

AQUATHERMIE

Collecte, Bancarisation, Traitement
et Visualisation des données hydrothermiques

12
05
26

Enjeu : impact croissant de facteurs anthropiques et climatique sur la ressource en eau

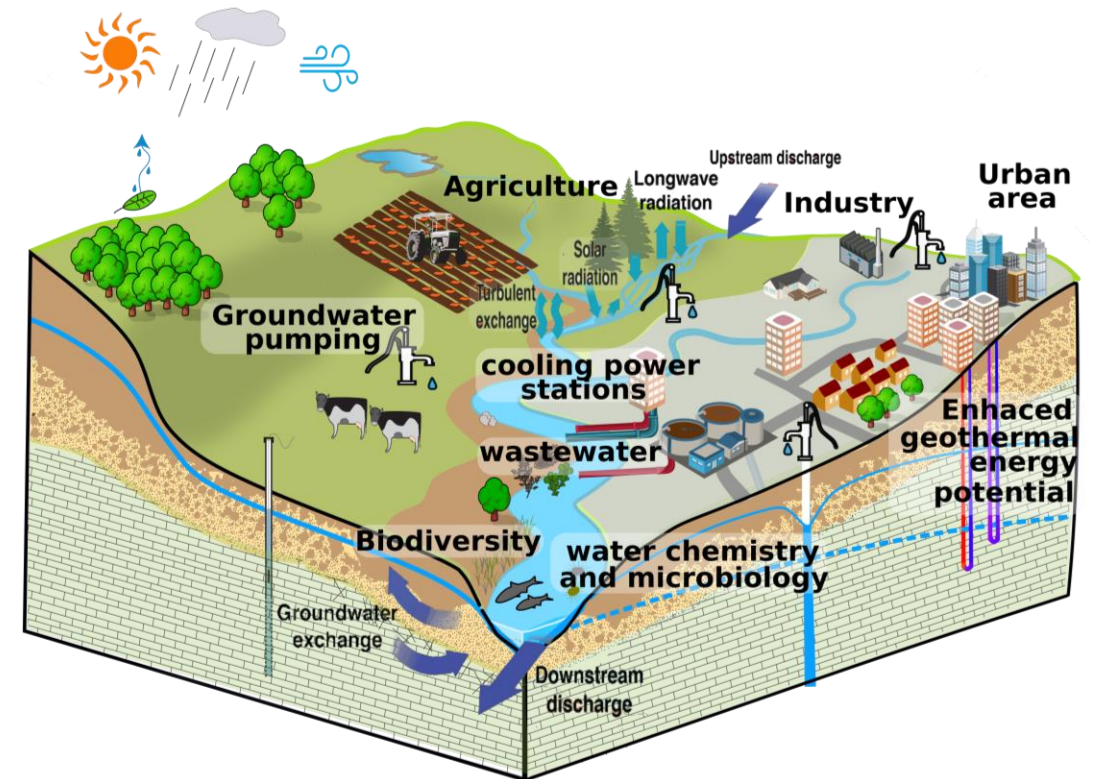
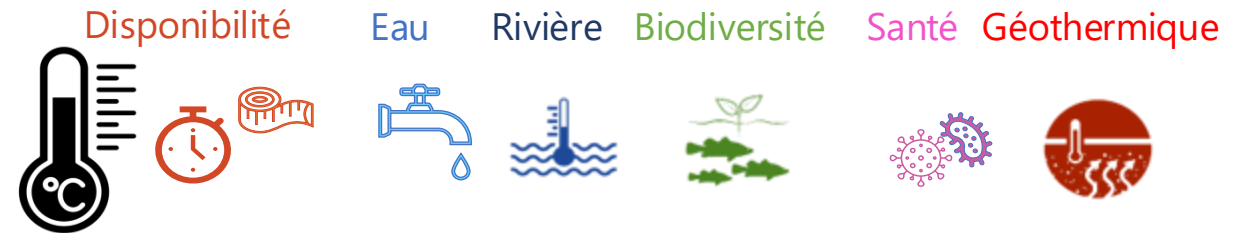
► Facteurs naturels

- Climat et propriétés thermiques du sous-sol
- Échanges nappe–rivière

► Facteurs anthropiques

- Infrastructures enterrées
 - Pompages d'eau
 - Flux de chaleur anthropiques
 - Usages géothermiques
- Les eaux de surface et souterraines (< 200 m) sont une ressource essentielle dans la vallée de la Seine

→ La densification des usages augmente les interférences thermiques : enjeu majeur pour les industriels et les collectivités



Nexus eau – énergie – alimentation

➡ Les cycles de l'eau, de l'énergie et des usages agricoles sont fortement interconnectés

- **Ressources limitées**

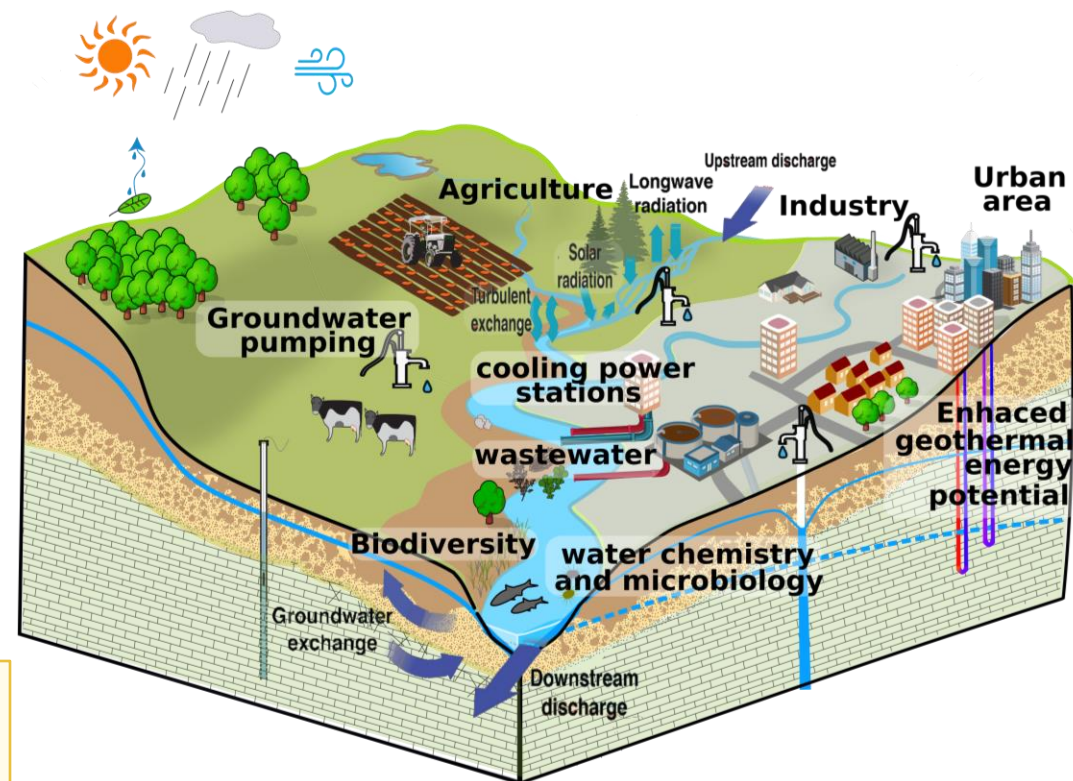
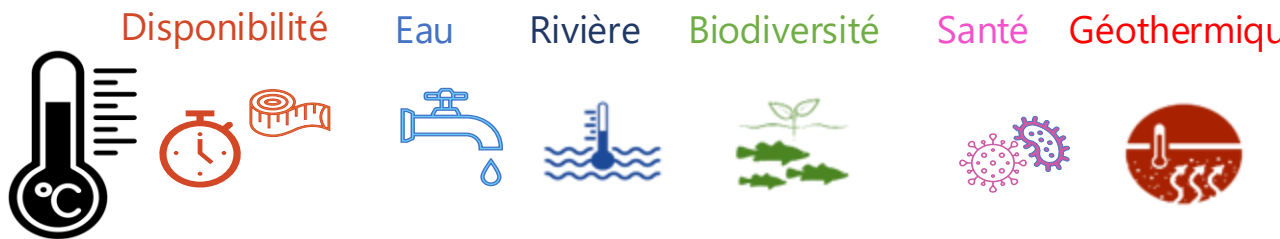
- **Pressions croissantes**

- ➡ Pressions accrues sur les ressources en eau (eau potable, agriculture, industrie)
- ➡ Développement rapide des usages énergétiques souterrains (géothermie, pompes à chaleur)

- **Conséquences**

- ➡ Impacts thermiques croisés entre usages
→ nécessité d'un pilotage coordonné eau / énergie
- ➡ Concurrence accrue entre secteurs en période de tension hydrique et thermique

→ **Besoin de données fiables de température pour anticiper les interactions eau – énergie**



Pourquoi AquaThermie ?

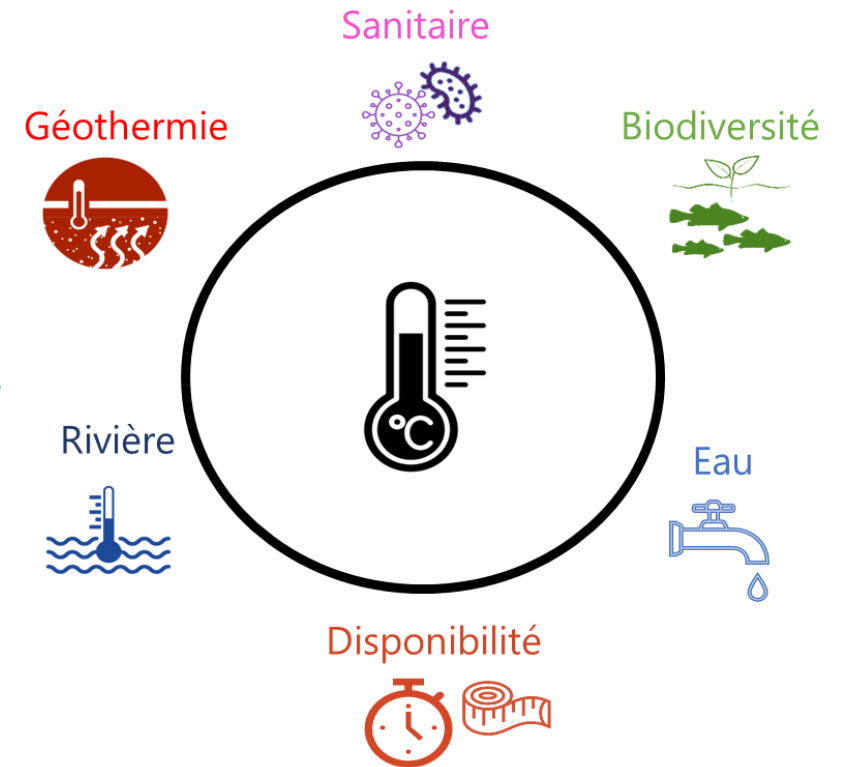
► AquaThermie : un projet opérationnel à l'interface eau – énergie

► Objectif

Construire une base de données commune et développer des outils de bancarisation, de traitement, de visualisation des données ainsi que des outils d'aide à la décision, mis à votre disposition pour optimiser les usages eau & énergie

► Enjeu

Garantir la disponibilité de la ressource et la performance des installations



→ AquaThermie fournit un cadre commun pour analyser, partager et optimiser les usages eau & énergie

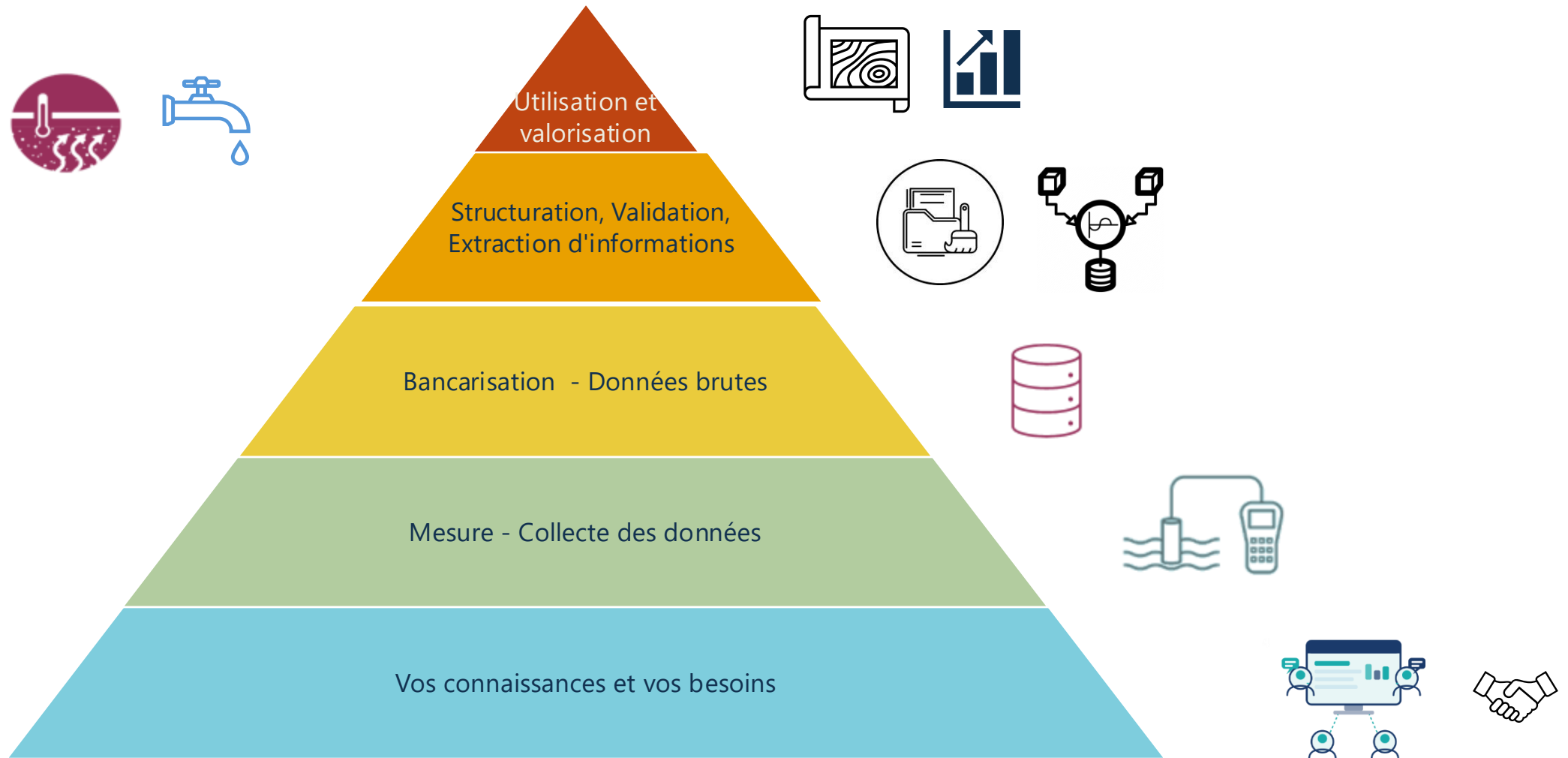
Ces interactions ne peuvent être comprises sans croiser les données produites par les différents acteurs

Vous produisez déjà des données de température, même si  ce n'est pas votre objectif

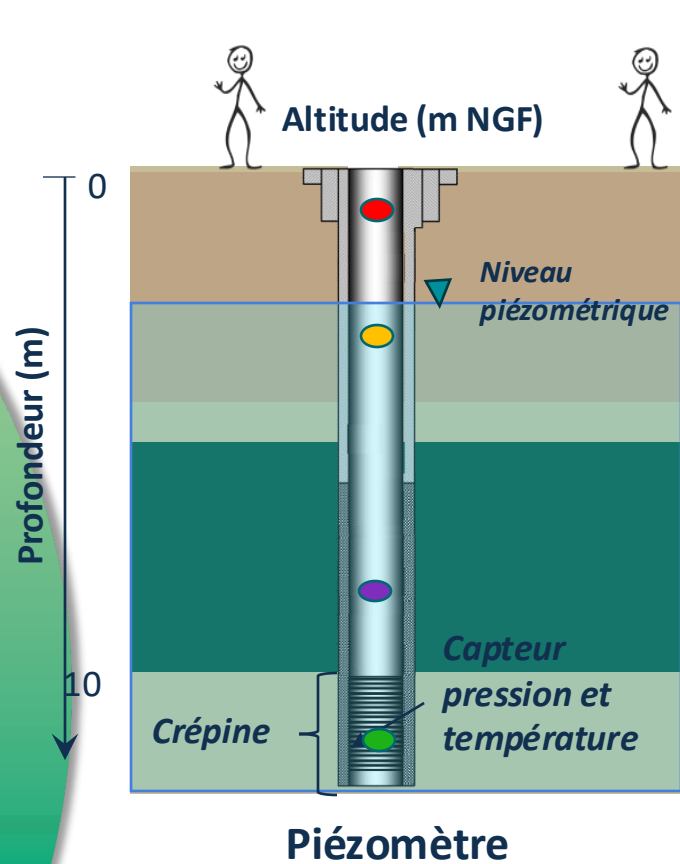
Grandeur mesurée	Capteur principal	Rôle du capteur de température
Niveau d'eau, pression	Piezorésistifs, membrane céramique	Correction de la dérive thermique du capteur
Conductivité	Capteurs à 2 ou 4 électrodes (graphite, inox, platine)	Normalisation de la mesure à 25 °C
Salinité	Calculée à partir de la conductivité ET de la température.	Fonction de la conductivité et de la température
pH / ORP	Électrochimie	Réponse électrochimique de la membrane et du circuit de mesure
O ₂ dissous	Optique / galvanique	Solubilité de l'oxygène dépendante de la température
Débit	Hydraulique	Effet de la viscosité – correction capteur

Démarche du projet

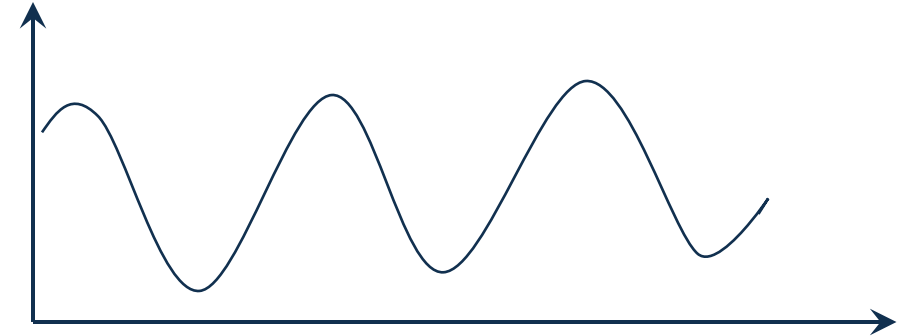
- Un espace d'échange pour construire une vision commune, aligner les besoins, et produire des outils utiles à tous



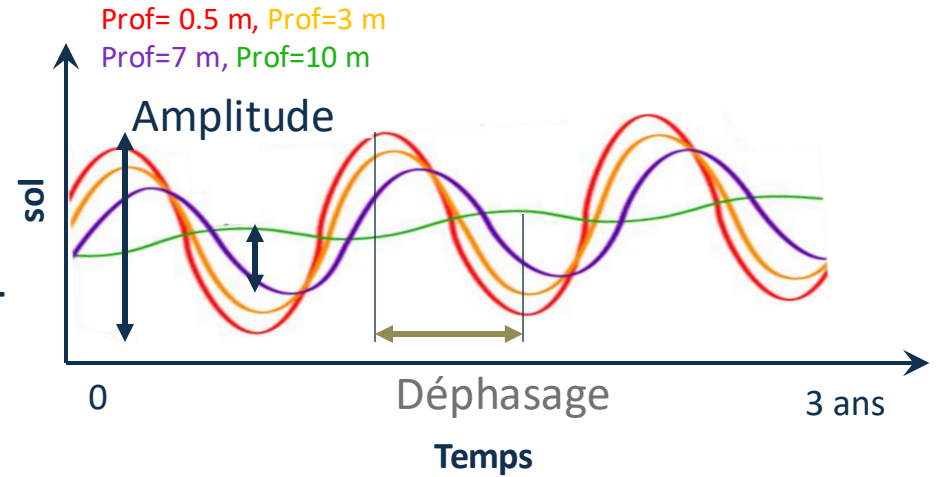
Importance de la profondeur du capteur



Température de l'air



Température du sol

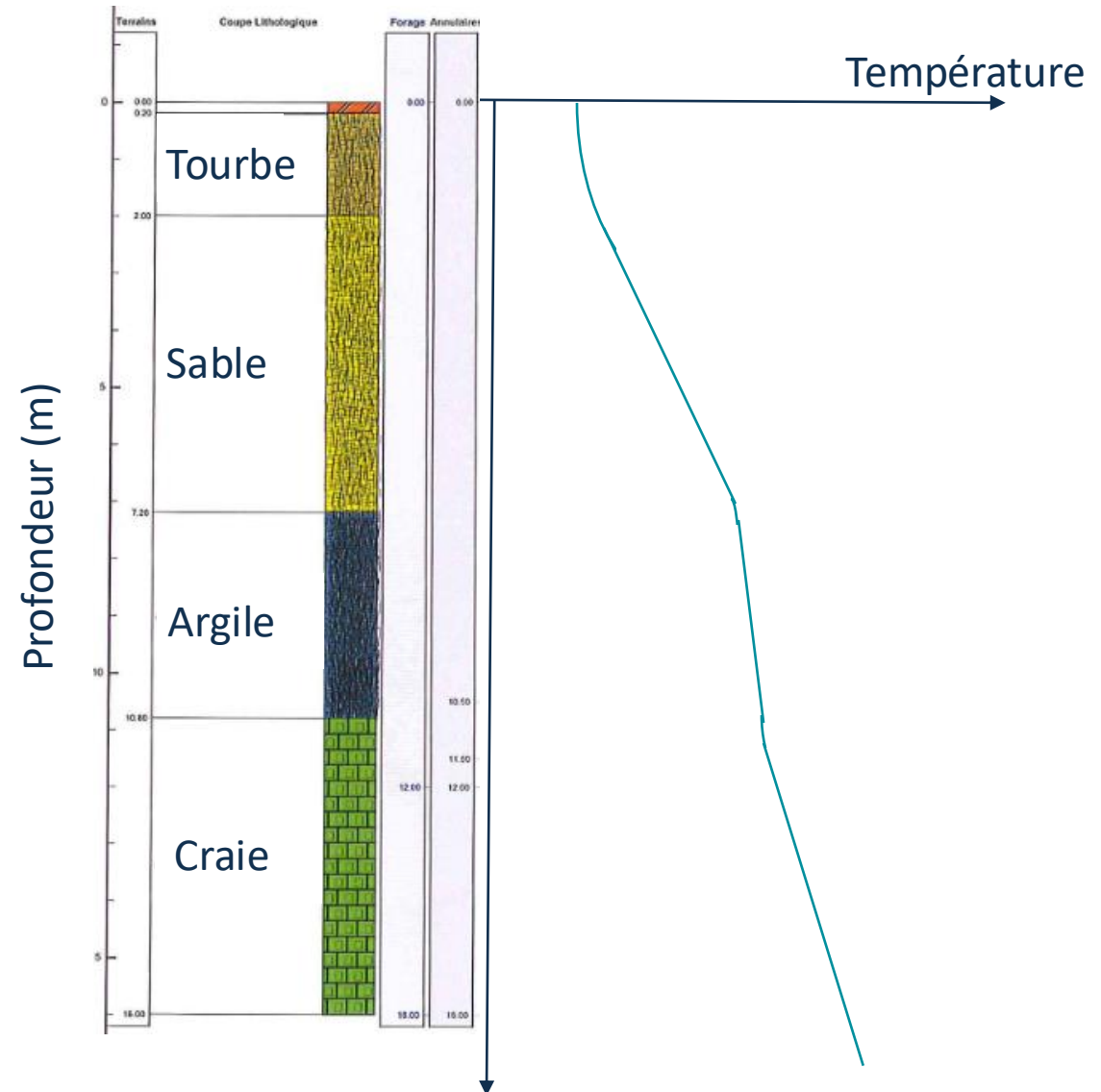


Influence des formations géologiques

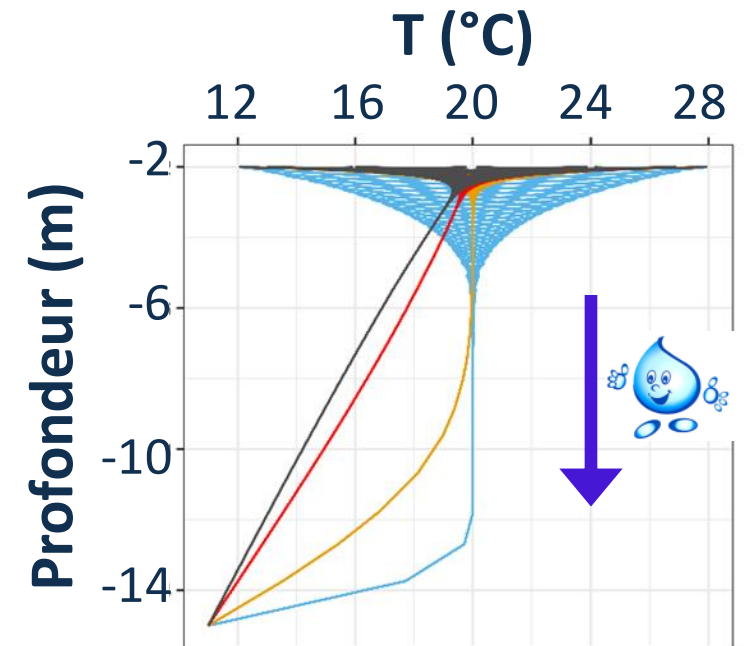
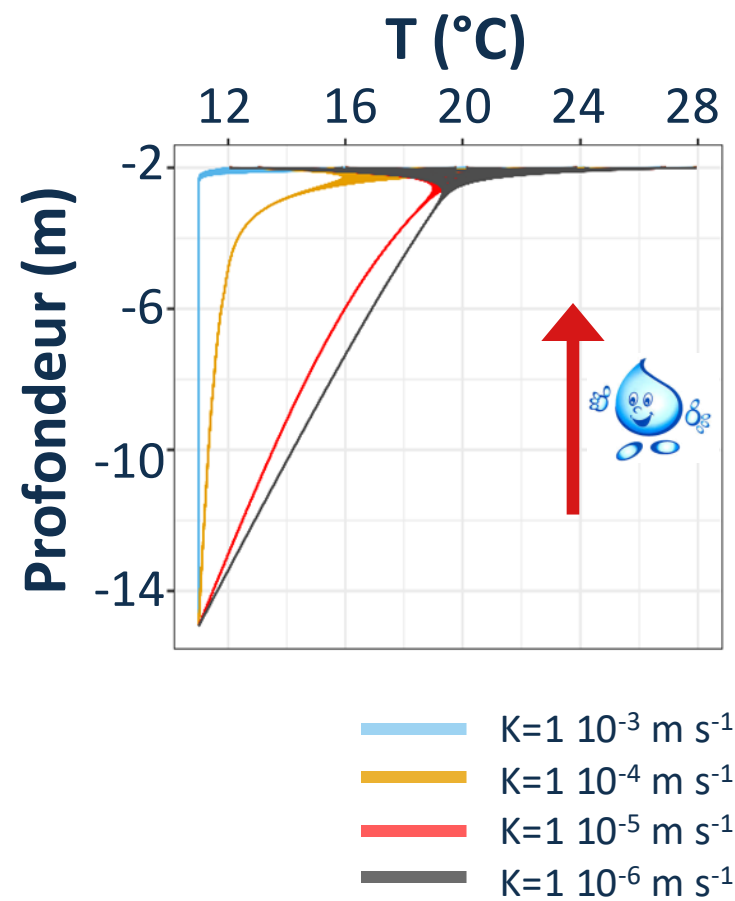
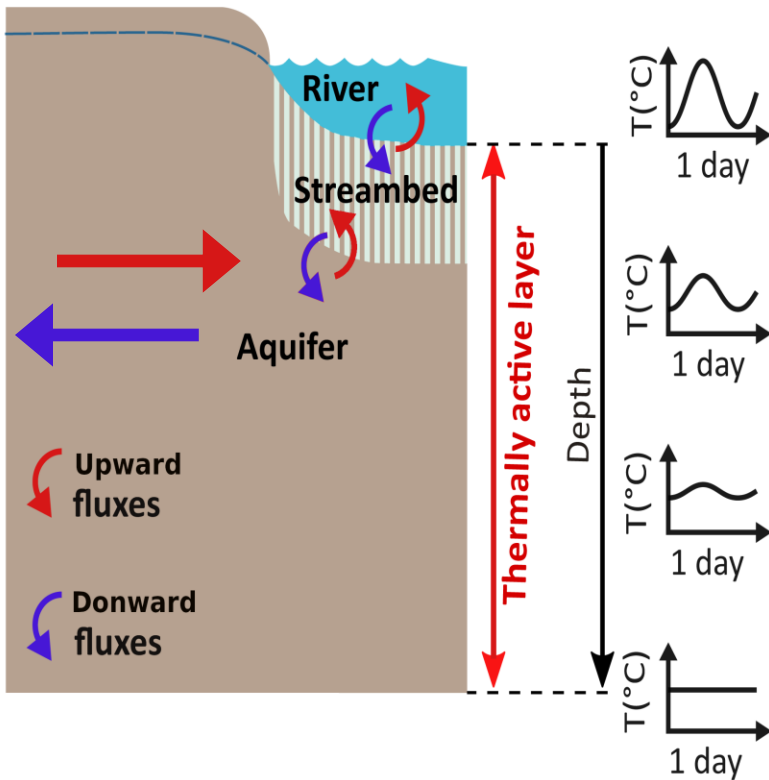


Impacts de la géologie:

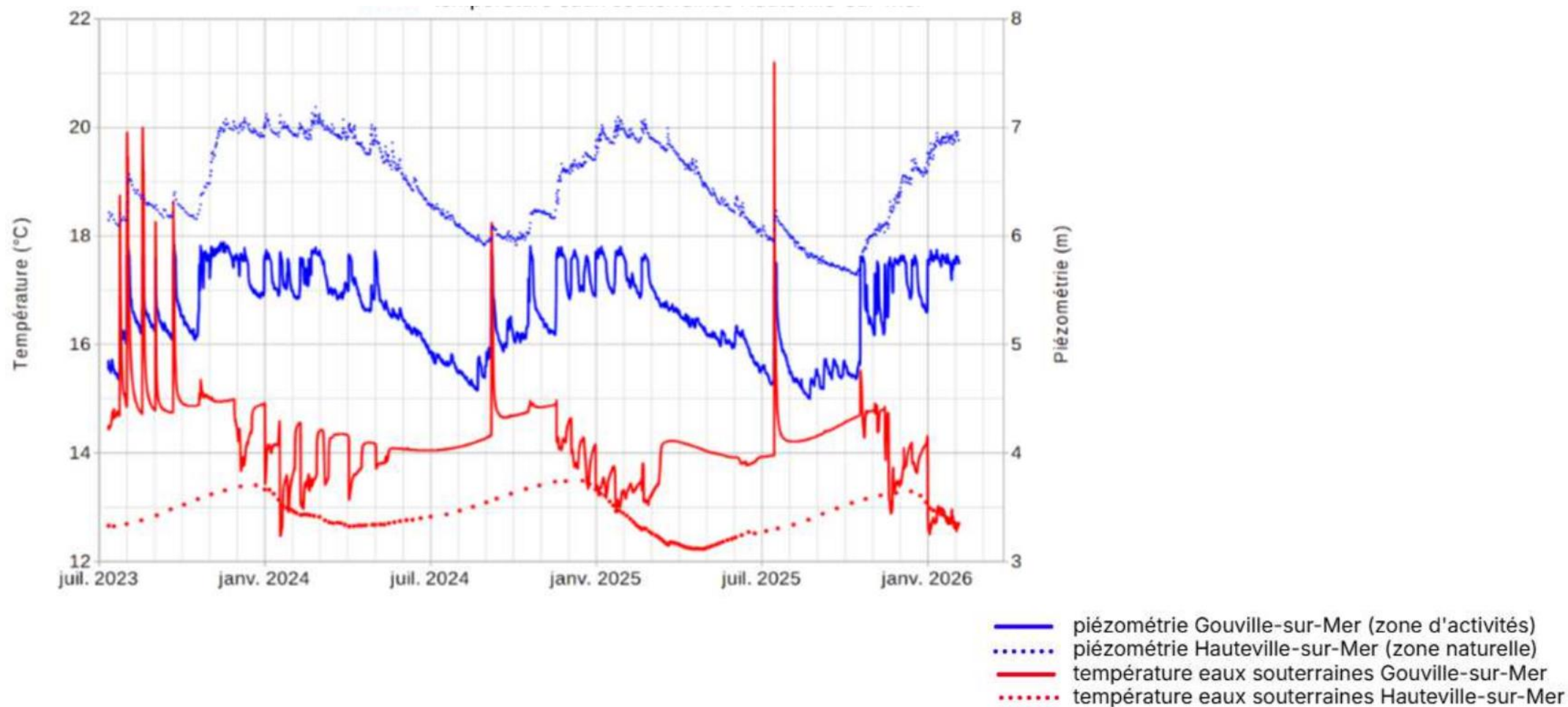
- Les échanges et les flux d'eau
- Module l'importance de la conduction et de l'advection thermique en fonction des lithologies des couches traversées



Impact des écoulements



Impact des usages : Prélèvements, rejets,

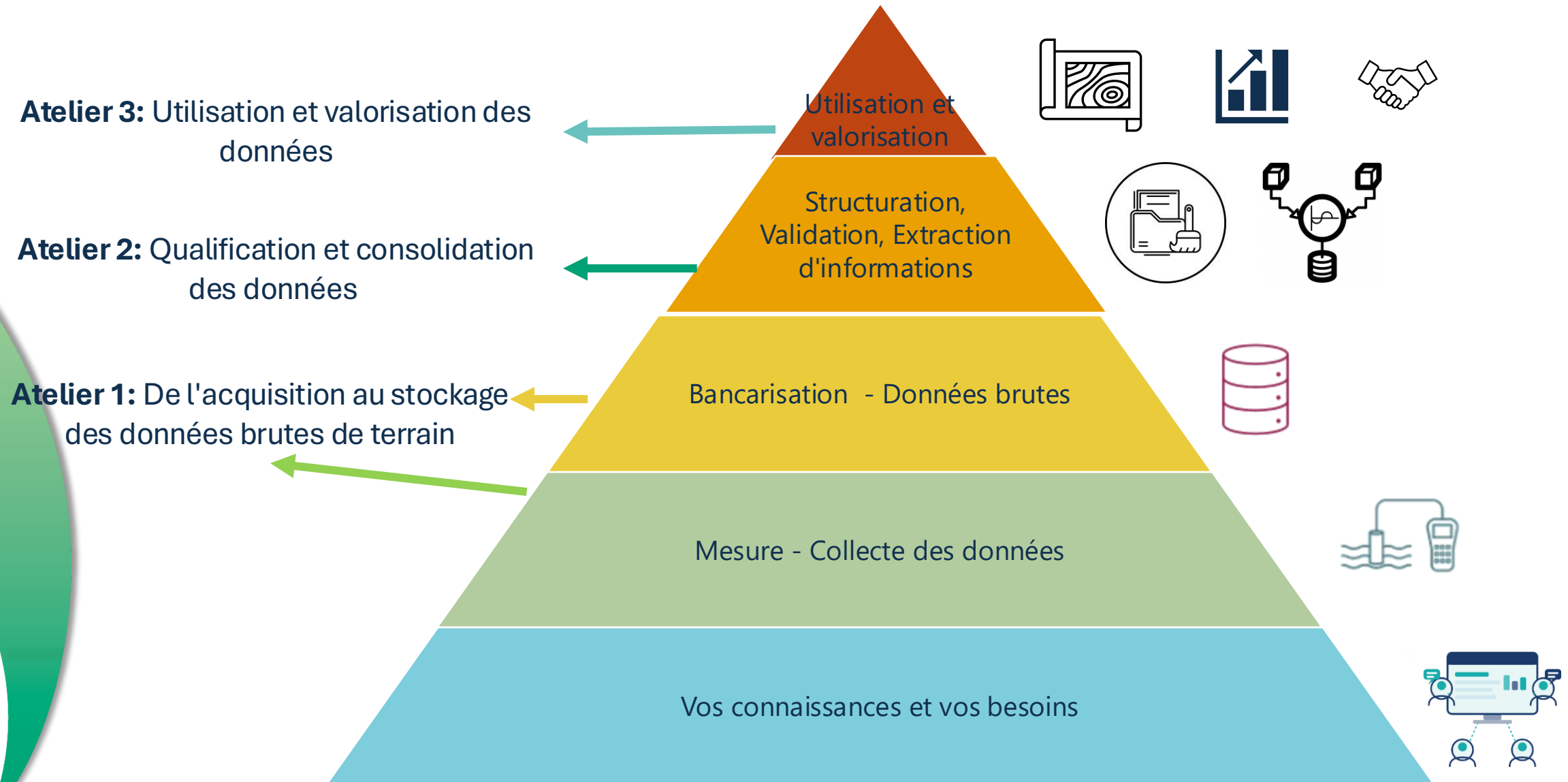


Source : Gresselin et. Al. Le réseau Rivages Normands 2100 : un observatoire stratégique des dynamiques hydrogéologiques du littoral

Construction d'une plateforme participative : méthode Mozaïc



Réunion de travail le 12 mai 2026



Déroulé des ateliers

Questions

Atelier 3: Utilisation et valorisation des données



Atelier 2: Qualification et consolidation des données



Atelier 1: De l'acquisition au stockage des données brutes de terrain



Déroulé des ateliers

1. Individuel

2. Collectif

Atelier 3: Utilisation et valorisation des données



Atelier 2: Qualification et consolidation des données



Atelier 1: De l'acquisition au stockage des données brutes de terrain



Participants

Gestionnaires de l'eau

**Etablissements et
services de l'Etat**

Opérateurs privés

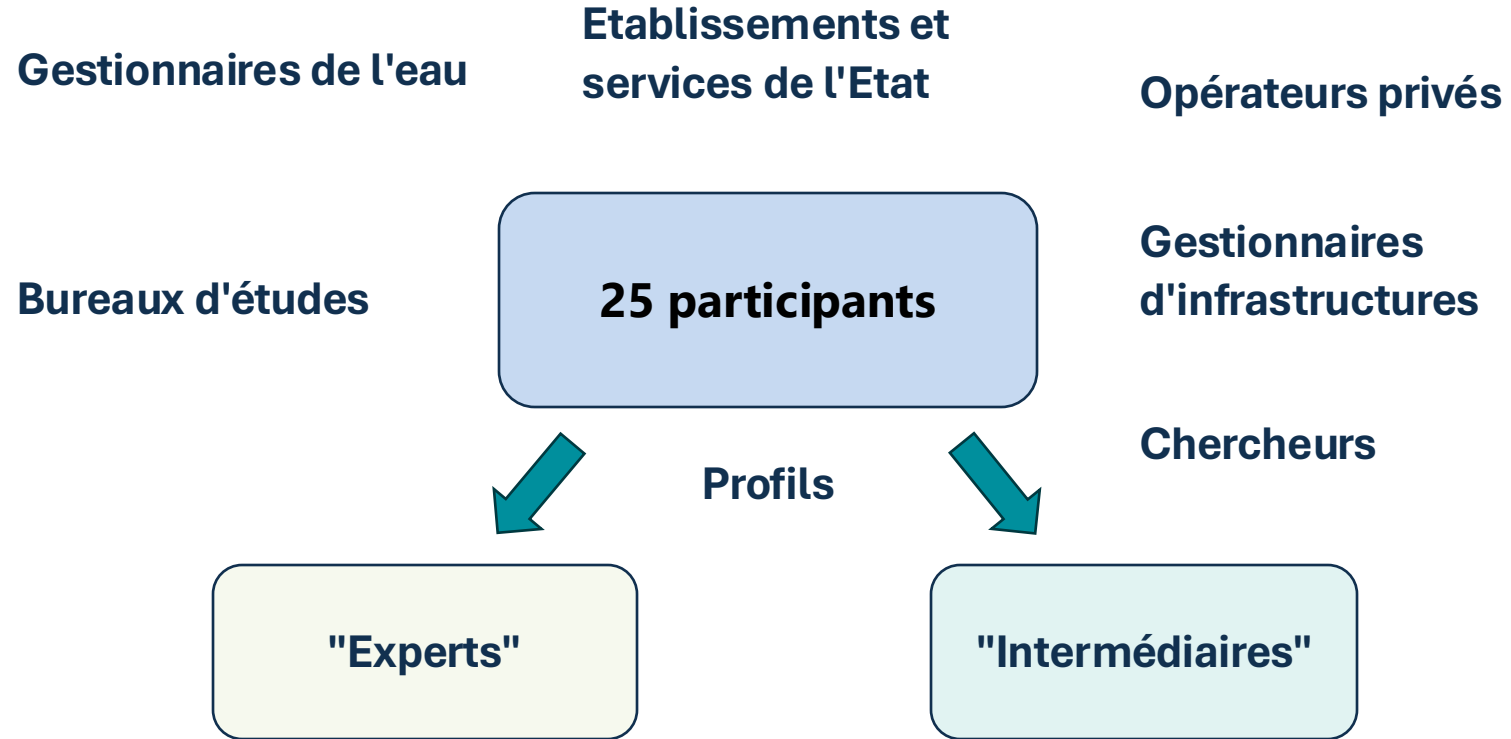
Bureaux d'études

25 participants

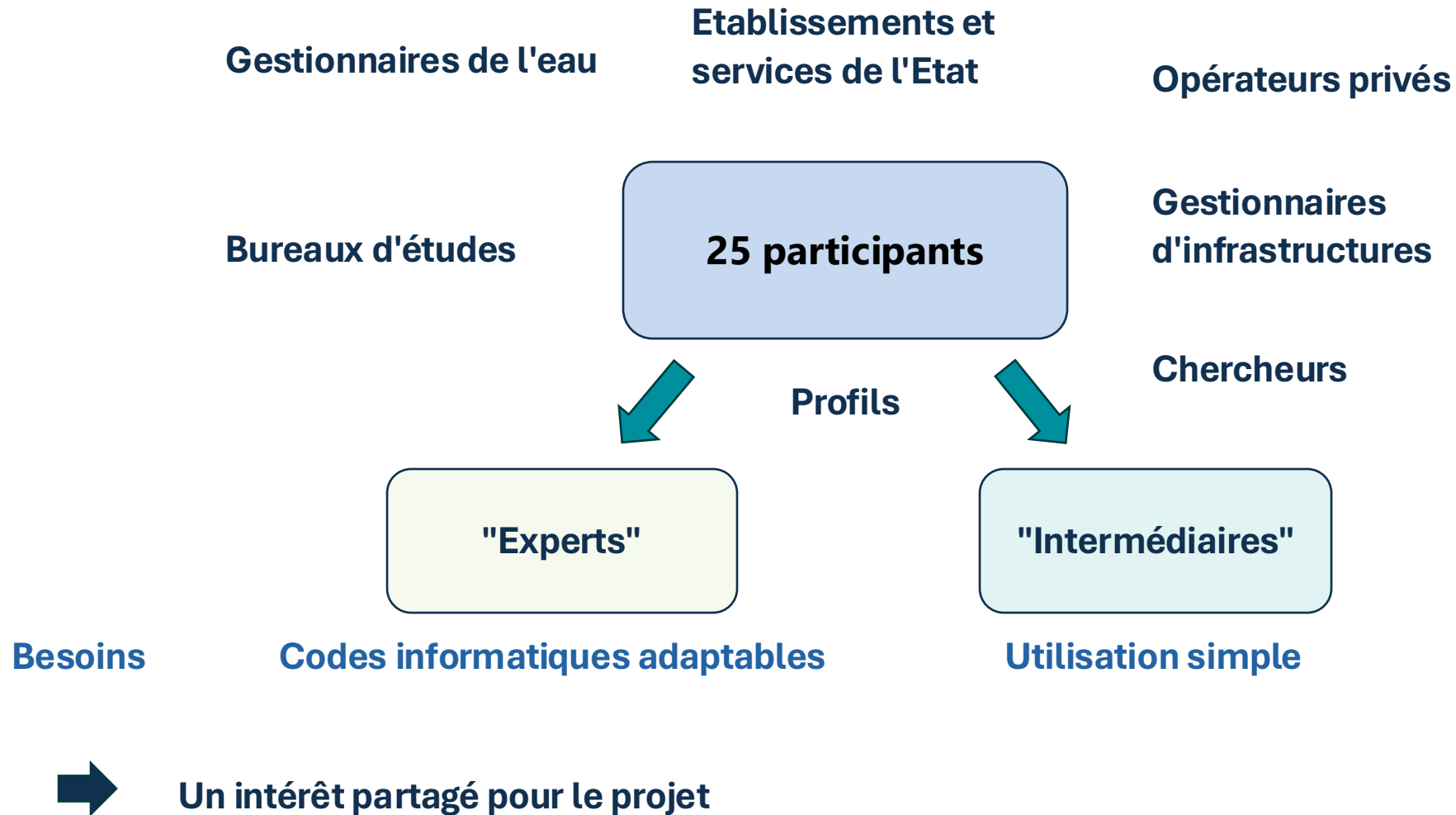
**Gestionnaires
d'infrastructures**

Chercheurs

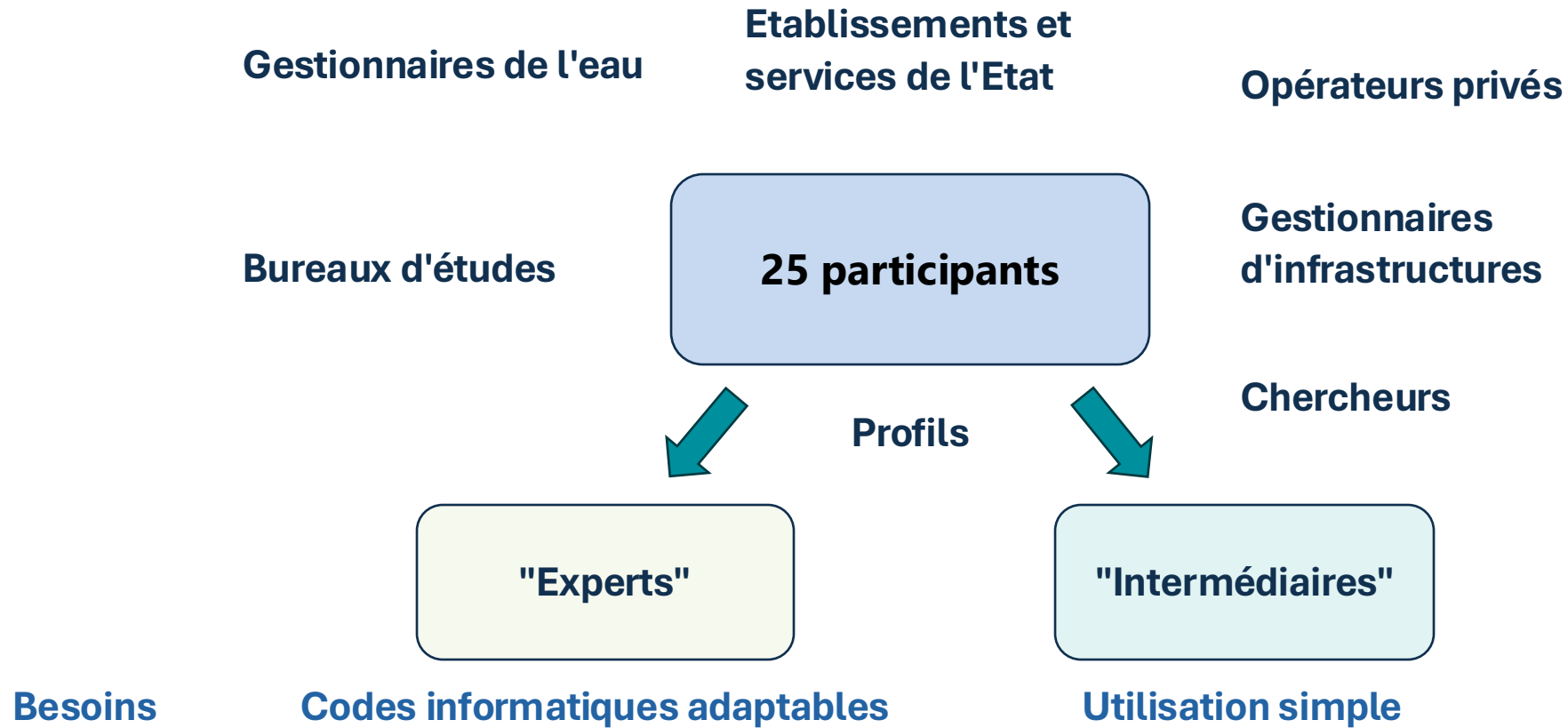
Participants



Principales conclusions



Principales conclusions



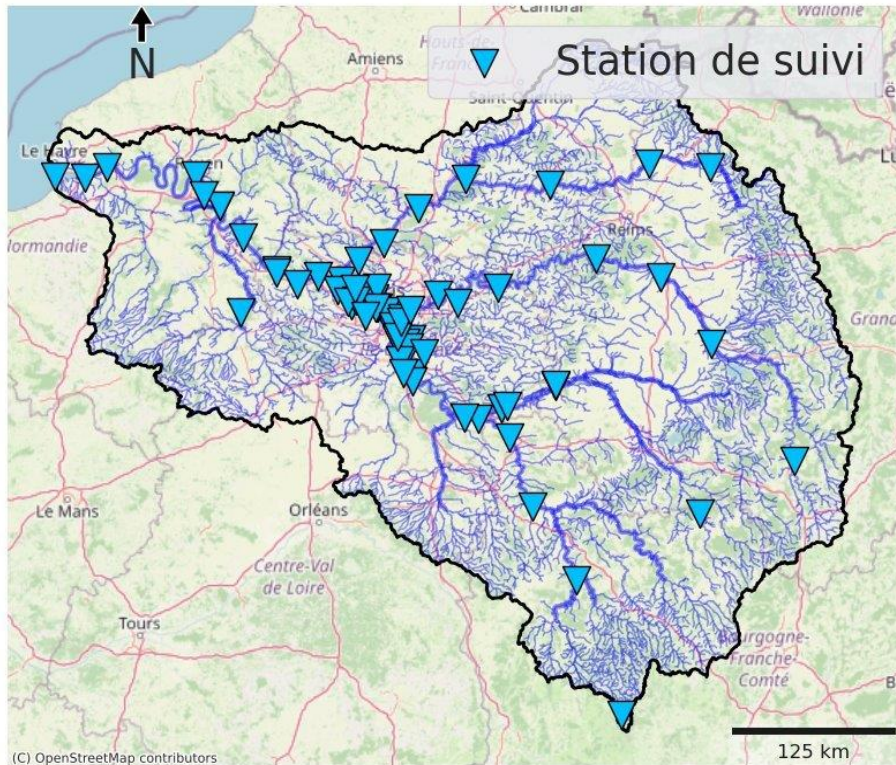
Un intérêt partagé pour le projet



~ 1500 points de mesure potentiellement partagés

(T°, niveau, conductivités, données issues de prélèvements et de rejets)

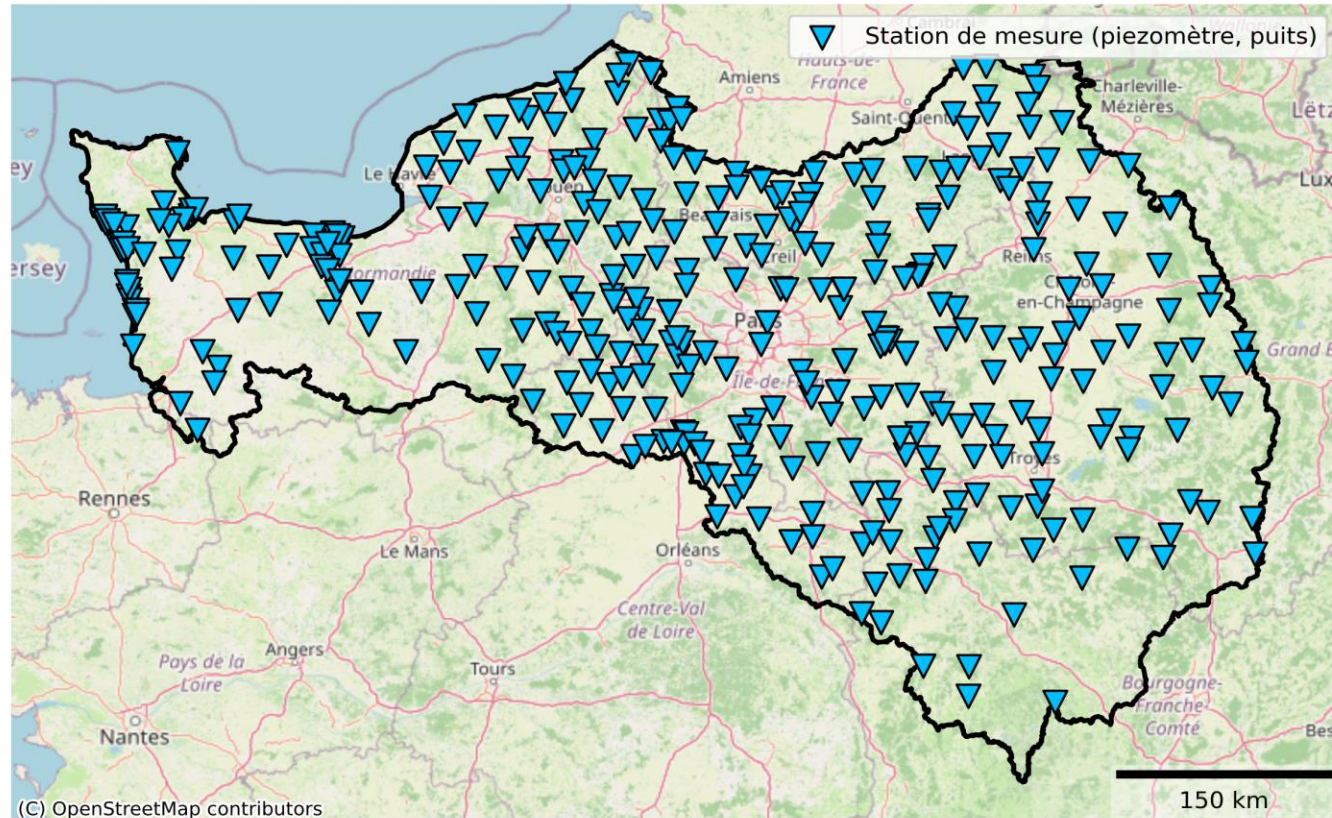
État des lieux des données disponibles en rivière



85 stations, 16 contributeurs



État des lieux des données disponibles en aquifère



416 Stations

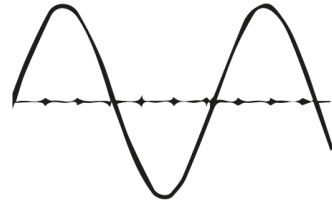


Qualification et consolidation des données

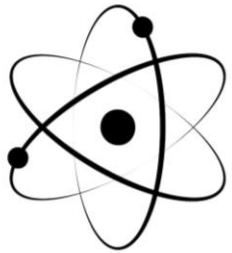
Quelle influence des **métadonnées** sur la réponse thermique ?



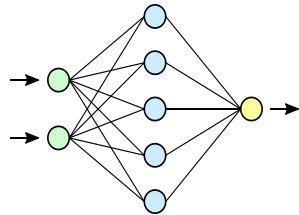
Métadonnées & variables exogènes



Evolution de la température de l'eau

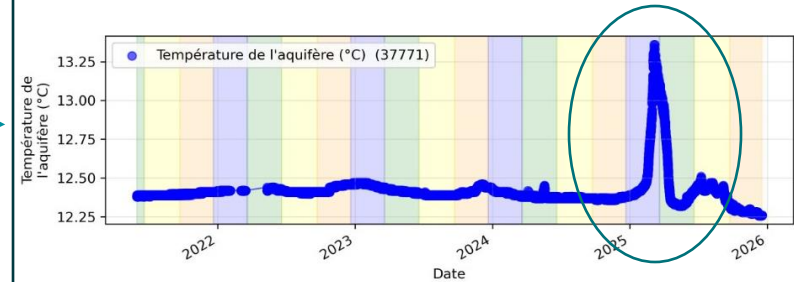


Connaissances issues de la **physique**



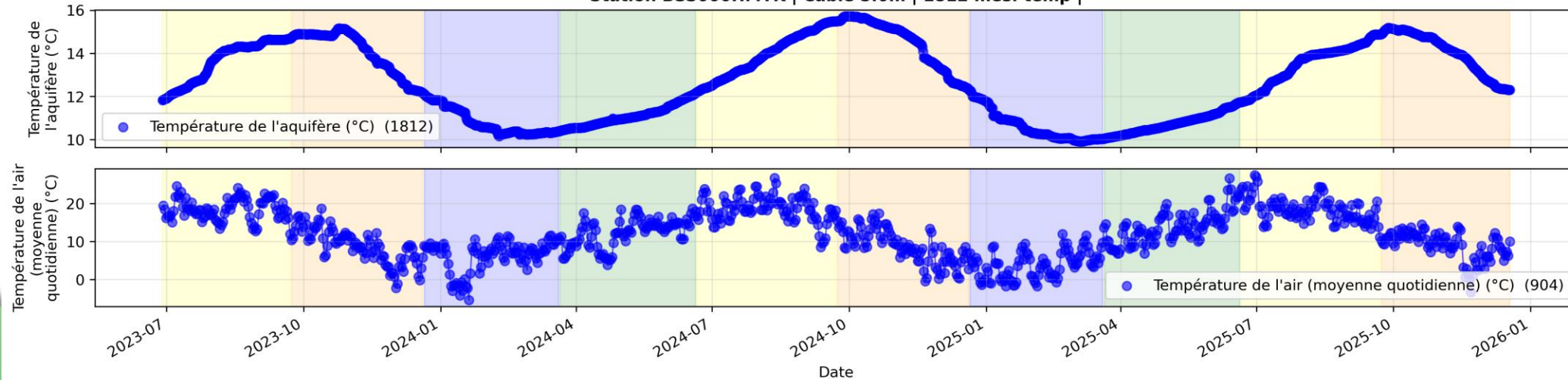
Modélisation statistique
par réseaux de neurones

Identification des **valeurs aberrantes**



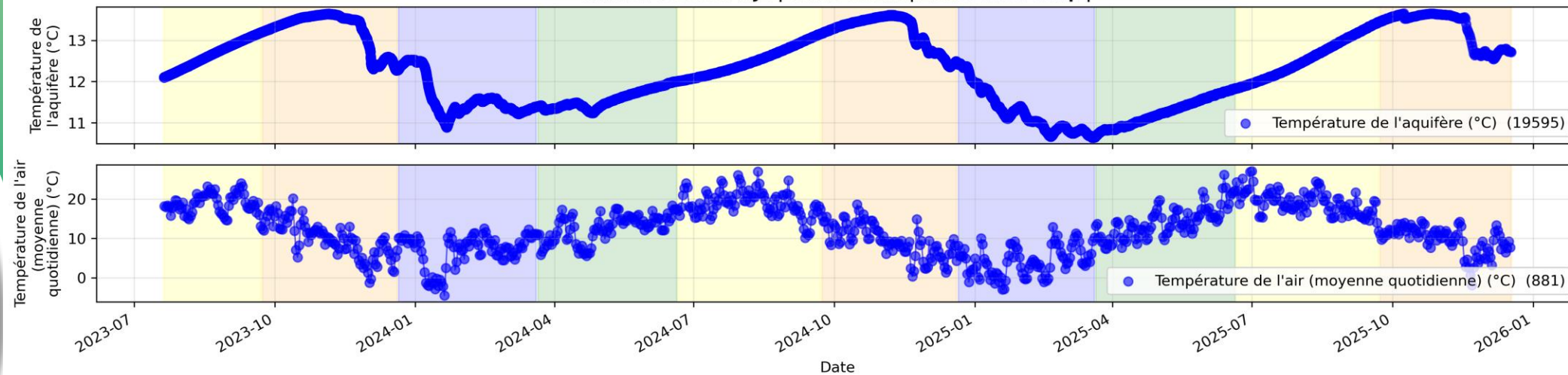
Différentes classes de chroniques de températures des eaux en aquifère

Station BSS000HMYK | Câble 5.0m | 1812 mes. temp |



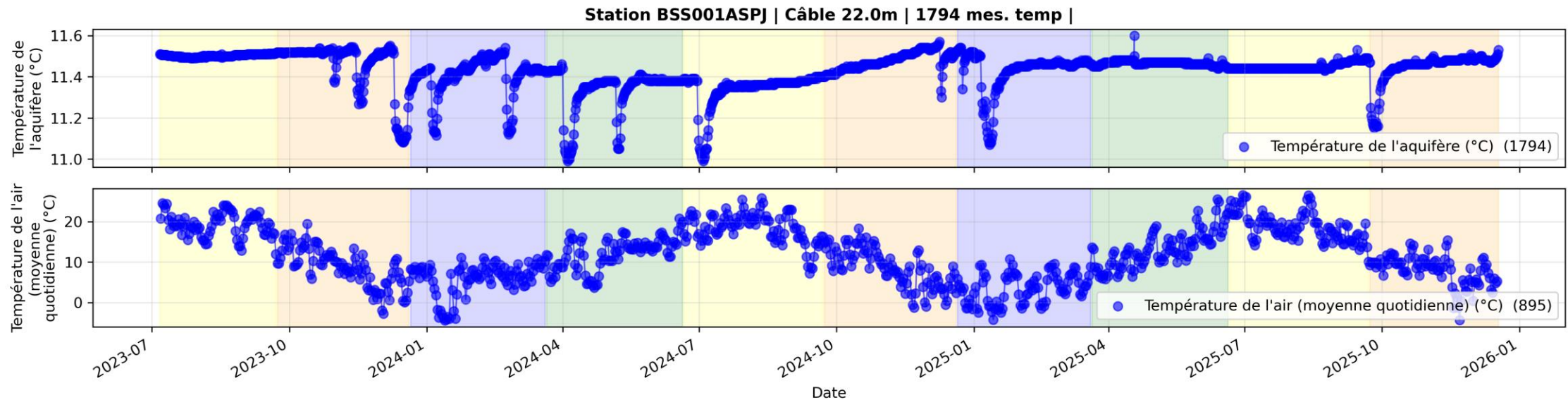
Purement
conductif

Station BSS000FWJZ | Câble 10.0m | 19595 mes. temp |



Conductif +
advectif

Différentes classes de chroniques de températures des eaux en aquifère

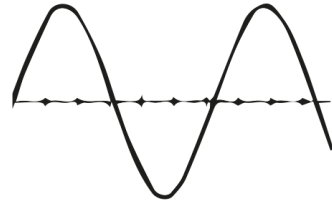


Utilisation et valorisation des données

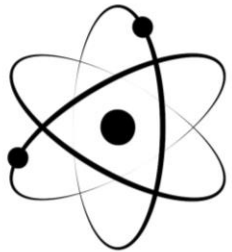
Quelle influence des **métadonnées** sur la réponse thermique ?



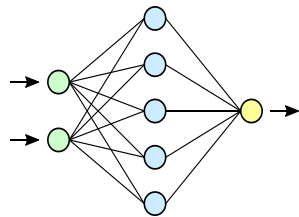
Métadonnées & variables exogènes



Evolution de la température de l'eau

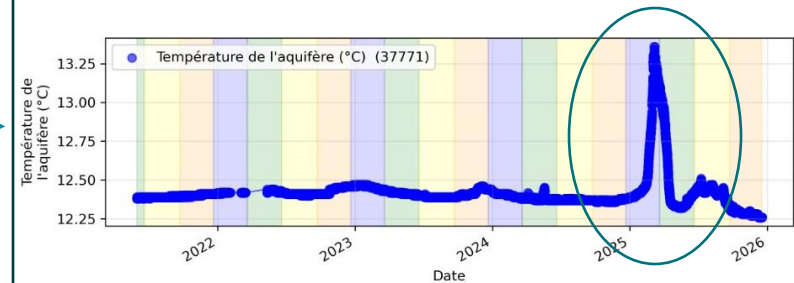


Connaissances issues de la **physique**



Modélisation statistique par réseaux de neurones

Identification des **valeurs aberrantes**



Utilisation et valorisation

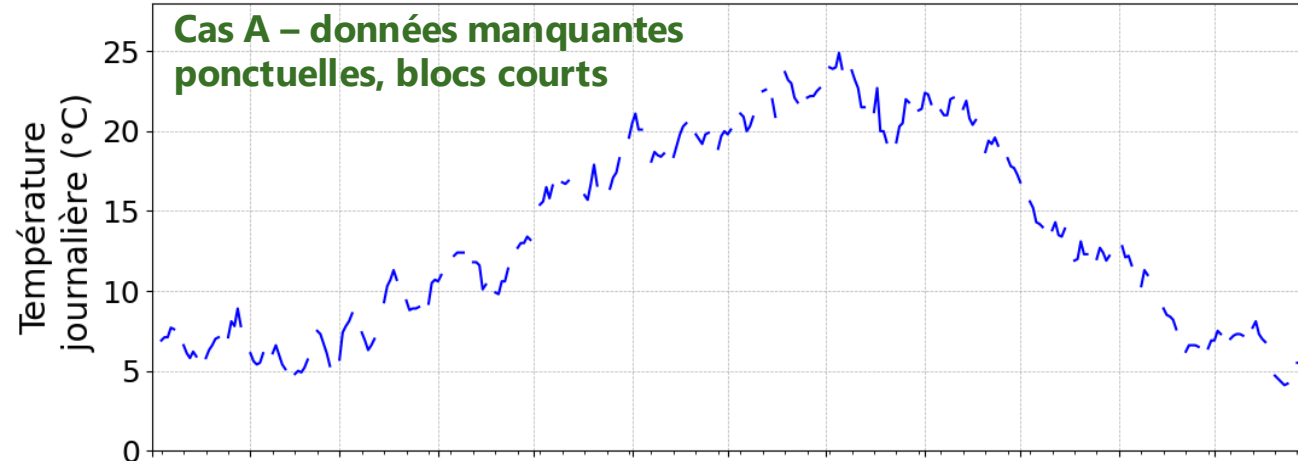


Simulations spatiotemporelles de températures :

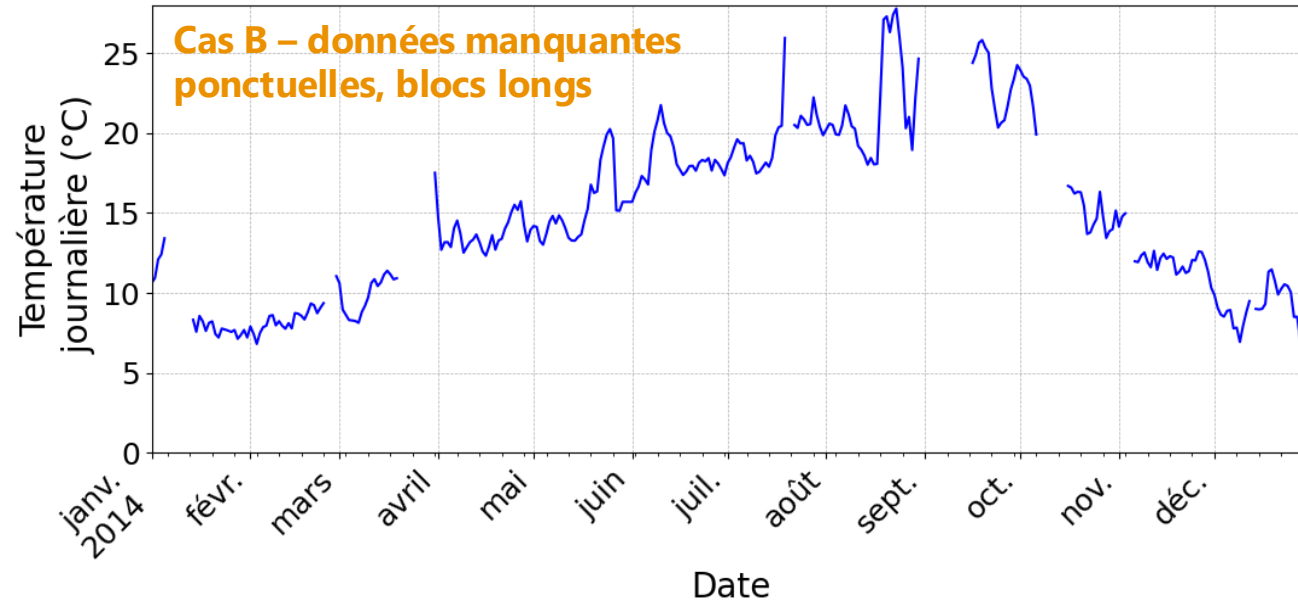
- Projection
- Interpolation

Lacunes de données de températures en rivière

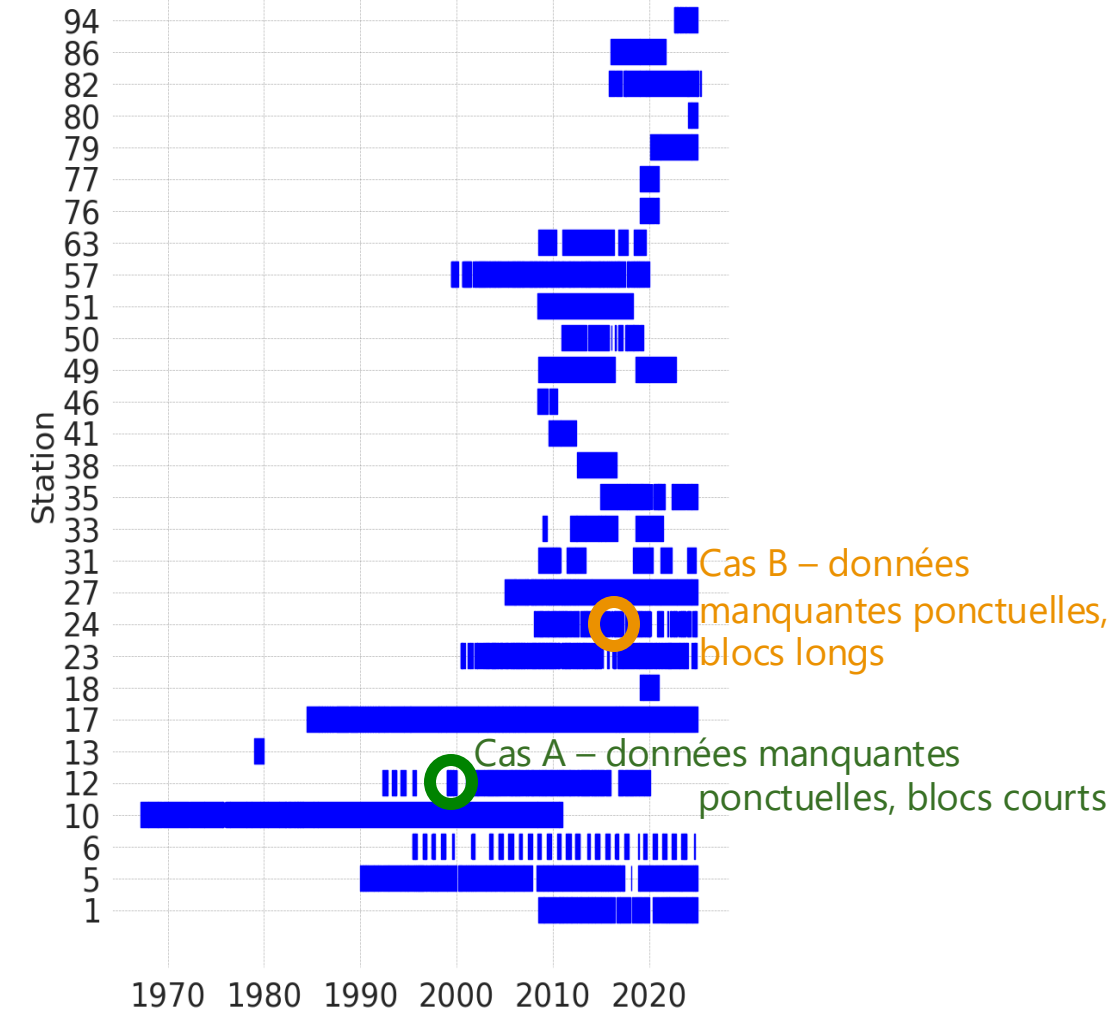
Station: 12 — Année: 1999



Station: 24 — Année: 2014

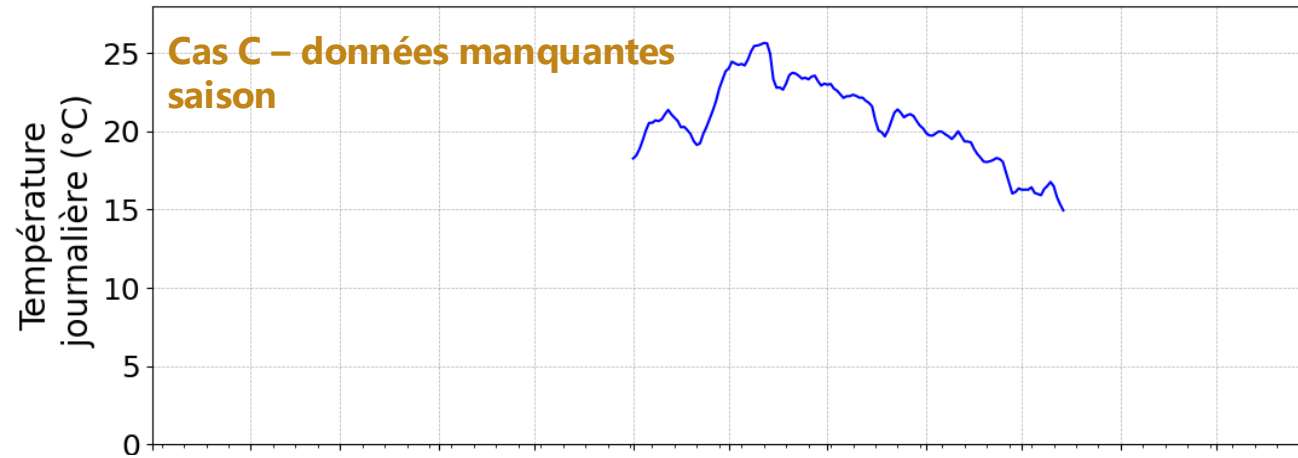


Période de mesure
(e.g. sur un échantillon de stations)

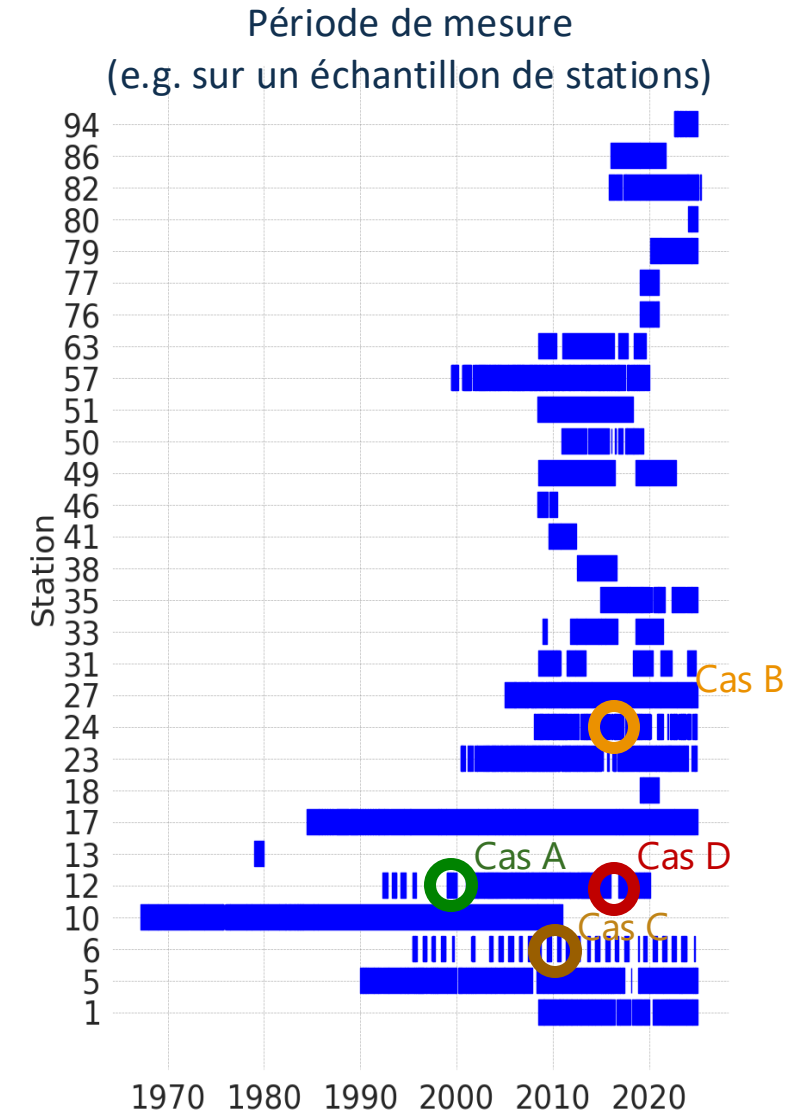
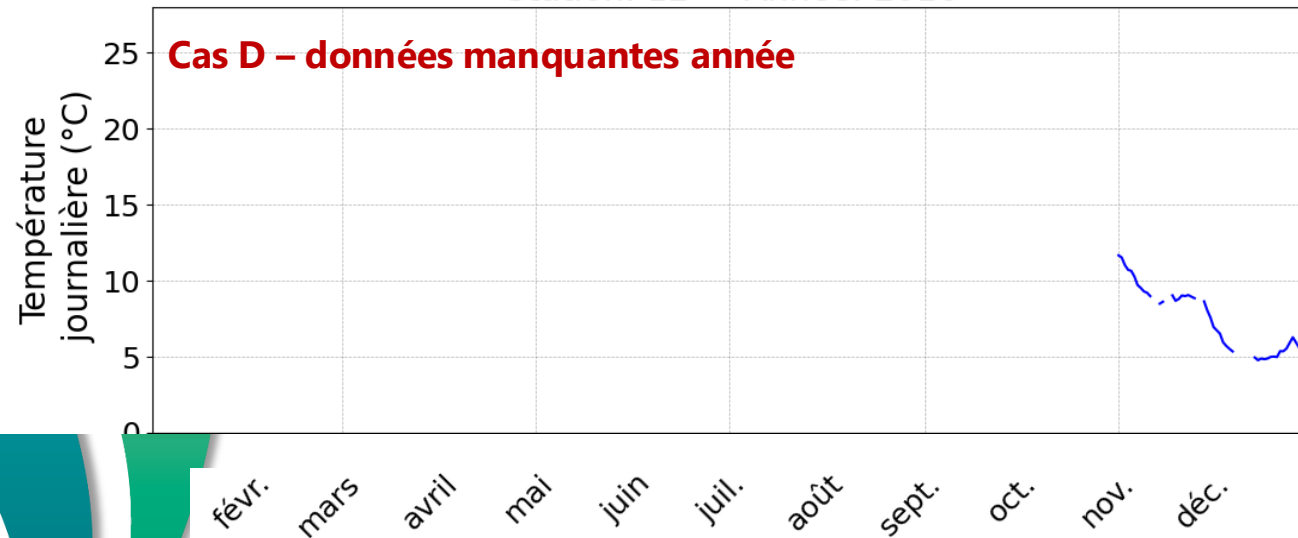


Lacunes de données de températures en rivière

Station: 6 — Année: 2010



Station: 12 — Année: 2016

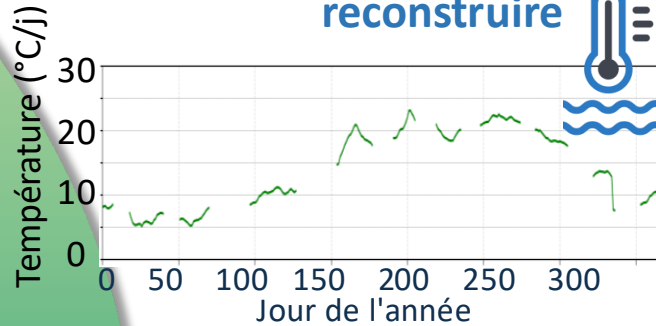


Stratégie de modélisation

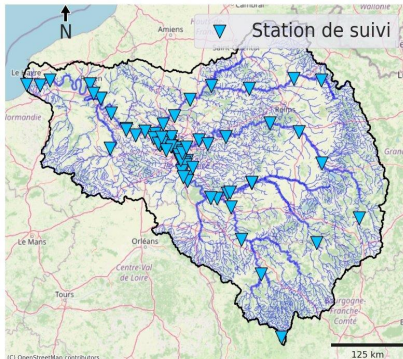
Données météo



Serie températures à reconstruire

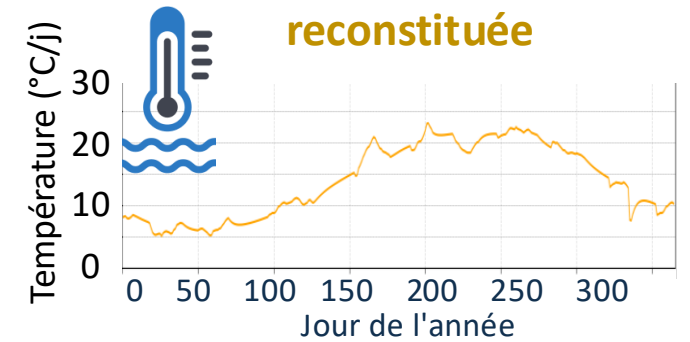


Paramètres relatifs à chaque station



Modèle LSTM

Serie températures reconstituée



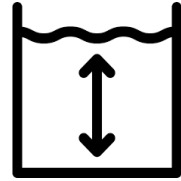
Comment participer?



Ce que nous cherchons



Données de température



Niveaux piézométriques + hauteur d'eau en rivière

Usages



Vos critères et besoins

Comment contribuer ?



Un cloud sécurisé est en place pour déposer les données (avec fichier métadonnées type)



aquathermie@minesparis.psl.eu



Organisation de formations adaptées à aux besoins des acteurs (traitement, bancarisation, valorisation de données)

Remarques :

- Données piézométriques parfois déjà transmises au BRGM, mais sans les températures
- Vos conditions respectées : **Données utilisables sans mise en base publique**