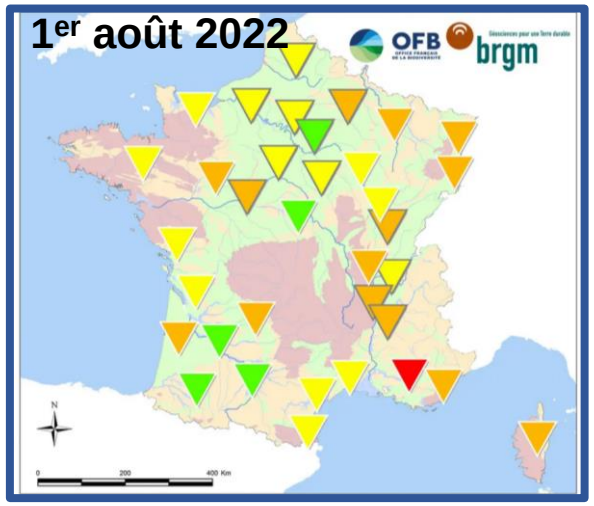
Evolution de la situation des nappes depuis juin 2022

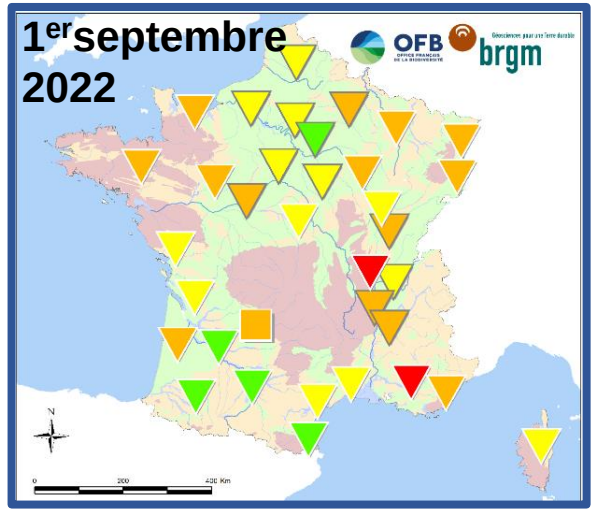


Situation dégradée dès le printemps dû à recharge hivernale déficitaire

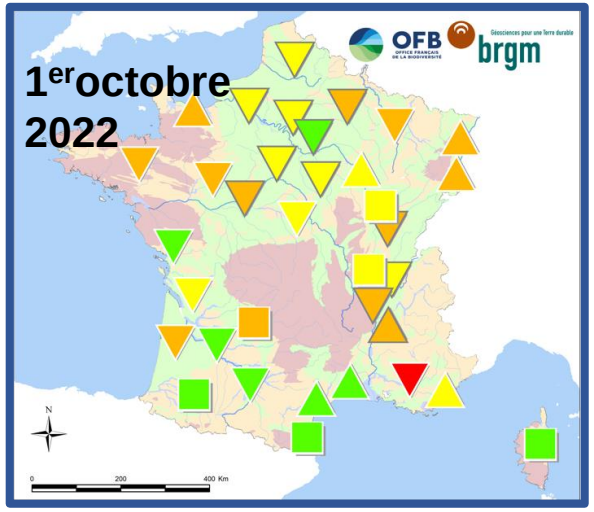


Dégradation rapide des niveaux de nappes : sécheresses météorologique et des sols engendrant une forte demande en eau





Les niveaux continuent à baisser ▽ mais ralentissement de la vidange en juillet-août (effet positif des restrictions d'usage)
Un grand nombre de nappes affichent des niveaux bas (▼) à très bas (▼)



Peu d'impact des pluies de septembre > peu d'évolution - Petite recharge sur les nappes de l'est et sud-ouest du territoire

Evolution récente des niveaux :
- En hausse
- Stable
- En baisse

Niveau des nappes :
- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux autour de la moyenne
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux très bas

Type d'aquifère :
- Nappe réactive
- Nappe inertielle
- Terrain sédimentaire à nappes de grande capacité
- Terrain sédimentaire sans grandes nappes
- Terrain cristallin sans grandes nappes
- Zones alluviales sans grandes nappes

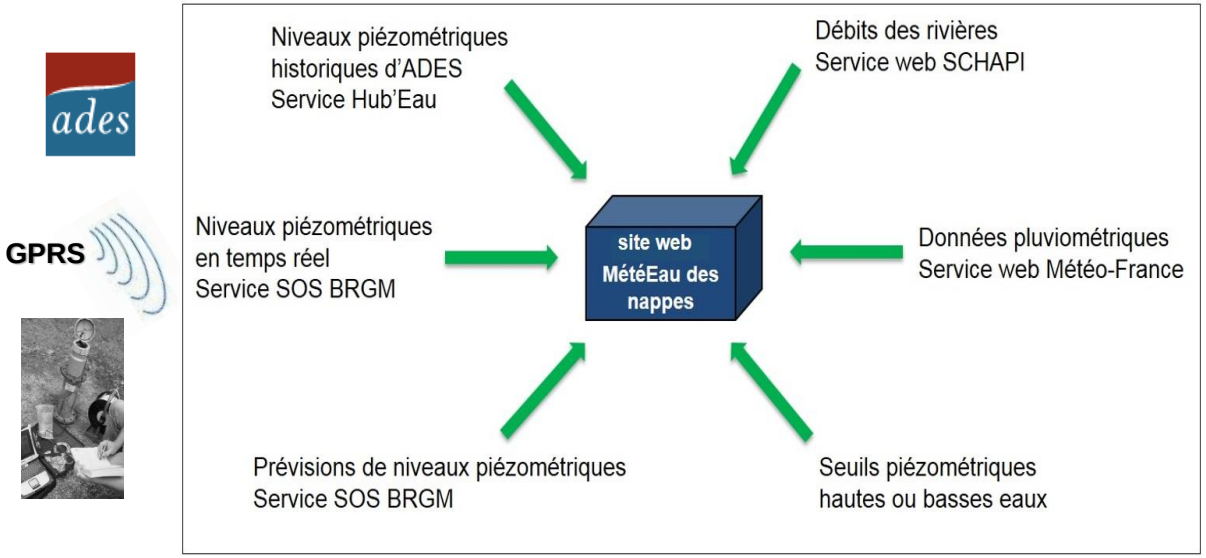
➔ Préconisations :

- **Maintenir les restriction d'usages pour les eaux souterraines jusqu'à l'entrée de l'hiver pour préparer 2023**
- **Réaliser un inventaire des communes s'alimentant exclusivement à partir des eaux souterraines afin de porter une vigilance accrue sur ces situations**

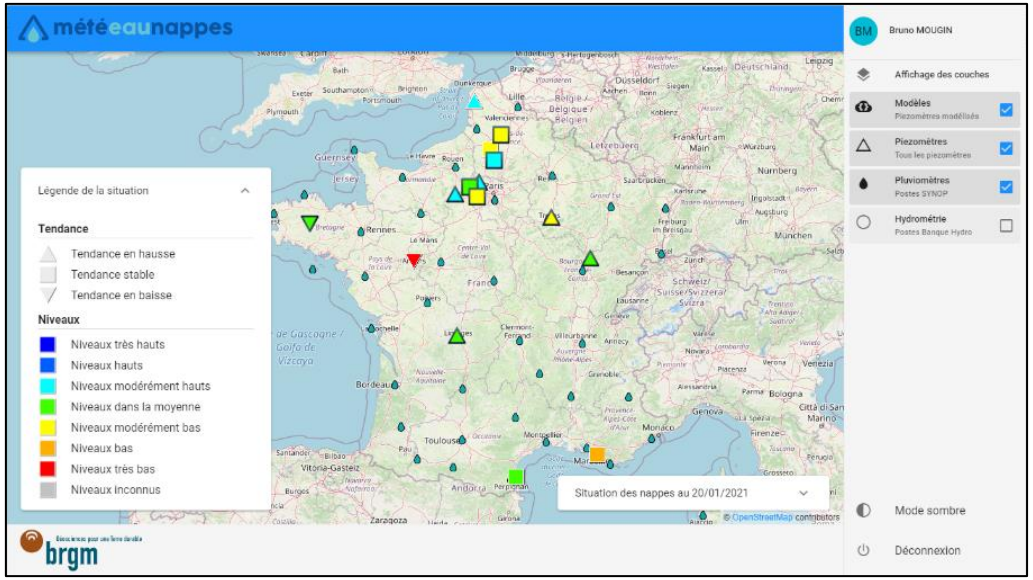
Géosciences pour une Terre durable
brgm

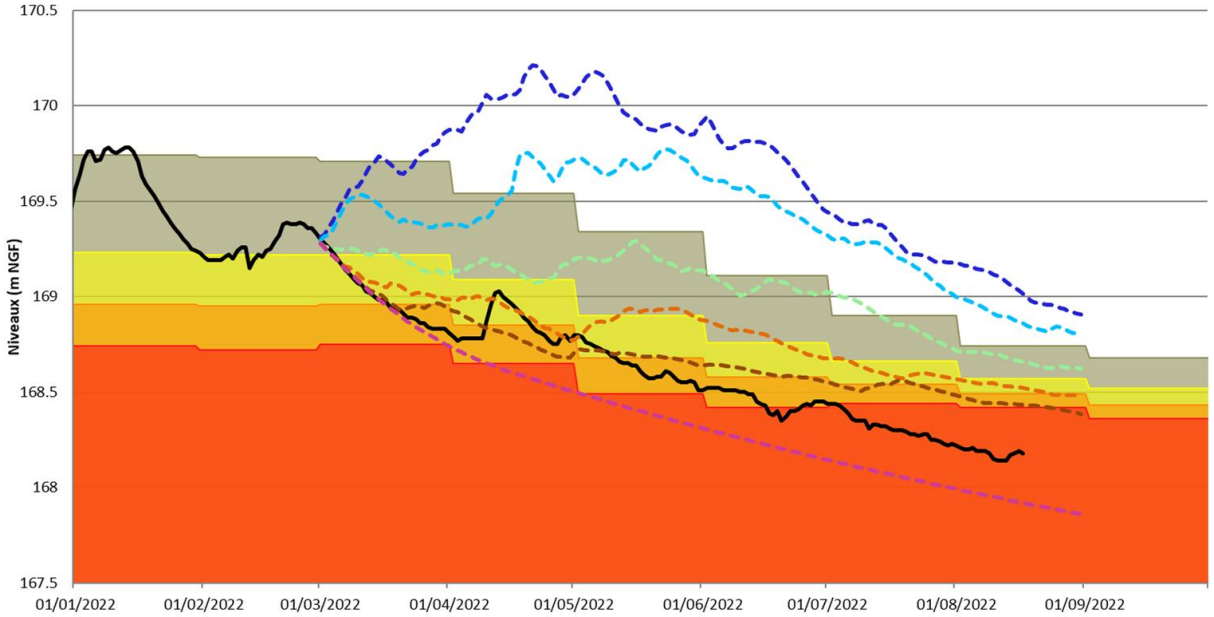
Un nouvel outil de gestion prévisionnelle à l'échelle de l'année

La connaissance des aquifères + outils de modélisation prédictive ➔ anticipation des évolutions des nappes



https://meteeaunappes.brgm.fr/

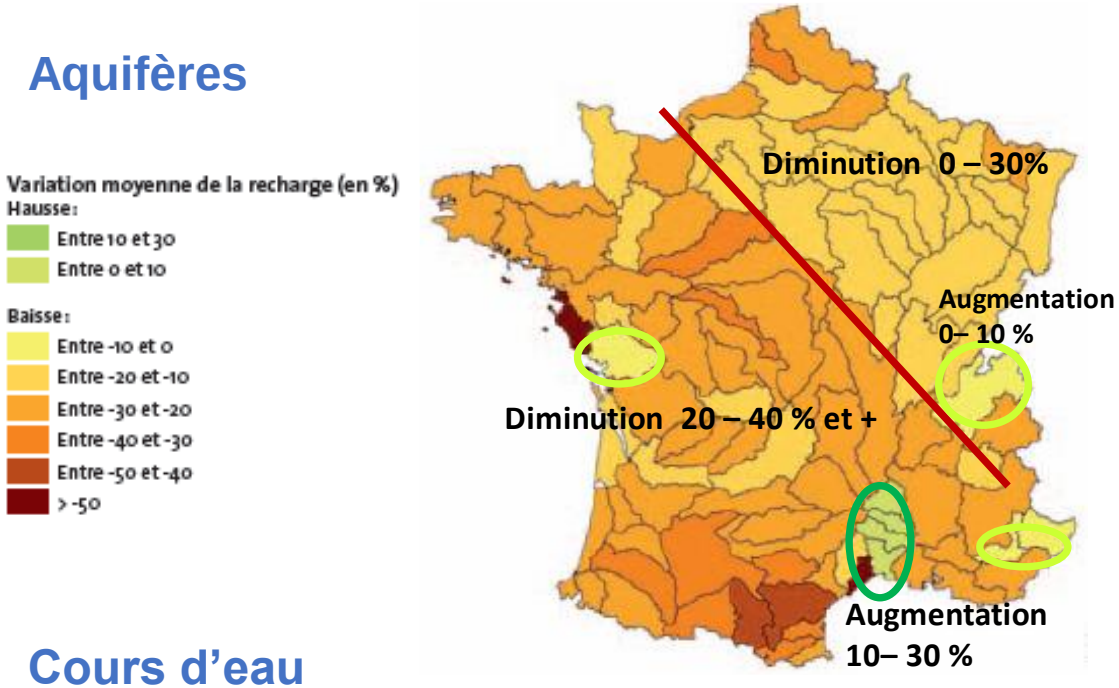




IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

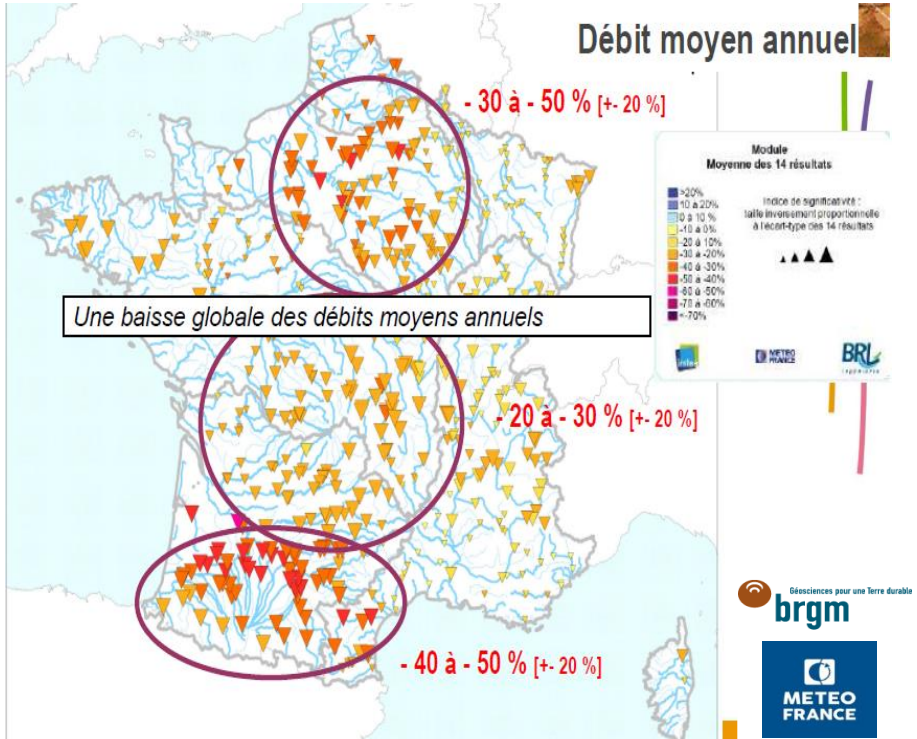
L'enjeu crucial des ressources en eau

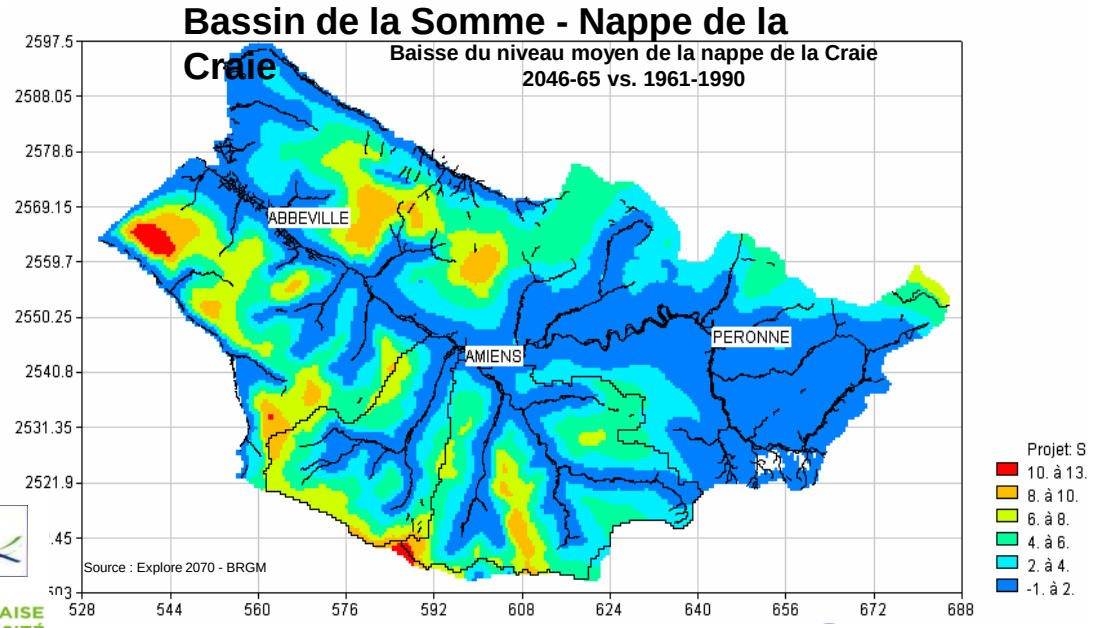
Aquifères



« Une grande majorité (~80%) de toutes les mesures actuelles d'adaptation sont aussi reliés à l'eau (variabilité des pluies, sécheresses, inondations, épuisement des eaux souterraines, teneur en eau des sols) » (rapport GIEC)

Cours d'eau

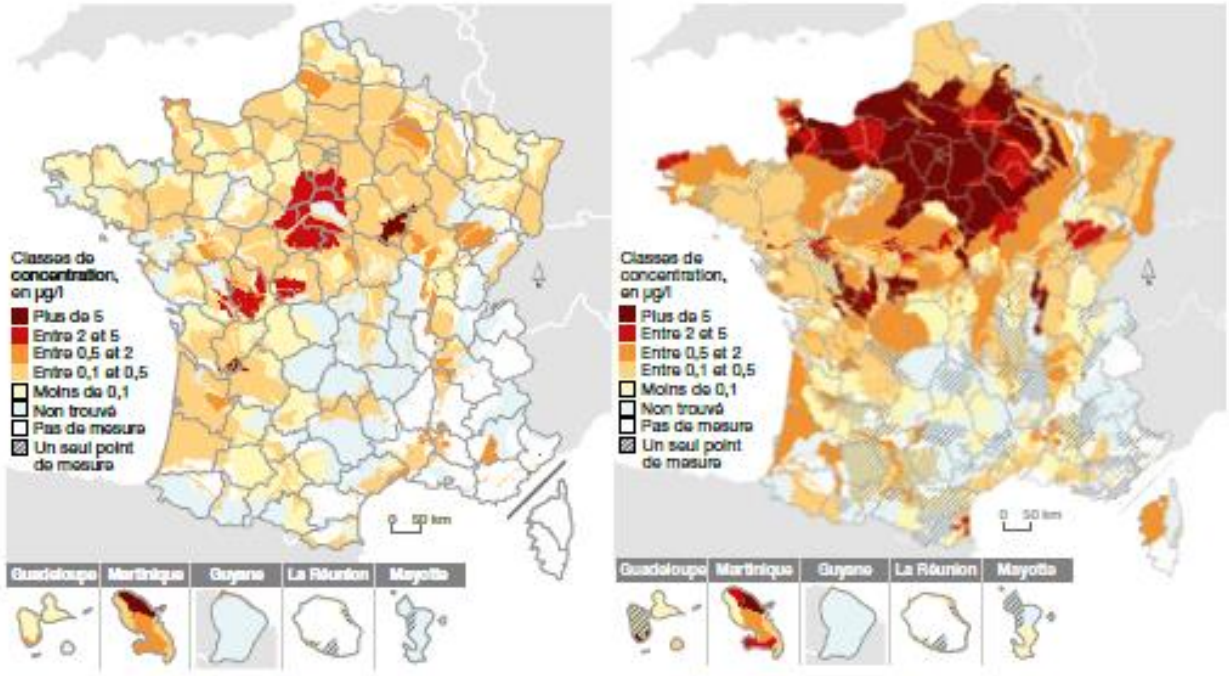




Une quantité qui peut aussi être altérée par les pollutions

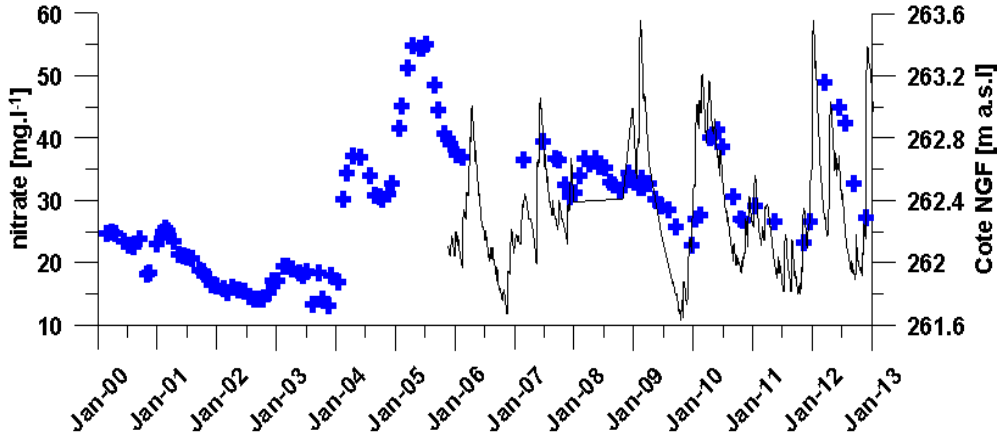
- **Connaissance variable : aux substances recherchées**
- Évolution de la qualité chimique en lien avec celles des pressions ET des hauteurs d'eau (effet de dilution, désorption en zone non saturée)
- Comportement très varié des éléments chimiques dans le milieu

CONCENTRATION MOYENNE EN PESTICIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES, EN 2010 (CARTE DE GAUCHE) ET EN 2018 (CARTE DE DROITE)

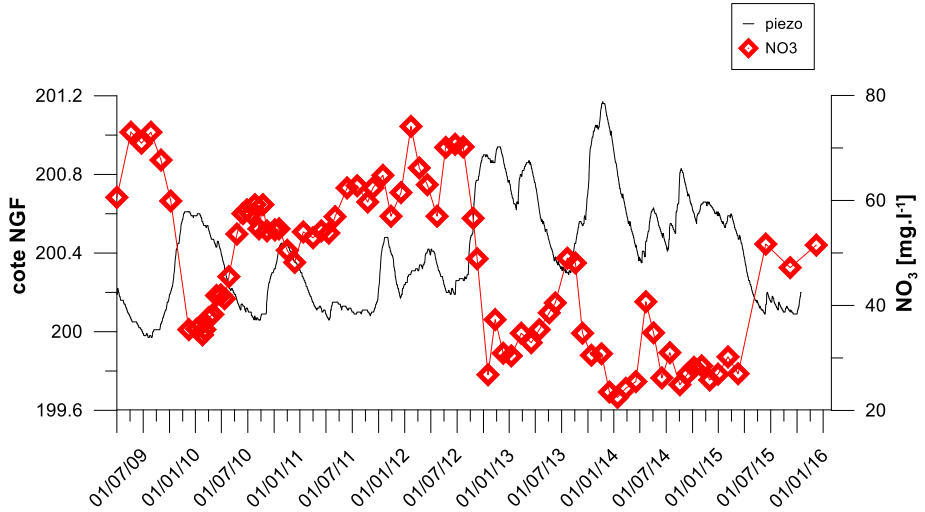


Note : sont présentées ici uniquement les masses d'eau les plus proches du niveau du sol et les plus exposées.
Champ : France entière.
***Source :** Eaufrance, ADES (données sur la qualité des eaux souterraines). Traitements : SDES, 2020*

hausse NO_3 et hausse niveau

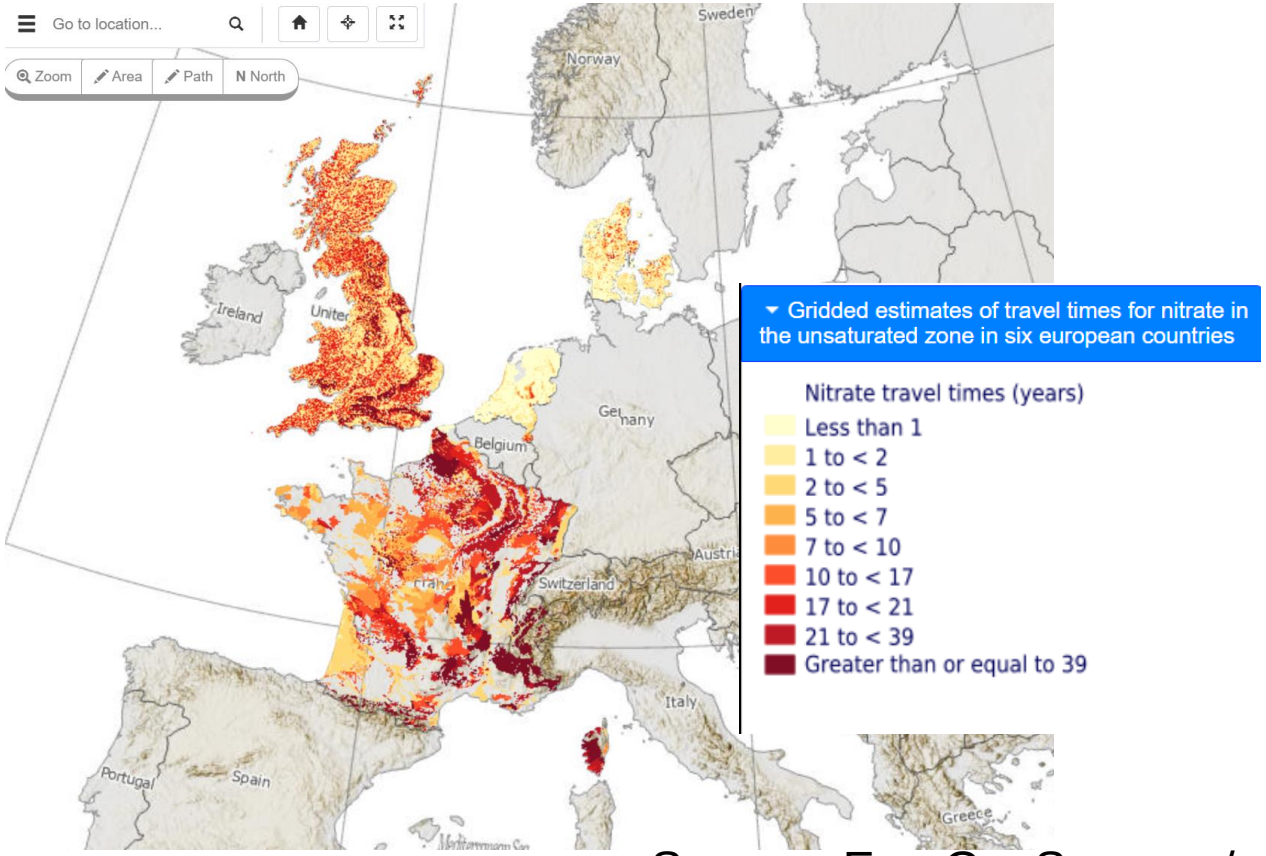


Baisse NO_3 et hausse niveau

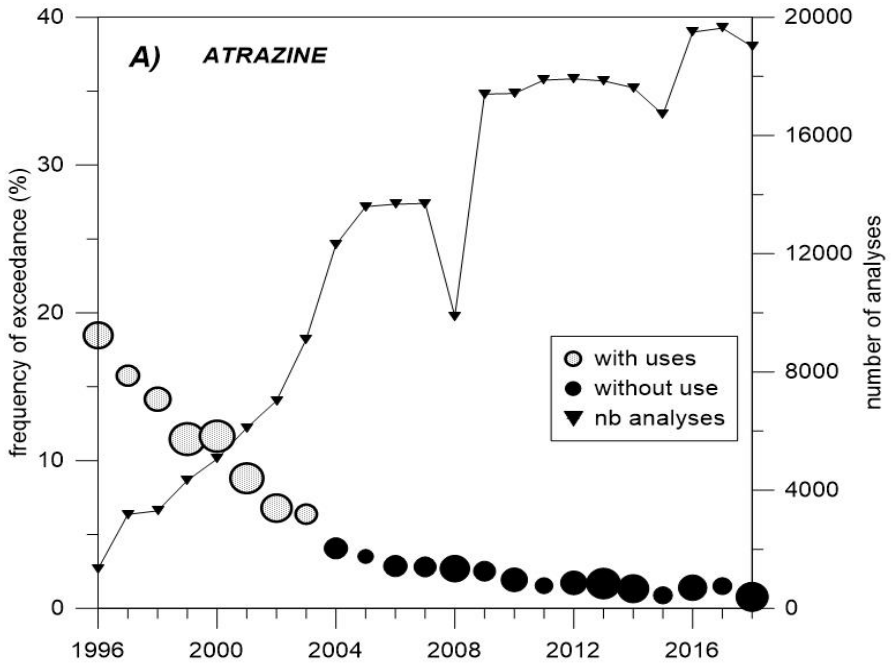


Une qualité qui peut varier dans le temps

- **Fonction des conditions locales**
  - Prendre en compte les processus d'atténuation naturelles que sont le temps de transfert et la dénitrification
  - Requis pour évaluer les progrès et l'efficacité des actions entreprises, notamment les politiques thématiques



Source : EuroGeoSurveys / GeoERA

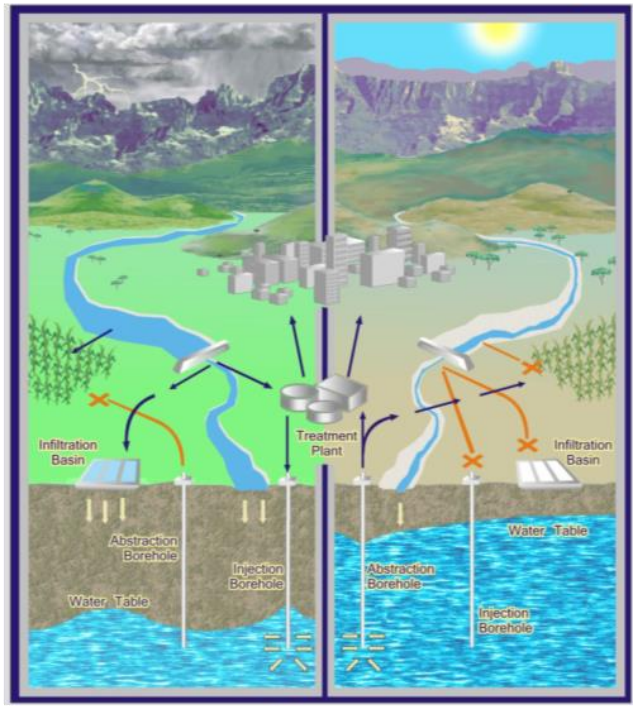


Effet du retrait d'usages se voyant à moyen terme : ~15 ans après l'arrêt, et avec encore des dépassements du seuil réglementaire 0,1 µg/l.

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Un exemple de mesure d'adaptation: La recharge maîtrisée des aquifères

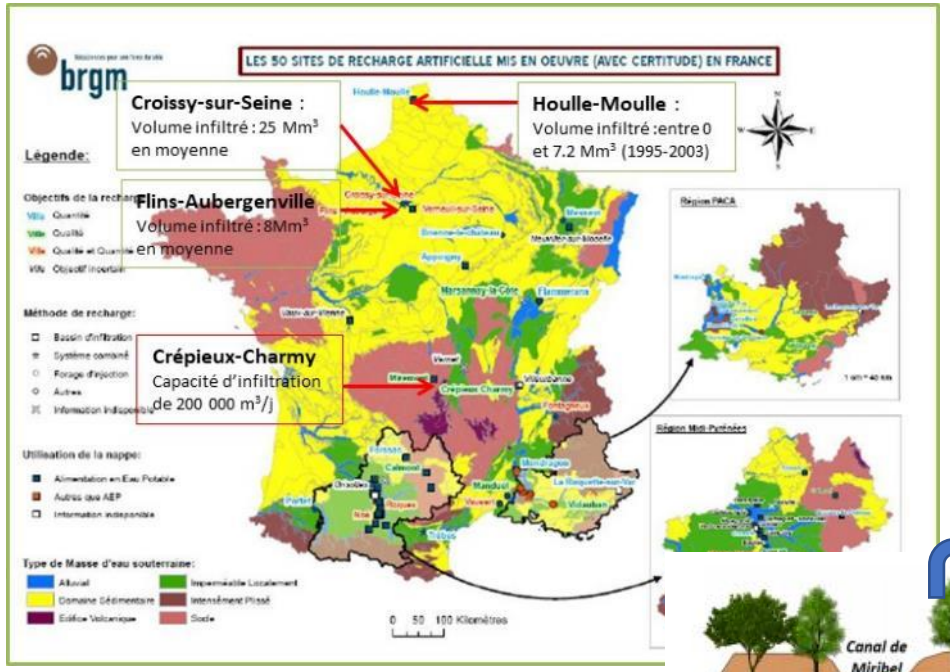
En période de besoin, l'eau stockée dans l'aquifère est réutilisée (pompage)



Murray et al. (2007)

Quand l'eau est en surplus elle est transférée vers l'aquifère qui stocke l'eau engendrant un rééquilibre de la nappe

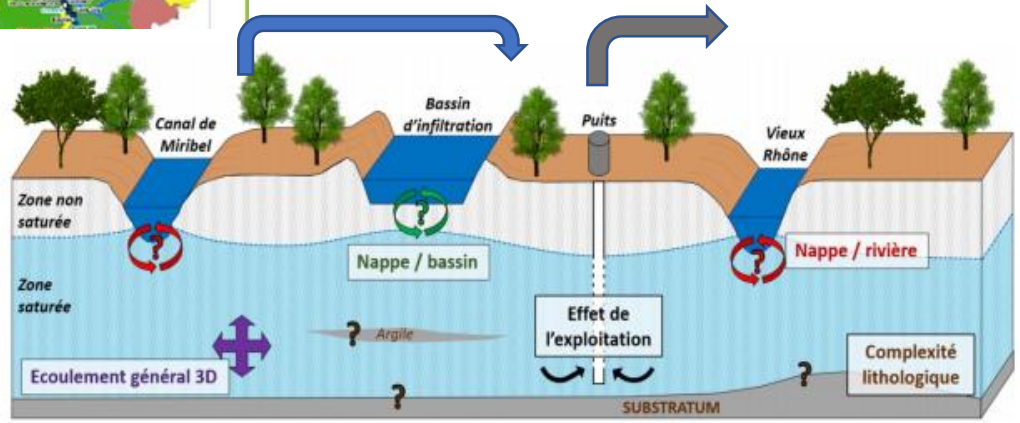
- La recharge, une solution complémentaire :
  - *À la réduction des prélèvements et émissions polluantes*
  - *A adapter à l'évolution des besoins tout en l'encadrant*
- Déjà utilisé en France, avec des volumes significatifs



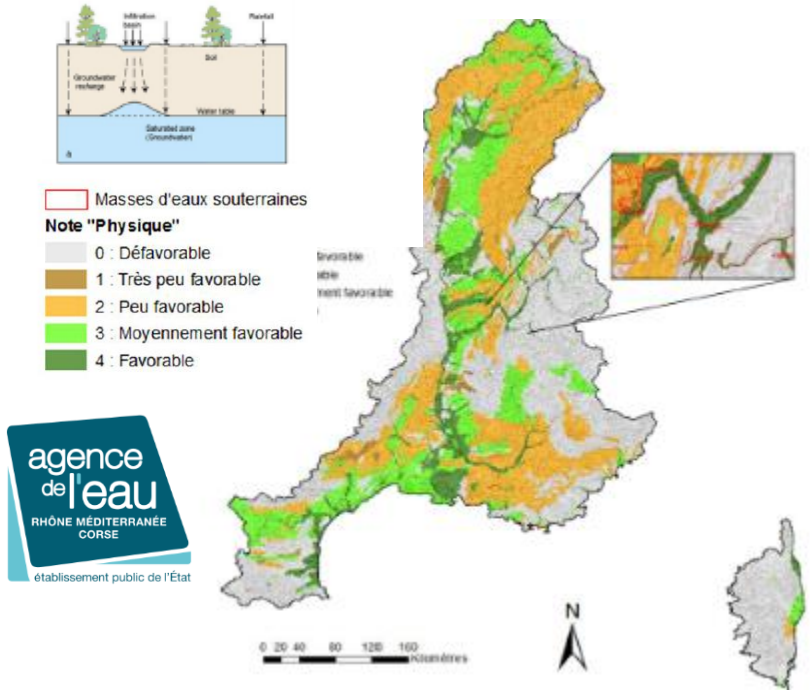
Crépieux-Charmy (69)

8400 m³ /h

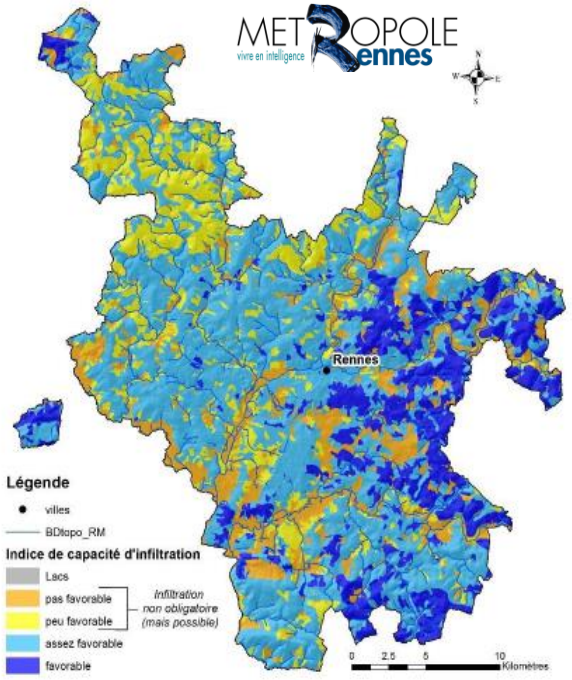
9000 m³ /h



Gestion de la recharge à l'échelle d'un territoire



Faisabilité par analyse multicritères à l'échelle du bassin (projet BRGM-AERMC)

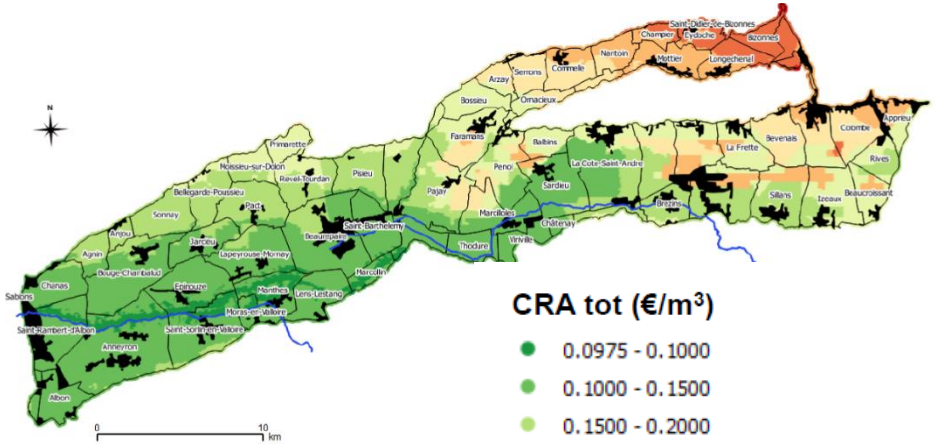


Infiltration eaux de pluies en milieu urbain et péri-urbain Rennes Métropole (projet Phoebus)

CARTOGRAPHIE ISO-COÛT

CAS 1: PLAINE DE BIÈVRE-LIERS-VALLOIRE

Qr	Nj	Ressources
5 Mm³/an	243j	Le Rival / La Raille (à l'est)
		Les Collières (à l'ouest)



Couplage avec critères économiques - échelle du site pilote

Types de MAR	Coût moyen/m³ d'eau rechargée aux USA ($)
Avec Eau usée traitée	1.46 - 1.5
Avec eau conventionnelle	0.19 (bassin) - 0.45

D'après Ross et Adnain, 2018

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Une gestion raisonnée nécessite un équilibre entre ressources et prélèvements

- **Connaissance des ressources et des besoins dans le temps - sur chaque territoire**
  - **Connaissance variable** selon les territoires

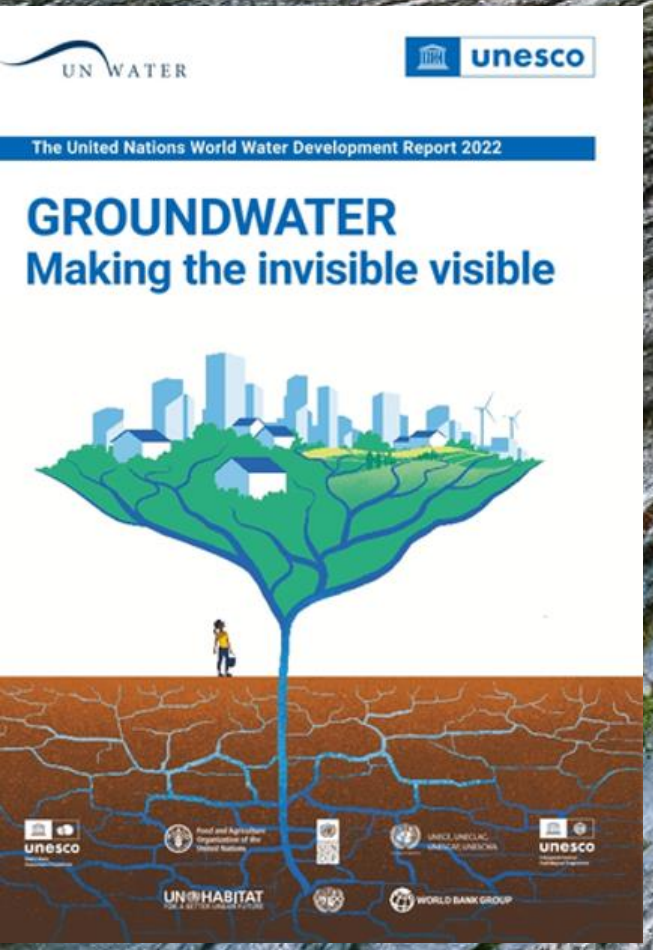
- **Forts enjeux de suivi des aquifères et des prélèvements :**
  - des niveaux des nappes, ce qui nécessite de **renforcer les réseaux d'observations** tant au niveau national que régional
  - de la **qualité** des nappes : nombreuses substances pour lesquelles il faut anticiper le comportement et le devenir
  - De tous les **volumes prélevés**, à une fréquence plus rapprochée compatible avec les enjeux de gestion

- **Des pistes pour anticiper les situations futures et la résiliences des territoires**
  - Nécessite des **modèles prédictifs robustes,** pour des échelles de temps de quelques mois (gestion) à quelques dizaines d'années (changement climatique)
  - Développer des **outils d'aide à la décision** pour assurer le juste partage des ressources pour une gestion collective pertinente
  - Des solutions à **adapter aux différents territoires** et aux échelles de temps

Géosciences pour une Terre durable
brgm

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Géosciences pour une Terre durable
brgm



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

anr

FRANCE RELANCE

FRANCE 2030

OneWater
Eau Bien Commun

3 établissements porteurs
10 partenaires

Géosciences pour une Terre durable
brgm

cnrs

INRAE

d.darmendrail@brgm.fr