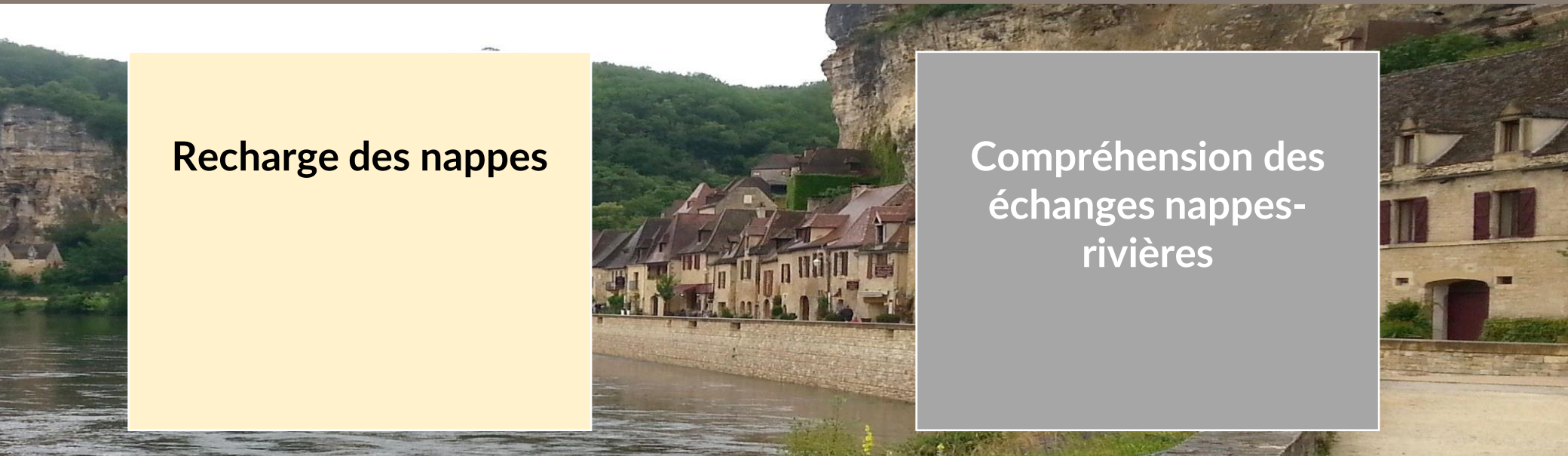


Axe 3

avancées sur l'interface
atmosphère/milieux superficiels/souterrain



Recharge des nappes

Compréhension des
échanges nappes-
rivières



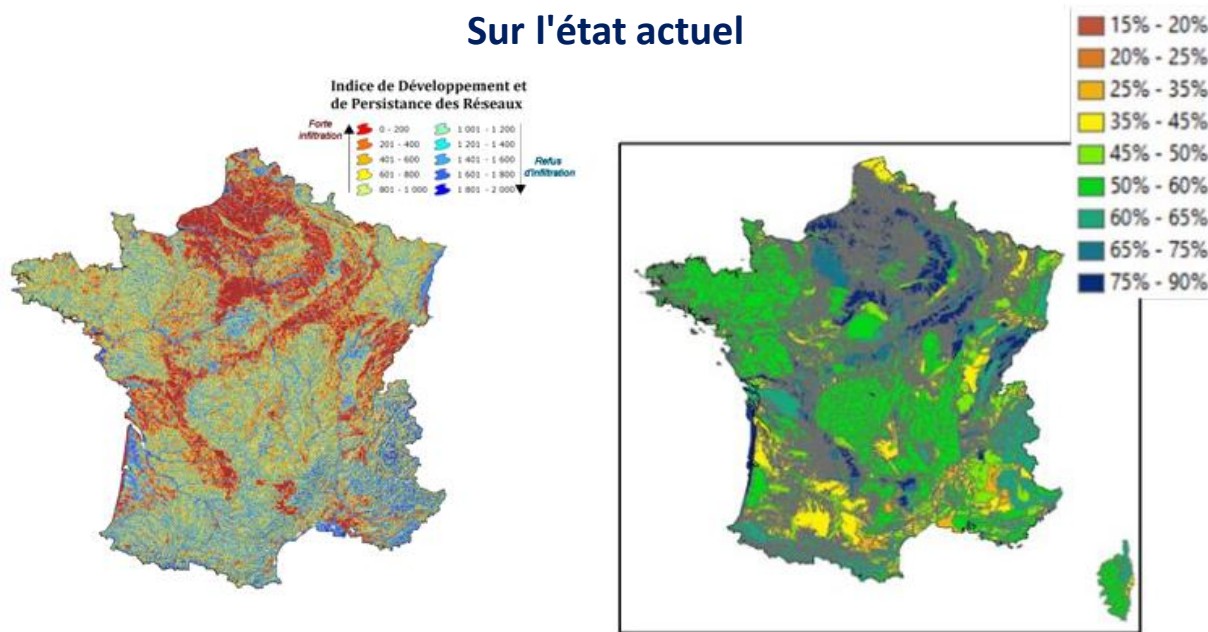
Eaux-SCARS

COMITÉ DES ACTEURS
BERGERAC – 12 mai 2025

1. Recharge des nappes

➤ Des travaux sur la recharge des nappes à échelle nationale...

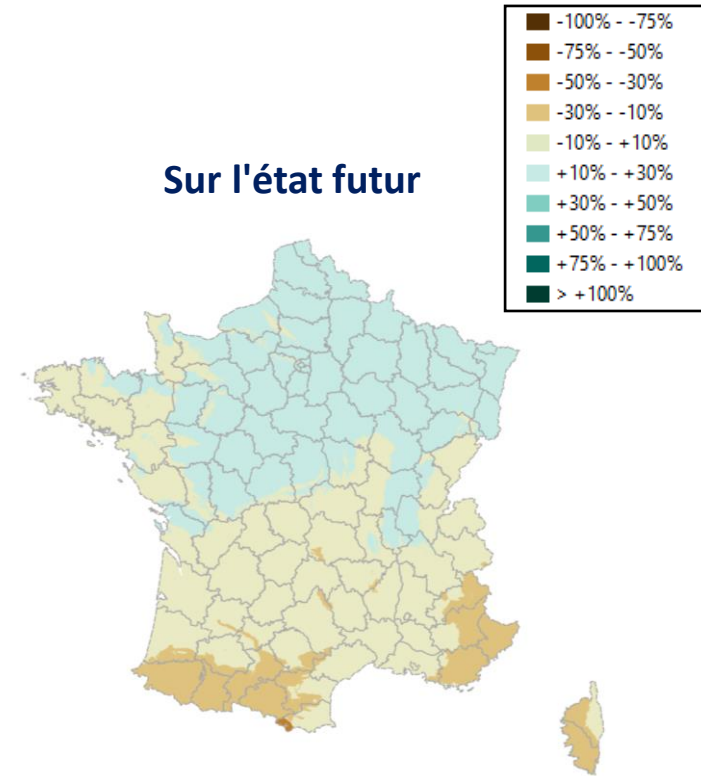
Sur l'état actuel



IDPR : caractère infiltrant des formations géologiques

RIPE : Ratio d'Infiltration de la Pluie Efficace

Sur l'état futur



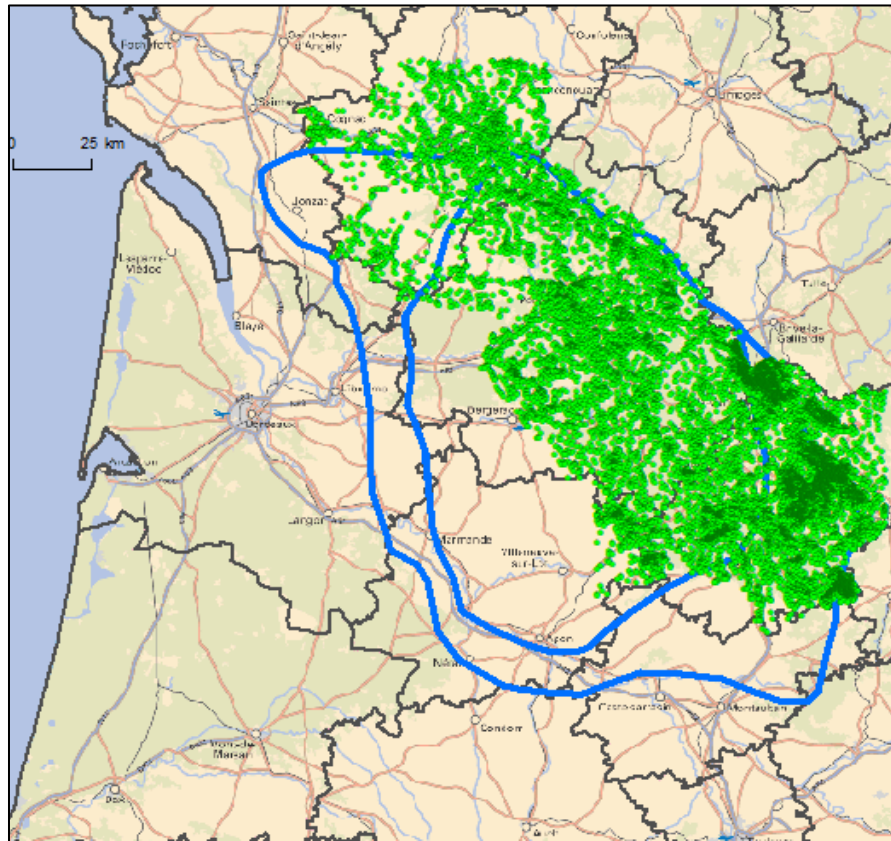
Ecart à l'horizon 2075 agrégé par masses d'eau (médiane de l'ensemble des scenarii)

...qu'il convient de décliner / valider localement à échelle opérationnelle

1. Recharge des nappes

Caractérisation géomorphologique des affleurements

- Développement d'une méthodologie de détection semi-automatique des formes karstiques de surface (dolines)



Résultats partagés sur le

SIGES Aquitaine

Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Aquitaine

<https://sigesaqi.brgm.fr/Donnees-mises-a-disposition-1228.html>

- Visualisateur cartographique
- Données téléchargeables et mises à disposition à la communauté pour avis



Eaux-SCARS

COMITÉ DES ACTEURS
BERGERAC – 12 mai 2025

1. Recharge des nappes

Caractérisation géomorphologique des affleurements

Si vous souhaitez en savoir plus...

Rapport public

Ayache B., Cabaret O. (2023) - *Détection semi-automatique de formes karstiques de surface – Application aux formations carbonatées du nord-est du Bassin aquitain – Projet Eaux-SCARS.* Rapport final. BRGM/RP-72361-FR, 43 p,
<https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-72361-FR.pdf>


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité


Géosciences pour une Terre durable

Document à accès immédiat

Détection semi-automatique de formes karstiques de surface - Application aux formations carbonatées du nord-est du Bassin aquitain - Projet Eaux-SCARS

Rapport final
BRGM/RP-72361-FR
 11 décembre 2023
 Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM
 Ayache B., Cabaret O.

Vérificateur :	Approbateur :
Nom : Thomas Dewez	Nom : Cyril Mallet
Fonction : Ingénieur de recherche	Fonction : Directeur régional par intérim - BRGM Nouvelle-Aquitaine
Date : 08/11/2023	Date : 05/01/2024
Signature : 	Signature : 

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.
 Contact : qualite@brgm.fr


Union européenne


Nouvelle-Aquitaine


EAU


Dordogne
PÉRIGORD


LOT-ET-GARONNE
Le Département


CHARENTE
Le Département

1. Recharge des nappes

Travail à l'échelle de 3 sources et bassins versants ("sites-pilotes")

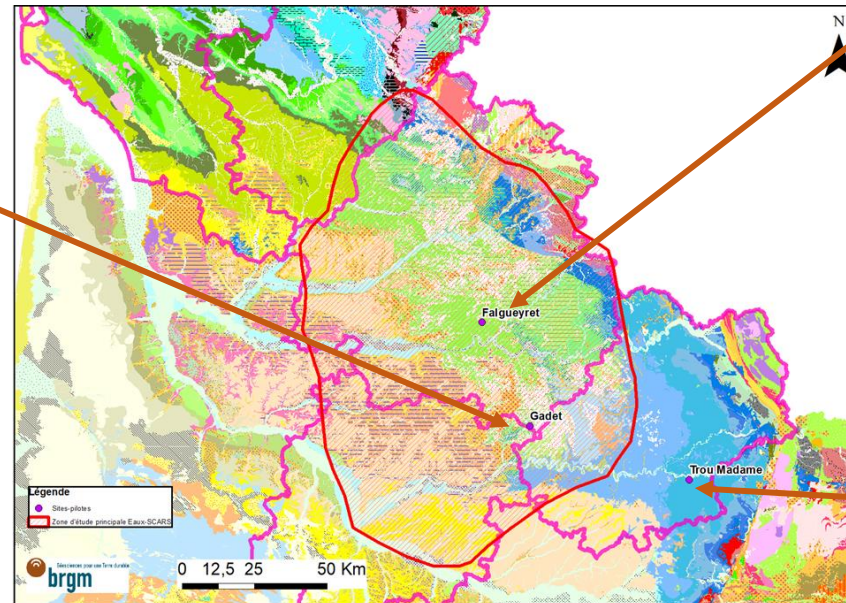
3 formations différentes,
3 contextes hydrogéologiques contrastés,
3 bassins versants



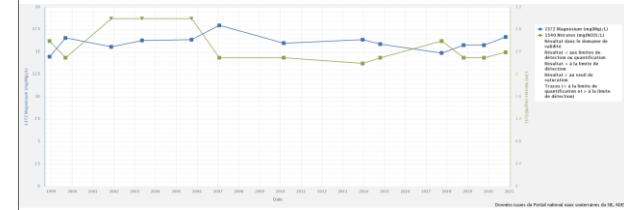
Gadet



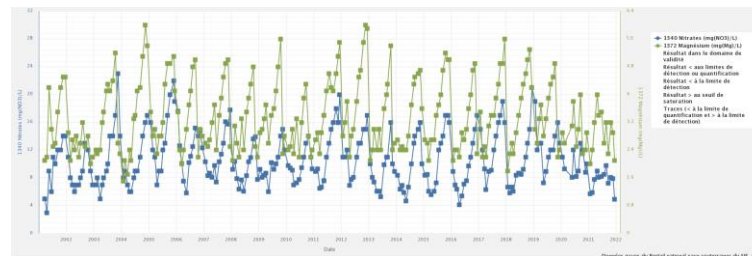
Falgueyret



- Calcaires Campanien terminal
- Conduits karstiques explorés
- Relative stabilité de la qualité ?
- Fluctuations significatives : quantité



- Calcaires du Crétacé sous recouvrement
- Pas d'évidence de karstification en surface (doline...)
- Relative stabilité : qualité, quantité
- Evènements ponctuels / turbidité ?



- Calcaires Bajocien-Bathonien (Jurassique)
- Conduits karstiques explorés, traçages, évidences morphologiques sur le causse
- Fluctuations : quantité, qualité



Trou-Madame

1. Recharge des nappes

Travail à l'échelle de 3 sources et bassins versants ("sites-pilotes")

➤ Instrumentation pour suivi en continu (depuis 2023)

- température,
 - conductivité,
 - turbidité,
 - nitrates,
 - COD / COT
-
- Pluviomètres



➤ Prélèvements bimensuels sur 1 année (2024-2025)

- ions majeurs + quelques traces
- isotopes de bore, nitrates, eau, strontium



Interprétations en cours

Axe 3

avancées sur l'interface
atmosphère/milieux superficiels/souterrain



Recharge des nappes

Compréhension des
échanges nappes-
rivières



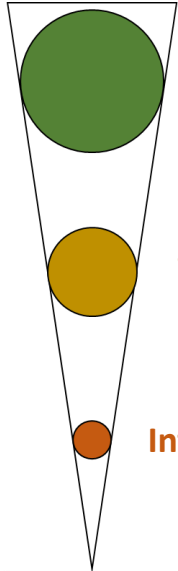
Eaux-SCARS

COMITÉ DES ACTEURS
BERGERAC – 12 mai 2025

2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Approche à plusieurs échelles

Échelle régionale



Campagnes piézométriques et
physico-chimiques

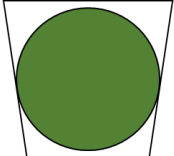
Suivi continu (Conductivité)
& Jaugeages en série

Infrarouge thermique

Échelle locale

2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale



Campagnes piézométriques et physico-chimiques

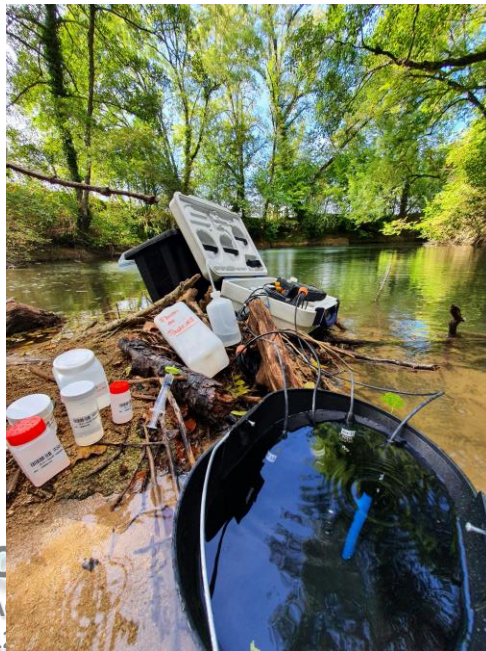


Suivi continu (Conductivité) & Jaugeages en série



Infrarouge thermique

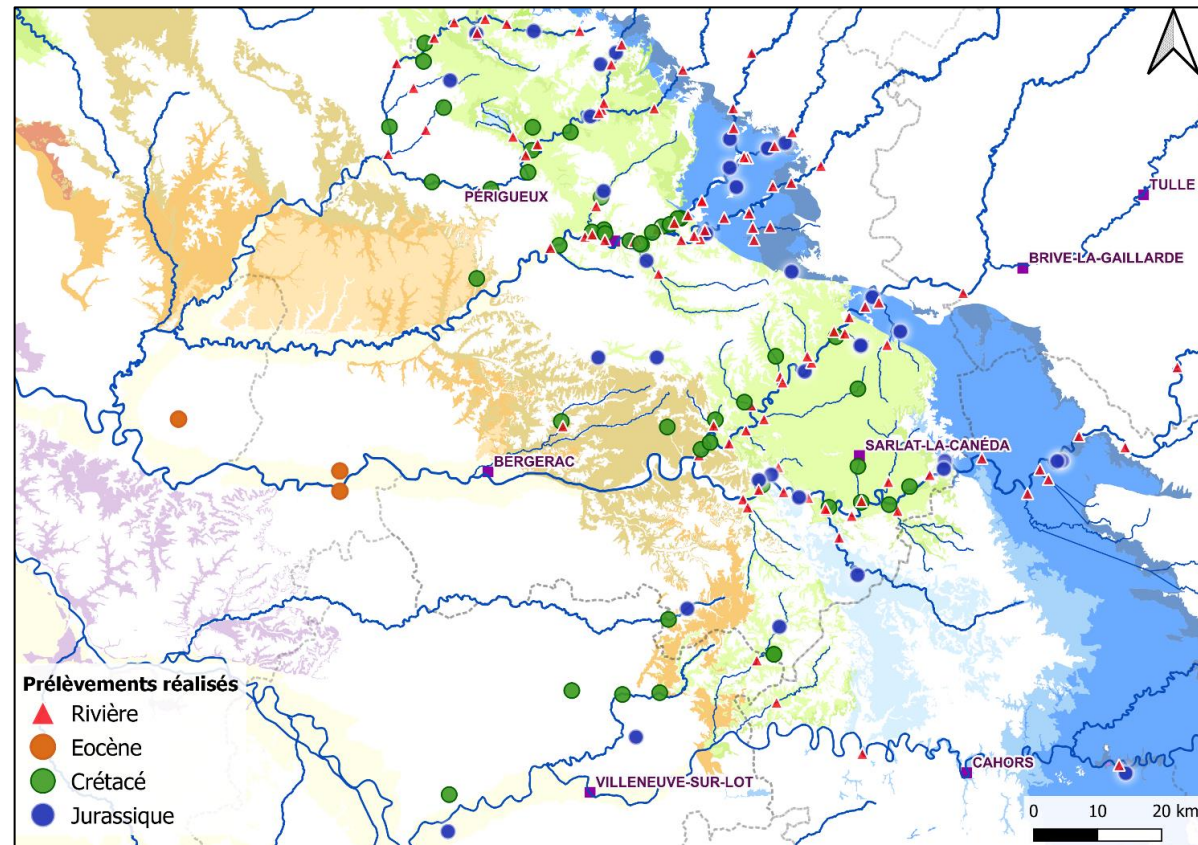
Échelle locale



université
de BORDEAUX

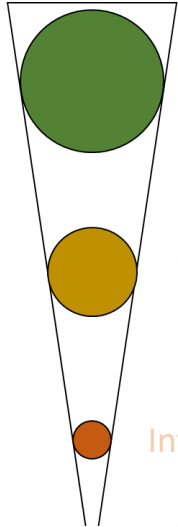
I2M
BORDEAUX

Implication d'une doctorante co-encadrée
BRGM / Université de Bordeaux



2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale



Campagnes piézométriques et physico-chimiques

Suivi continu (Conductivité) & Jaugeages en série

Infrarouge thermique

université
de BORDEAUX

I2M
BORDEAUX

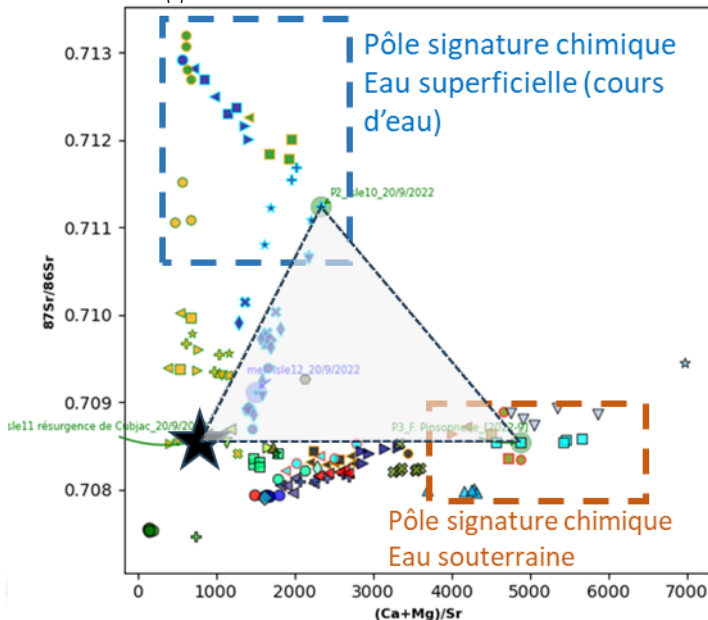
Implication d'une doctorante co-encadrée
BRGM / Université de Bordeaux

➤ 6 campagnes de terrain (forages, sources et rivières)

- Physico-chimie de base (T°, pH, conductivité électrique,...)
- Ions majeurs + éléments traces + COD
- Isotopes Bore, Nitrates, Eau ($^{18}\text{O}/^{2}\text{H}$), Strontium

➤ Complémentarité des analyses

- Tracer l'origine des flux :
signature eaux superficielles vs eau souterraine
- Origine de la recharge
- Différenciation des réservoirs
- contaminations anthropiques (eaux usées, agricole)

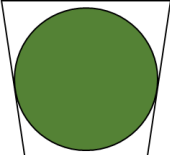


Interprétations en cours



2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale

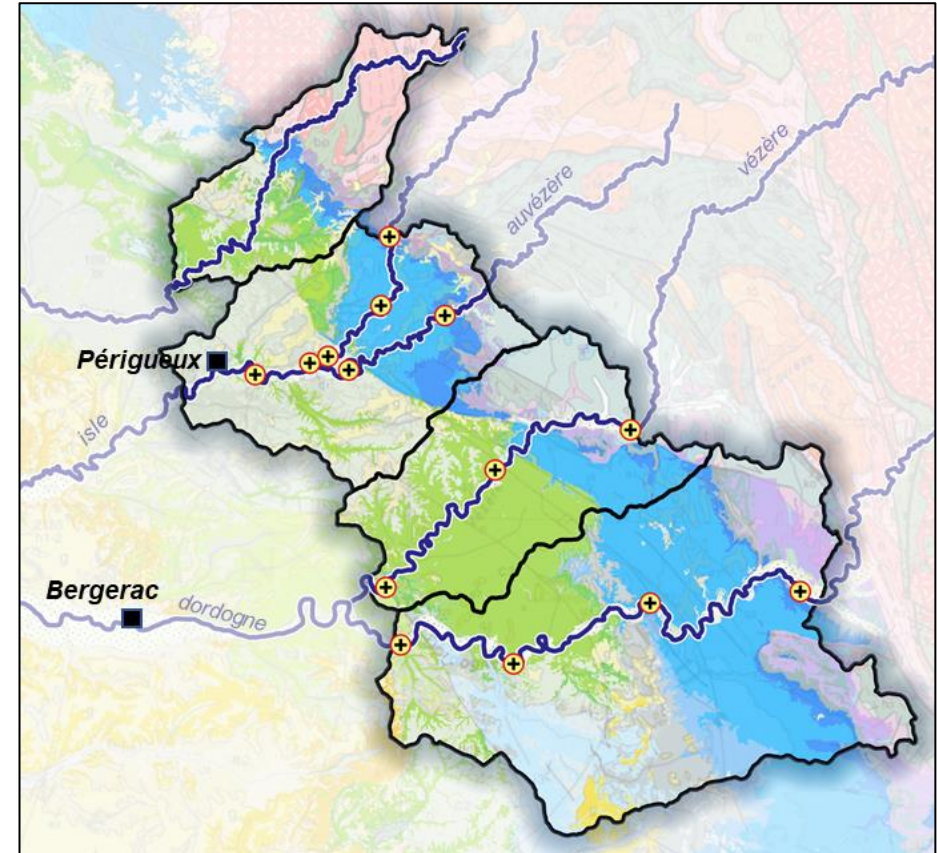


Campagnes piézométriques et physico-chimiques

Suivi continu (Conductivité)
& Jaugeages en série

Infrarouge thermique

Échelle locale

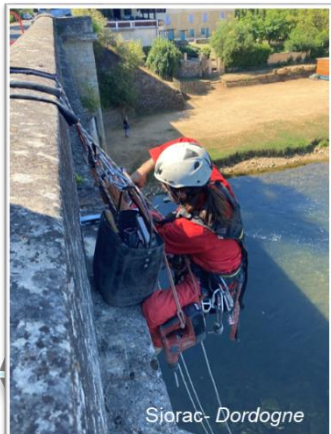


14 suivis continus de la minéralisation de l'eau

➤ Tracer l'origine de l'eau au niveau d'une station :

- Eau de pluie : peu minéralisée
- Eau infiltrée avec retour rapide au cours d'eau : faible minéralisation,
- Eau souterraine: forte minéralisation

➤ Évolution le long d'un cours d'eau pour évaluer les apports des nappes d'eau souterraine



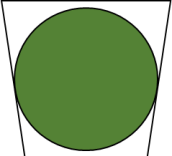
IRS

IRS

2025

2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale



Campagnes piézométriques et physico-chimiques

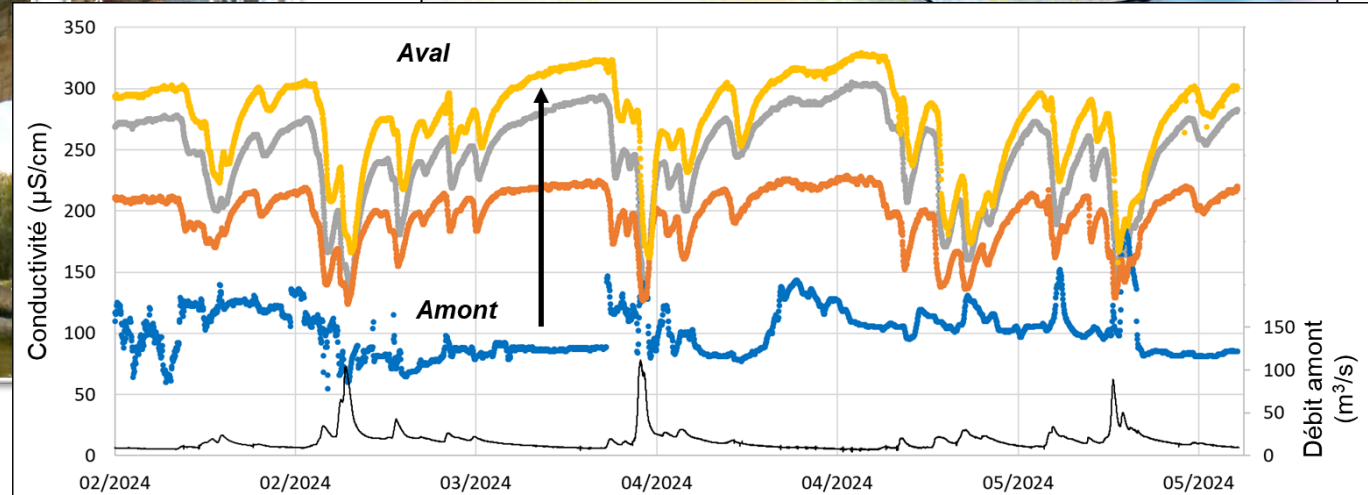
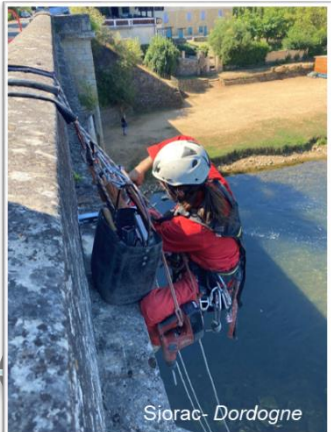
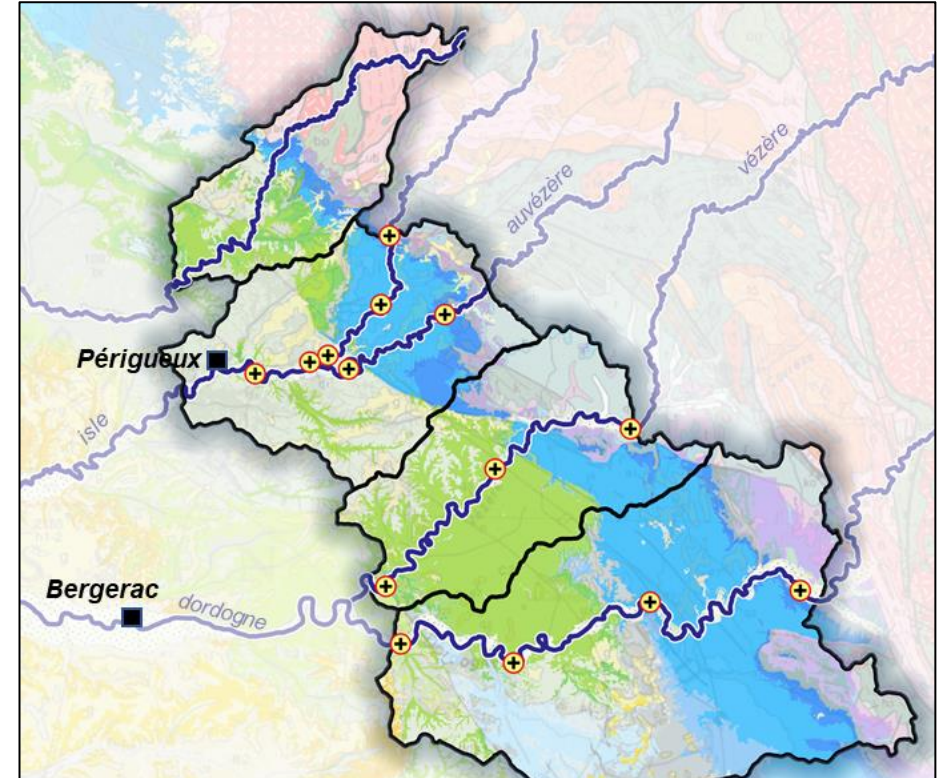
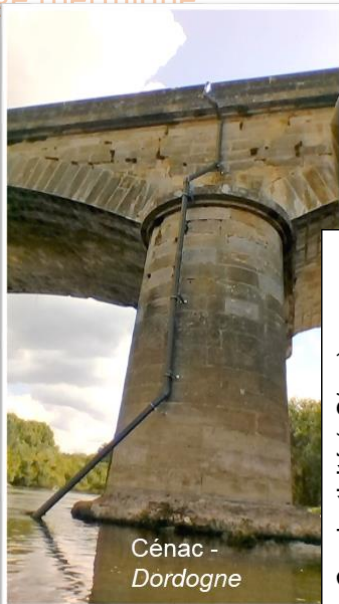


Suivi continu (Conductivité)
& Jaugeages en série



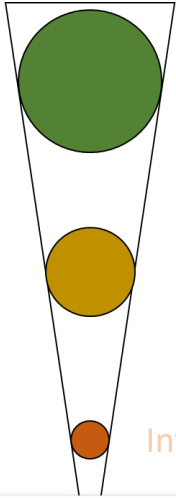
Infrarouge thermique

Échelle locale



2. Compréhension des échanges nappes-rivières

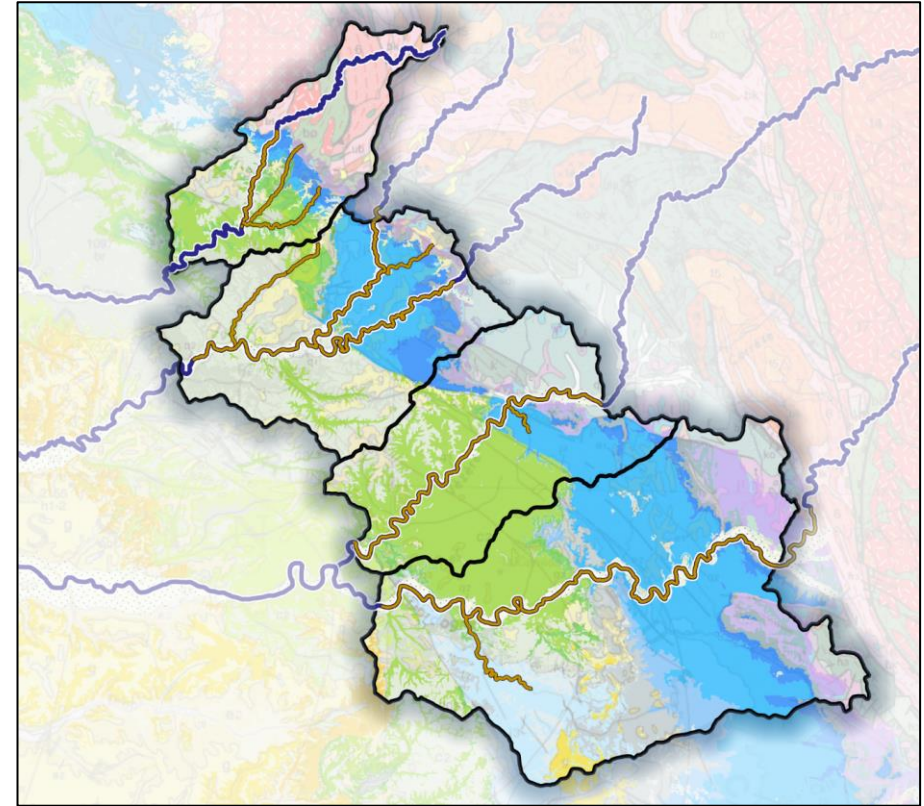
Échelle régionale



Campagnes piézométriques et physico-chimiques

Suivi continu (Conductivité) & **Jaugeages en série**

Infrarouge therm

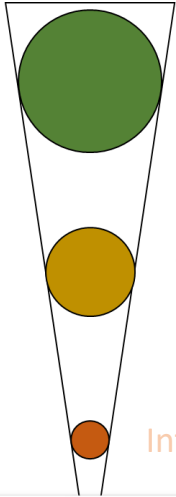


80 mesures durant les basses eaux 2022

➤ Identifier les tronçons en perte ou en gain de débit

2. Compréhension des échanges nappes-rivières

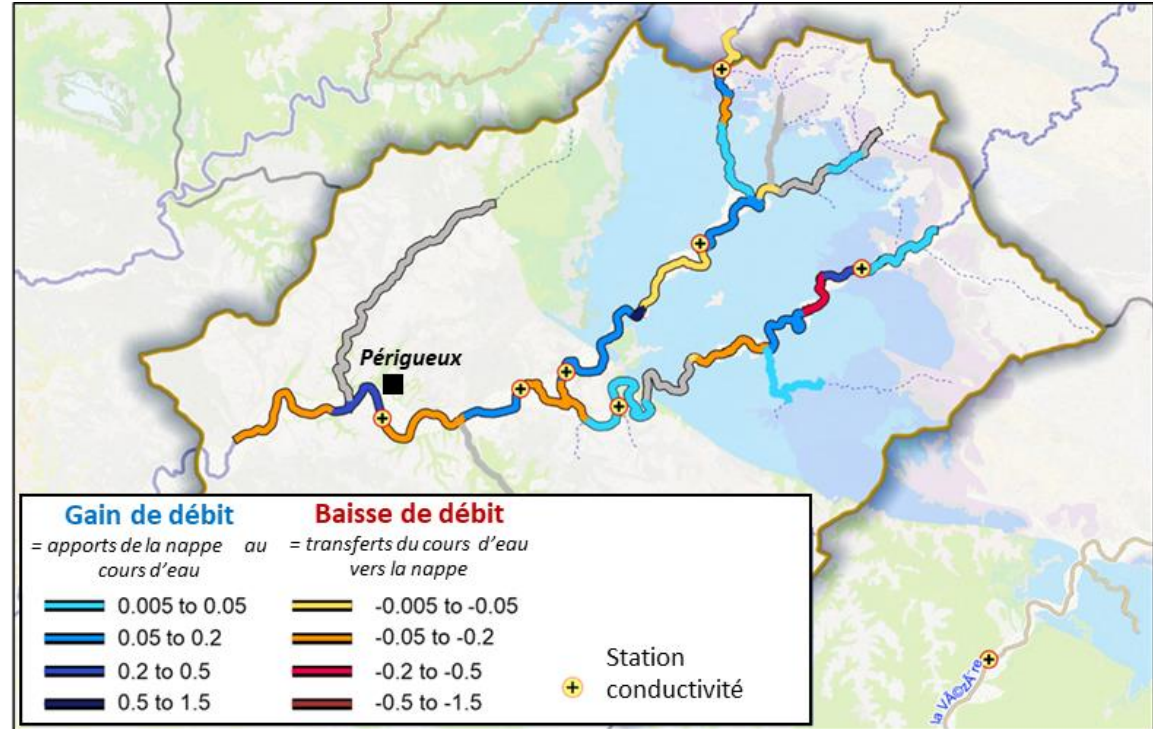
Échelle régionale



Campagnes piézométriques et physico-chimiques

Suivi continu (Conductivité) & Jaugeages en série

Infrarouge the



2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Si vous souhaitez en savoir plus...

Rapport public

Cabaret O. et Darricau P. 2024. Réalisation de jaugeages différentiels dans l'Isle, l'Auvézère, la Vézère, la Dordogne et la Dronne - Projet Eaux-SCARS. Rapport final V1. BRGM/RP-73294-FR, <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-73294-FR.pdf>


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité


Observatoire pour une Terre durable

Document à accès immédiat

Réalisation de jaugeages différentiels dans l'Isle, l'Auvézère, la Vézère, la Dordogne et la Dronne - Projet Eaux-SCARS

Rapport final

BRGM/RP-73294-FR

Version 1 du 15 mai 2024

Étude réalisée dans le cadre des projets de recherche et développement

Cabaret O. et Darricau P.

Vérificateur :	Approbateur :
Nom : DAVID P-Y.	Nom : LE GALL C.
Fonction : Hydrogéologue	Fonction : Directrice régionale Nouvelle Aquitaine
Date : 15/03/2024	Date : 08/04/2024
Signature : 	Signature : 

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.
Contact : qualite@brgm.fr


Union européenne


Nouvelle-Aquitaine


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE


EAU

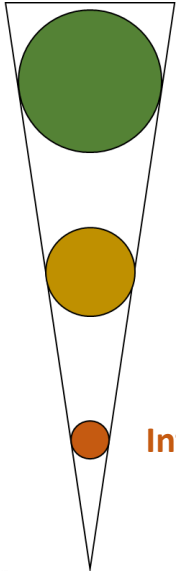

Dordogne
PÉRIGORD


LOT-ET-GARONNE


CHARENTE

2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale

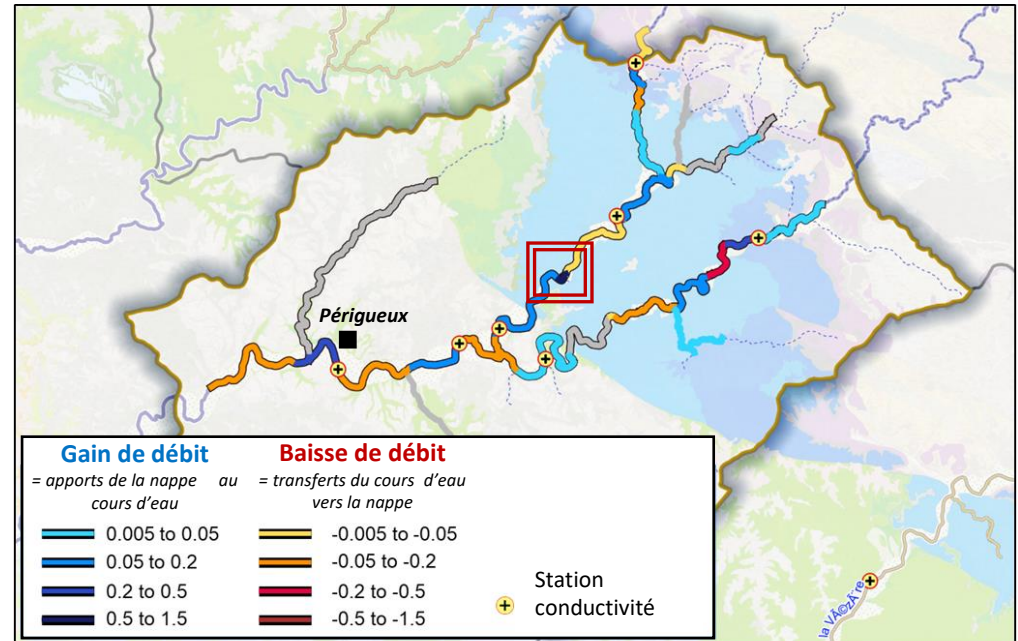


Campagnes piézométriques et physico-chimiques

Suivi continu (Conductivité) & Jaugeages en série

Infrarouge thermique

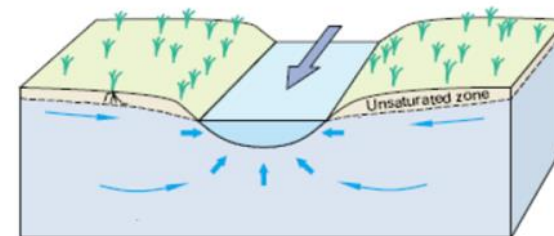
Échelle locale



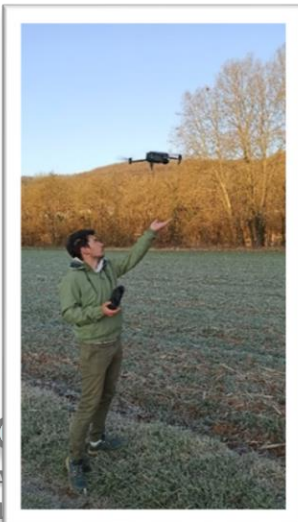
Passage d'un drone équipé d'une caméra thermique en hiver 2023

$$T^{\circ}_{\text{rivière}} (5^{\circ}\text{C}) \ll T^{\circ}_{\text{nappe}} (11^{\circ}\text{C})$$

- Identifier les zones d'émergence des eaux souterraines au profit de la rivière



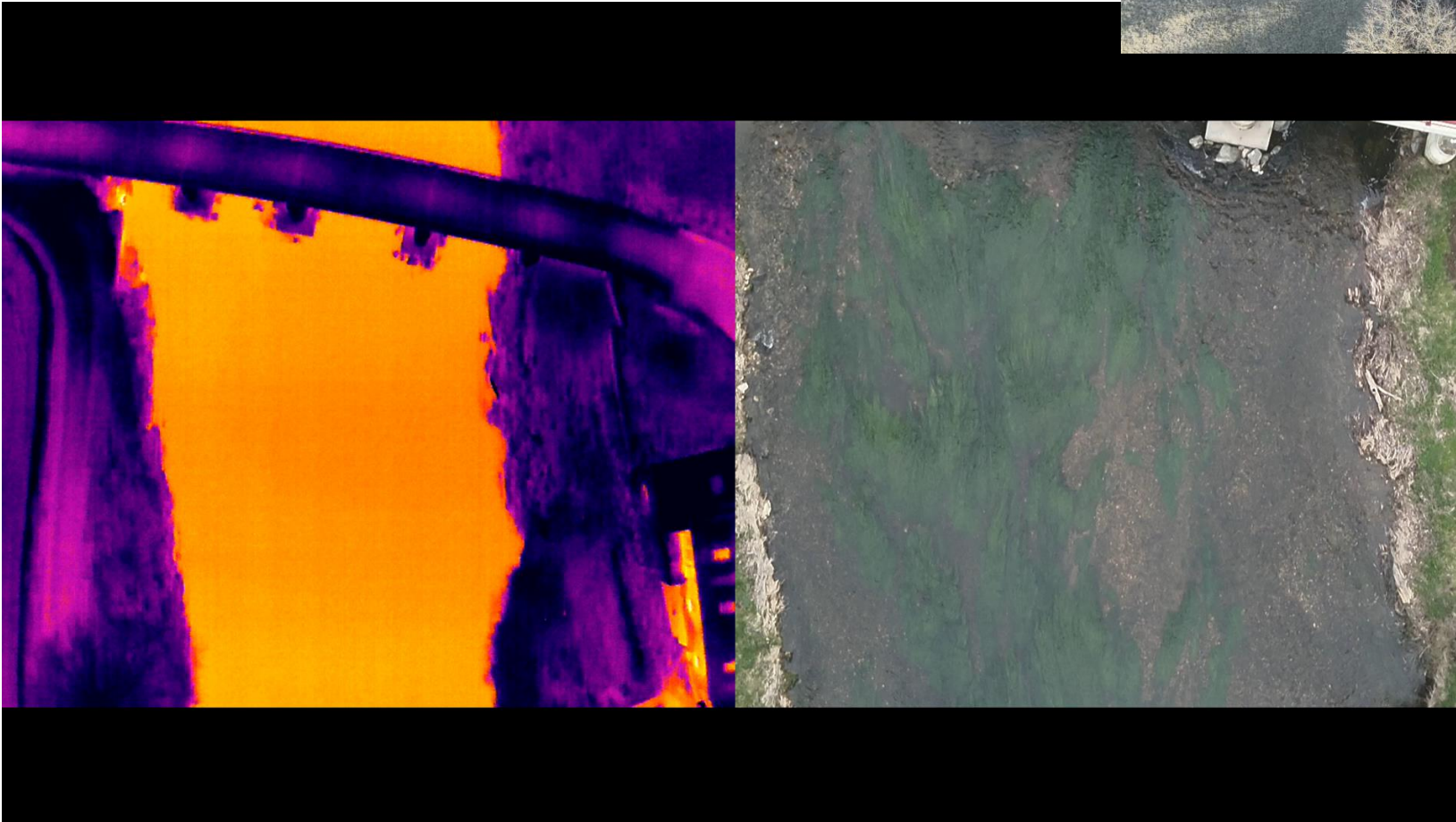
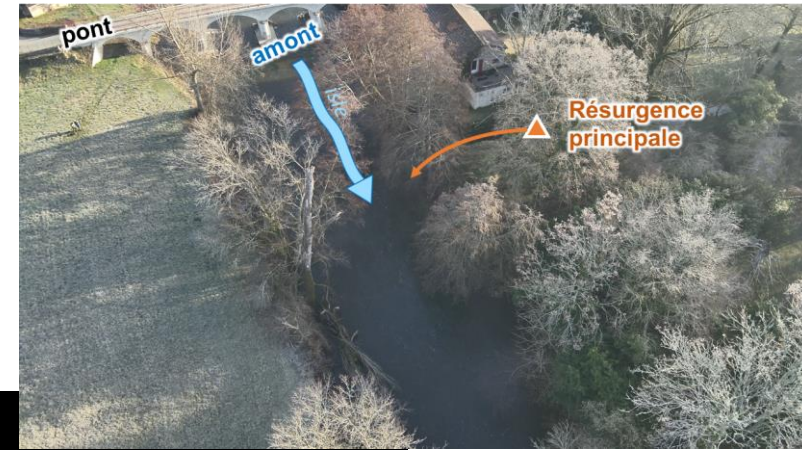
Nappes vers cours d'eau



Eaux-S
COMITÉ DES A
BERGERAC – 1

2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Lien vers la vidéo page suivante



2. Compréhension des échanges nappes-rivières

Si vous souhaitez en savoir plus...

Restitution sur SIGES Aquitaine:

<https://sigesaqi.brgm.fr/Echanges-Nappes-Rivieres-en-milieu-karstique-Mise-en.html>

SIGES Aquitaine

Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Aquitaine

Accueil La région Géologie Hydrogéologie Surveillance des nappes Etudes Usages Législation

[Les eaux souterraines](#)
[L'hydrogéologie en Aquitaine](#)
[Les principaux aquifères](#)
[Les référentiels hydrogéologiques](#)
[Forage - Points d'eau](#)

[Le parcours de l'eau : de sa source au robinet](#)
[A la recherche des eaux souterraines](#)
[Le Karst](#)
[Les paramètres hydrodynamiques](#)

[Les documents de référence](#)
[Le Karst](#)
[Les outils d'étude de l'aquifère karstique](#)
[Échanges Nappes / Rivières en milieu karstique](#)
[Mise en évidence des apports de nappes par l'approche thermique](#)

Rechercher :

Échanges Nappes / Rivières en milieu karstique : Mise en évidence des apports de nappes par l'approche thermique

- Principe
- Résultats
 - Saint Vincent sur l'isle
 - Condat-sur-vézère
- Retour d'expérience
- Bibliographie
- Partenaires

La connaissance des échanges nappes-rivières est abordée dans le projet Eaux-SCARS au moyen de diverses actions : campagnes hydrochimiques, cartes piézométriques, suivis continus de débit/Température/conductivité des cours d'eau, jaugages différentiels. Les capteurs thermiques aéroportés sont utilisés depuis quelques temps pour mettre en évidence des apports de nappes au débit des cours d'eau (Faux et al., 2001 ; Handcock et al., 2012 ; Wawrzyniak, 2012 ; Ré-Bahaud, 2015 ; Marteau et al., 2020 ; Chapuis et al., 2021). Afin d'évaluer la pertinence de cette méthode sur le territoire d'étude, deux captations ont été réalisées.

Principe

Le principe de l'approche thermique repose sur le contraste de température qui peut exister entre les eaux superficielles, correspondant aux eaux de la rivière, et les eaux souterraines. En effet, la température des eaux superficielles est très sensible aux conditions météorologiques (température de l'air, ensoleillement, etc.) et l'amplitude thermique entre la saison hivernale, où les eaux superficielles peuvent être à des températures inférieures à 5°C, et la saison estivale, avec des eaux superficielles pouvant avoisiner les 30°C, est très importante. Au contraire, l'amplitude thermique des eaux souterraines est bien moindre et reste relativement constante au cours de l'année. Ainsi, ces contrastes importants peuvent permettre d'identifier distinctement les eaux souterraines qui se déversent au profit de la rivière.

D'autres critères sont cependant à prendre en compte :

- Durant la période hivernale, la végétation est en dormance. Ainsi l'absence de couvert végétal important facilite les conditions de vol de l'appareil et surtout parasite moins l'acquisition thermique. Toutefois, d'autres aspects météorologiques tels que les conditions de vent, de pluie et de visibilité sont à prendre en considération et sont, à cette période, généralement moins favorables. De plus, les débits de la rivière sont habituellement en condition de hautes eaux et la dilution des eaux souterraines y est ainsi plus forte, limitant potentiellement l'observation des arrivées d'eau de nappe plus chaude.
- La période estivale présente des conditions météorologiques généralement plus favorables. De même, les conditions de basses eaux limitent le phénomène de dilution et les arrivées d'eaux plus froides peuvent être davantage visibles. Il faut cependant prendre en considération le couvert végétal qui est plus dense à cette époque, et constitue selon la zone d'étude un critère déterminant.

Au regard des conditions de sites, la captation thermique réalisée pour ce test s'est effectuée durant la période hivernale. Le capteur utilisé a été embarqué sur drone.






Eaux-SCARS
COMITÉ DES ACTEURS
BERGERAC – 12 mai 2025

Axe 3

avancées sur l'interface
atmosphère/milieux superficiels/souterrain

Quelles perspectives d'ici la
fin du projet Eaux-SCARS ?



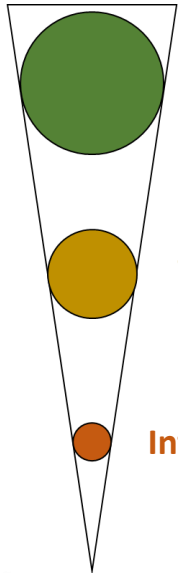
Eaux-SCARS

COMITÉ DES ACTEURS
BERGERAC – 12 mai 2025

Quelles perspectives d'ici la fin du projet Eaux-SCARS ?

➤ Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale



Campagnes piézométriques et physico-chimiques

Suivi continu (Conductivité) & Jaugeages en série

Infrarouge thermique

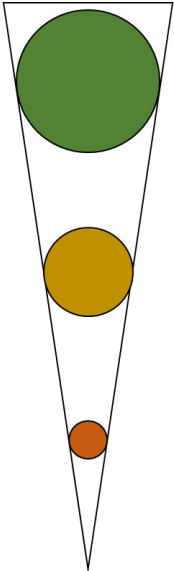
Échelle locale

- Approches complémentaires pour affiner la connaissance des échanges nappes-rivières en termes :
- **d'espace** (basin versant / tronçon)
 - **de temps** (hautes eaux / basses eaux)
 - **de processus** (nappes ↔ cours d'eau)

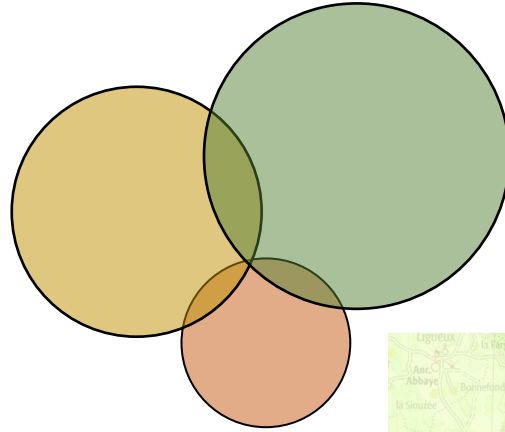
Quelles perspectives d'ici la fin du projet Eaux-SCARS ?

➤ Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale



Échelle locale



- Assurer une cohérence d'ensemble
Jaugeages en série

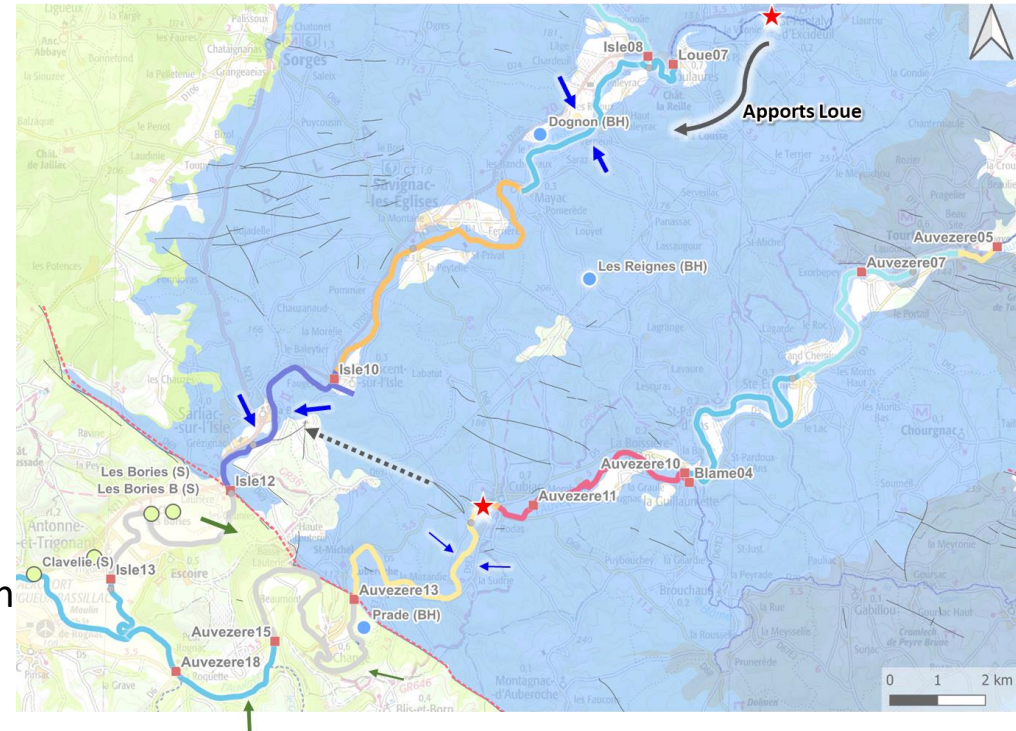
VS Physico-chimie

VS Conductivité des cours d'eau (à venir)

⇒ Bilan des flux

⇒ Bilan des contributions

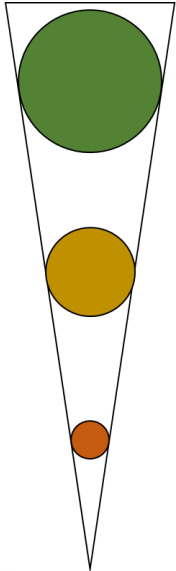
Pôle superficiel / Pôle souterrain



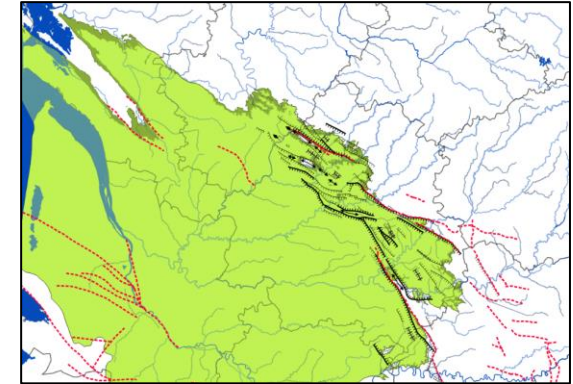
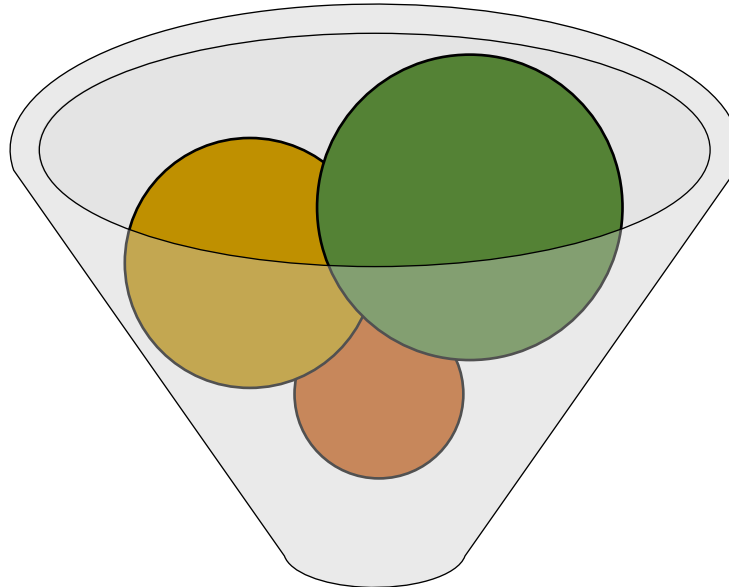
Quelles perspectives d'ici la fin du projet Eaux-SCARS ?

➤ Compréhension des échanges nappes-rivières

Échelle régionale

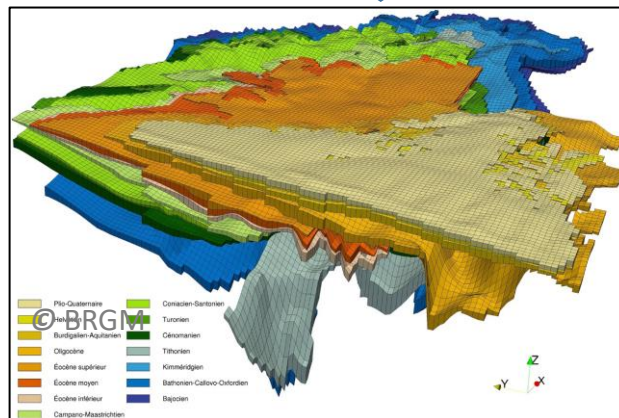


Échelle locale



 **BDLISA**

- **identifier les secteurs en tension** sur la ressource en eau
- assurer une **cohérence** entre les **pressions** (prélèvements) et les **débits dans les cours d'eau** disponibles pour les écosystèmes



Modèles géologiques et hydrogéologiques



Eaux-SCARS

COMITÉ DES ACTEURS
BERGERAC – 12 mai 2025