

Avec le soutien de :



COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

Du 15 au 17 février 2023
à l'ENSEGID - Bordeaux INP

Caractérisation de la recharge localisée et processus de mélange à l'aide des isotopes de strontium

M. Quispe Sihuas^{1,2}, J.B. Charlier^{3,4}, B. Ladouche^{3,4}, B. Dewandel^{3,4}, O. Cabaret¹
et A. Denis²

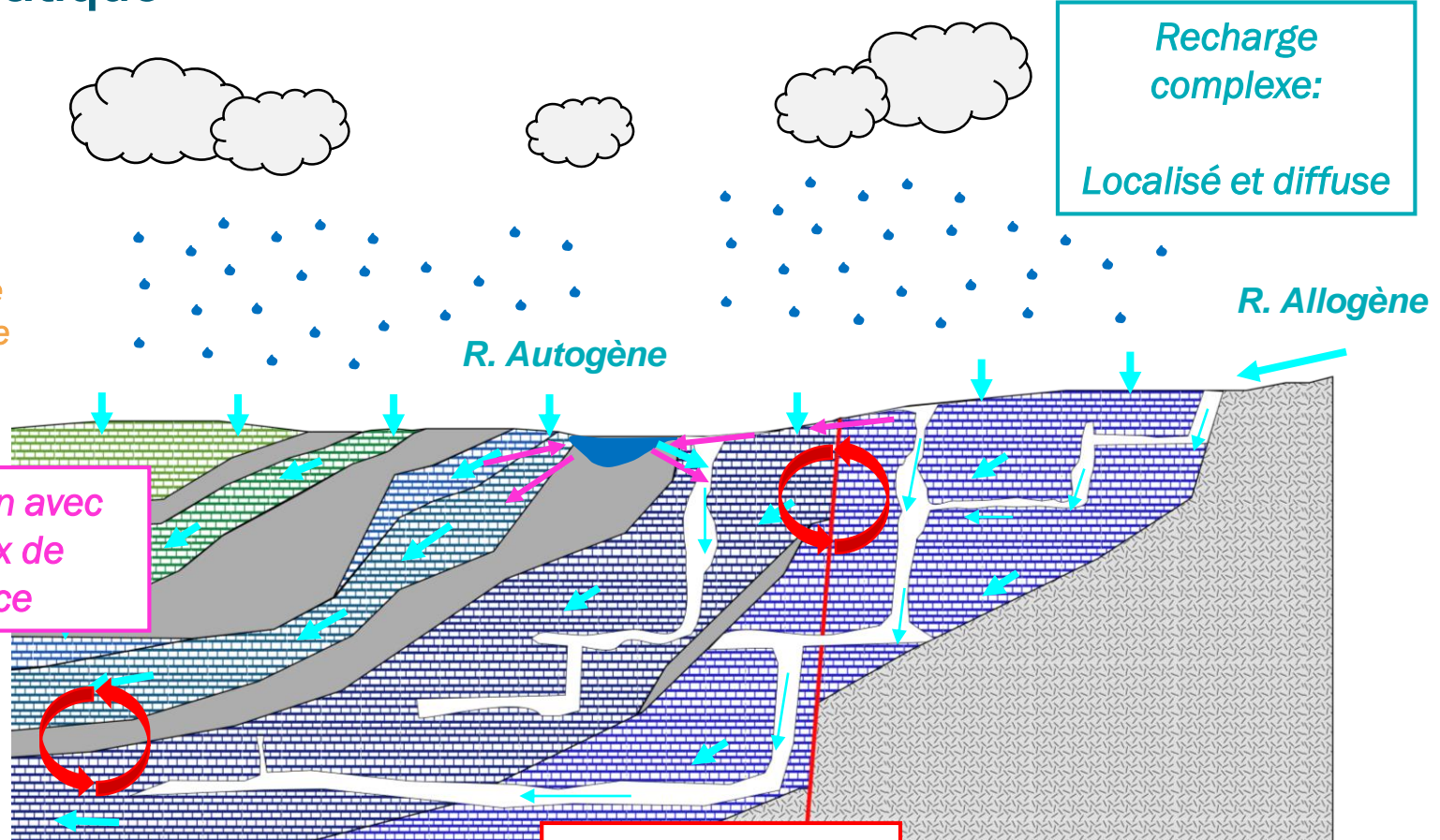
1. BRGM, Parc Technologique Europarc, 24 avenue Léonard de Vinci, F-33600 Pessac, France
2. Université de Bordeaux, UMR 5295 I2M-GCE, Bordeaux, France
3. BRGM, Univ. Montpellier, Montpellier, France
4. G-eau, INRAE, CIRAD, IRD, AgroParisTech, Institut Agro, BRGM, Montpellier, France



Problematique

Aquifères multicouche
+
Milieu carbonaté de type karstique

Recharge complexe:
Localisé et diffuse



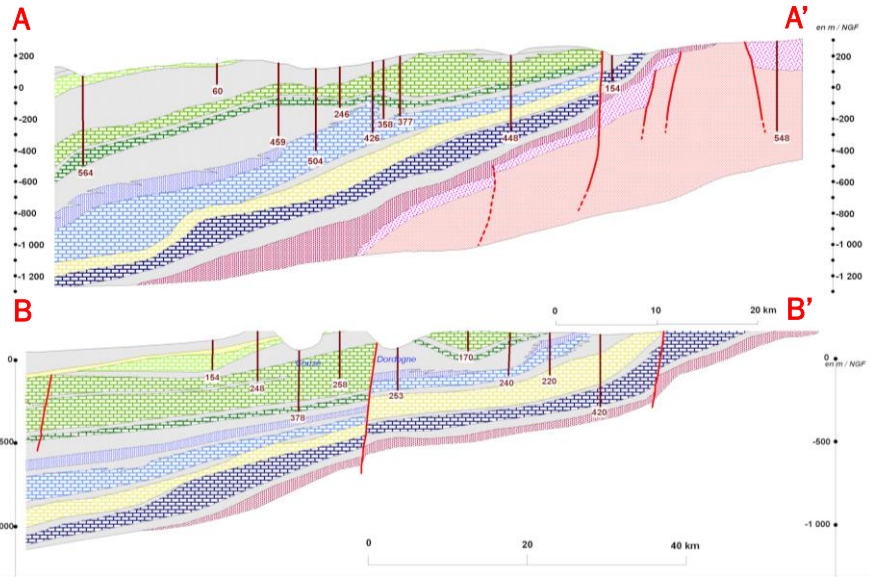
Interaction avec
les eaux de
surface

Processus de
mélange

R. Allogène

R. Autogène

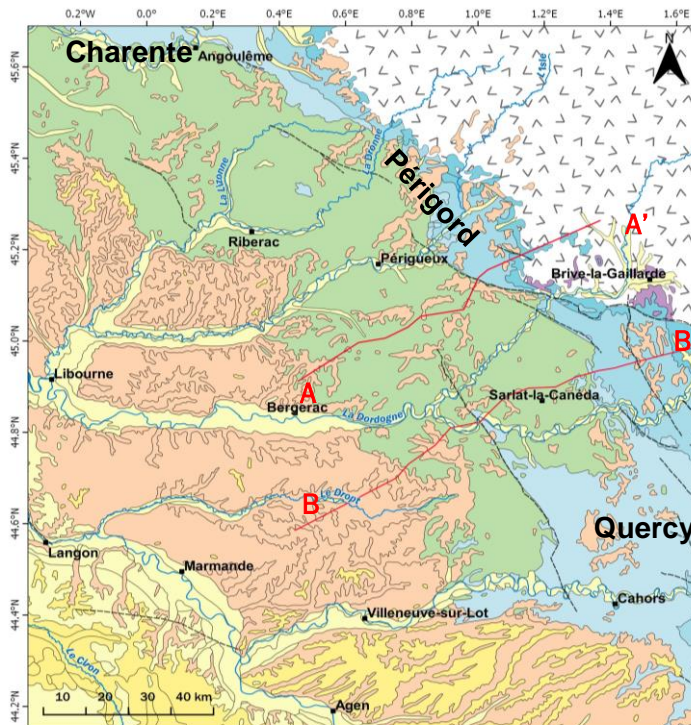
Zone d'étude



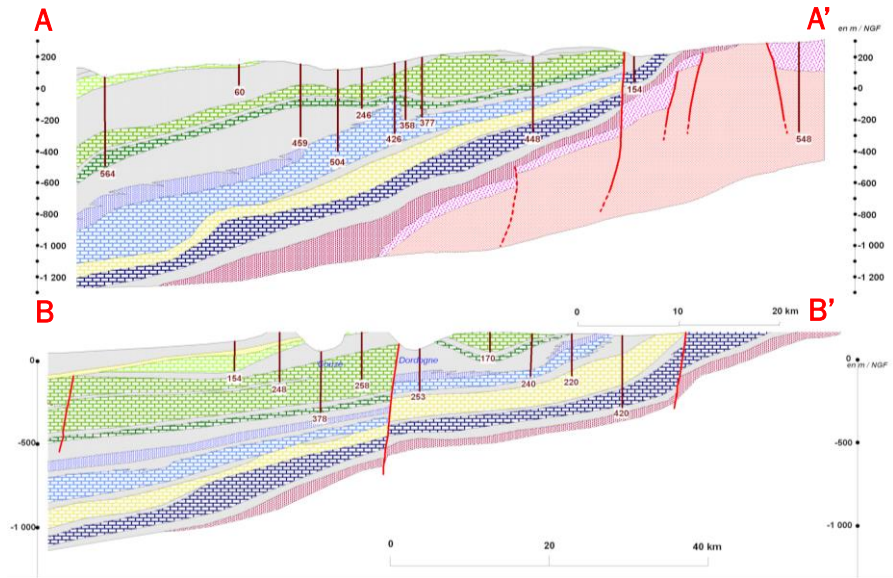
- Geology**
- ^ Hercynian basement (granites and schists)
 - Triassic
 - Lower Jurassic
 - Middle Jurassic
 - Upper Jurassic
 - Upper Cretaceous
 - Paleocene, Eocene and Oligocene
 - Miocene and Pliocene
 - Quaternary



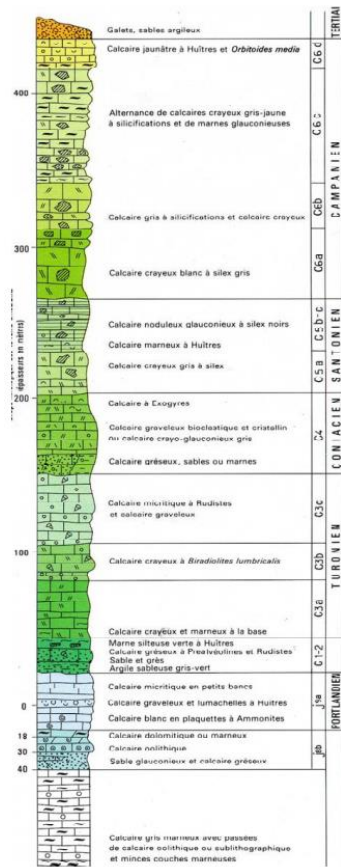
- LOWER EOCENE
- UPPER CAMPANIAN
- CONACIAN SANTONIAN
- TURONIAN
- CENOMANIAN
- TITHONIAN
- KIMMERIDGIAN
- CALLOVO-OXFORDIAN
- BATHONIAN
- BAJOCIAN
- LIAS
- PERMO-TRIAS
- PALEOZOIC
- AQUITARD



Zone d'étude



Coupe lithostratigraphique des formations Crétacé du Périgord Blanc (Dordogne) (Platel et al., 2010)

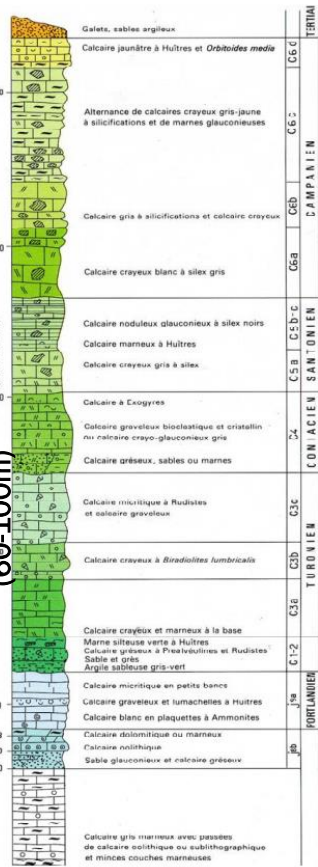


Campanien sup.
(50-100m)

Coniacien-Turonien
Moyen-sup
(60-100m)

Cénomaniens

Coupe lithostratigraphique des formations Crétacé du Périgord Blanc (Dordogne) (Platel et al., 2010)



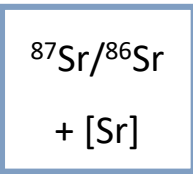
Campanien sup.
(50-100m)

Coniacien-Turonien
Moyen-sup
(60-100m)

Cénomaniens

Données et méthodologie

Quel traceurs isotopiques?:



- ^{87}Sr , isotope radiogénique
- Provient de la décroissance radioactive b⁻, ou t ½ = 48.8 * 10⁹ ans)
- Le $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ est considéré constant au long du cycle d'eau douce



La signature isotopique va dépendre principalement du lessivage des roches.

Au bordure de **bassin sédimentaire aquitaine**:

1. Socle granitique du Massif Central:
C'est les plagioclases et biotites qui vont contrôler la signature isotopique (altération et moins solubilité relative)



Concentrations faibles en strontium + Valeurs plus radiogéniques de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

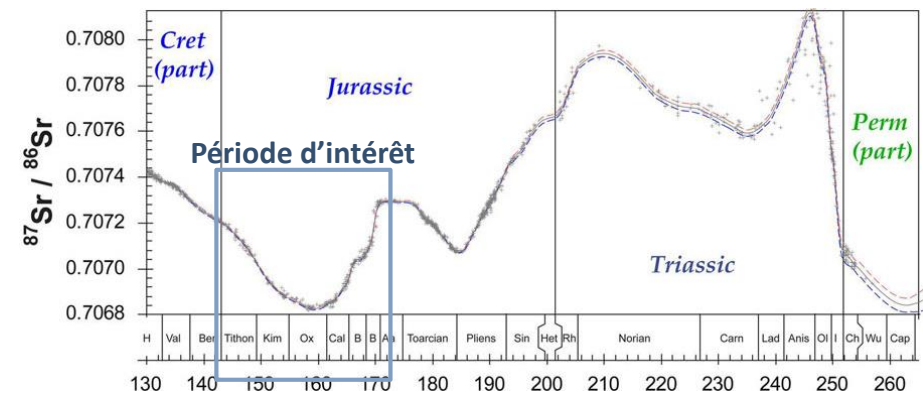
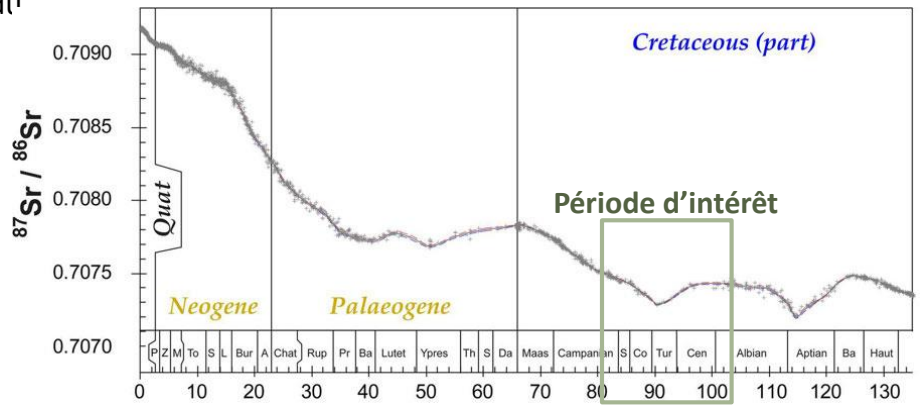
2. Au sein des terrains carbonatés:
Le strontium est présent en traces dans des minéraux tels que la calcite, dolomite, gypse et anhydrite (le Sr²⁺ remplace au Ca²⁺ et Mg²⁺)

Solubilité relativement élevée



Concentrations élevés de strontium et signature isotopiques moins radiogénique.

Des valeurs de max 0,7075 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ont été modélisées dans les lithologies du Jurassique et du Crétacé (McArthur et al., 2020).

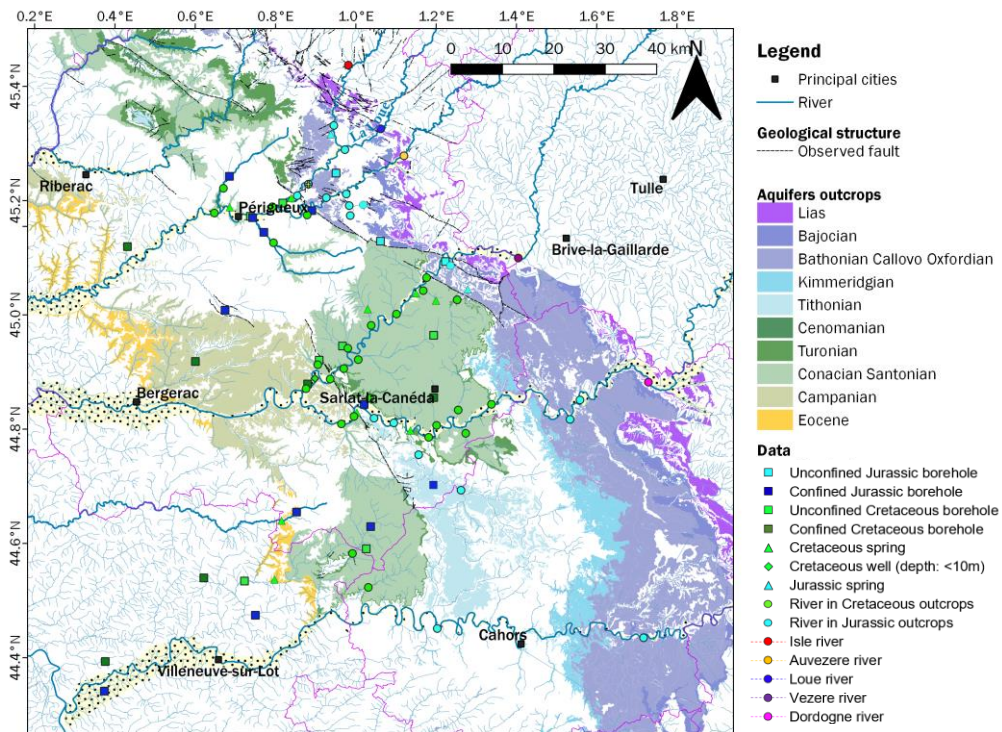


Campagnes de prélèvements

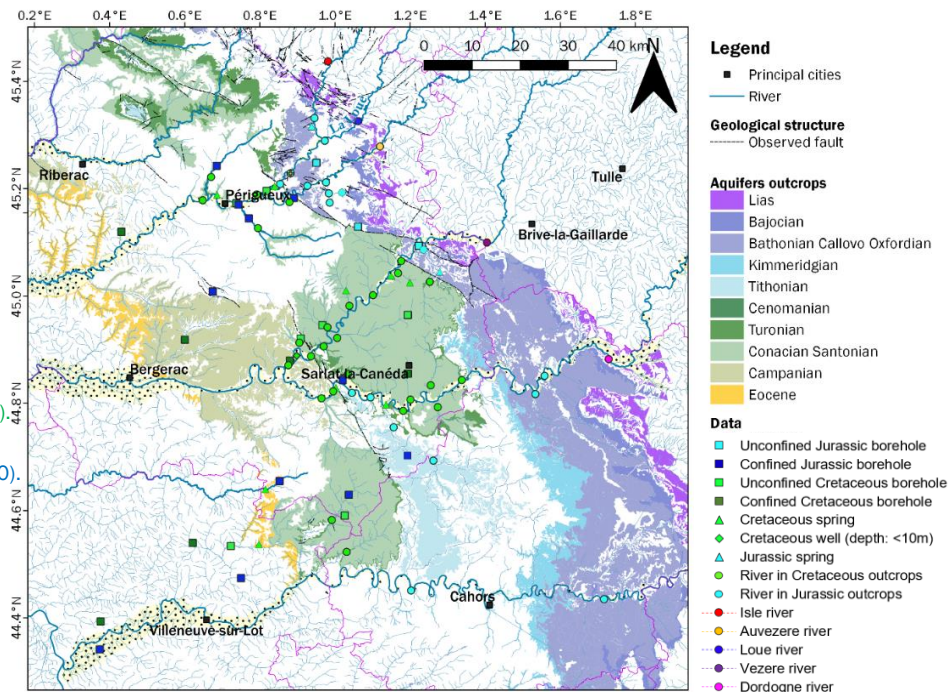
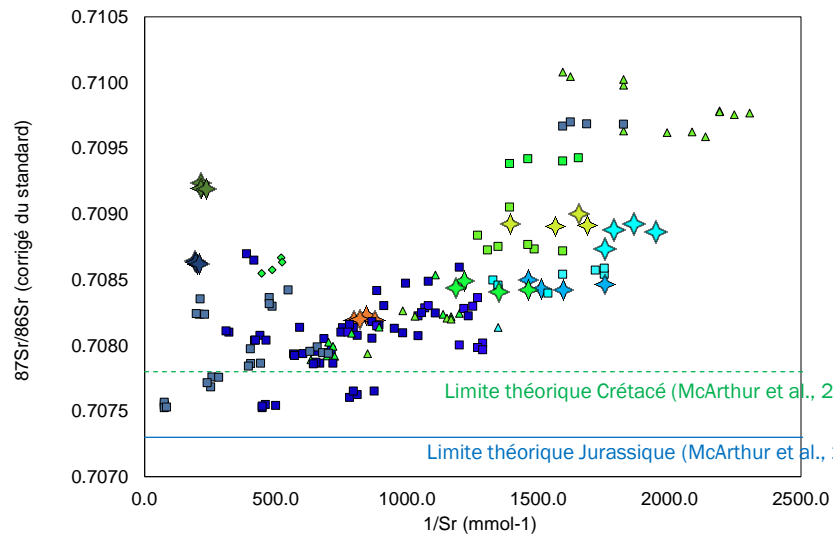
Type	C01 Sept 2020	C02 Avril 2021	C03 Sept 2021	C04 Avril 2022	Total general
Basement granite and schist river	0	4	5	5	14
Jurassic river	0	4	5	19	28
Jurassic confined aquifer	16	16	16	16	64
Jurassic spring	1	1	1	2	5
Jurassic unconfined aquifer	3	3	3	3	12
Upper Cretaceous confined aquifer	8	8	8	8	32
Upper Cretaceous river	0	8	12	26	46
Upper Cretaceous spring	9	9	9	9	36
Upper Cretaceous unconfined aquifer	6	6	5	4	21
Total général	43	59	64	92	258

Isotopes de strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) et $[\text{Sr}^{2+}]$

- Origine de la recharge
- Différenciation des réservoirs



Evolution de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dans les aquifères de Crétacé Supérieur et Jurassique

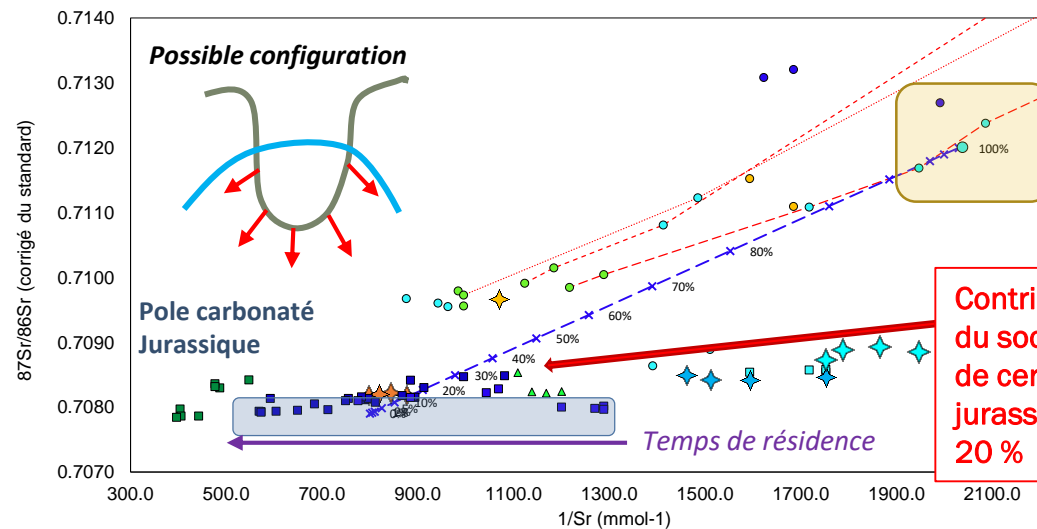
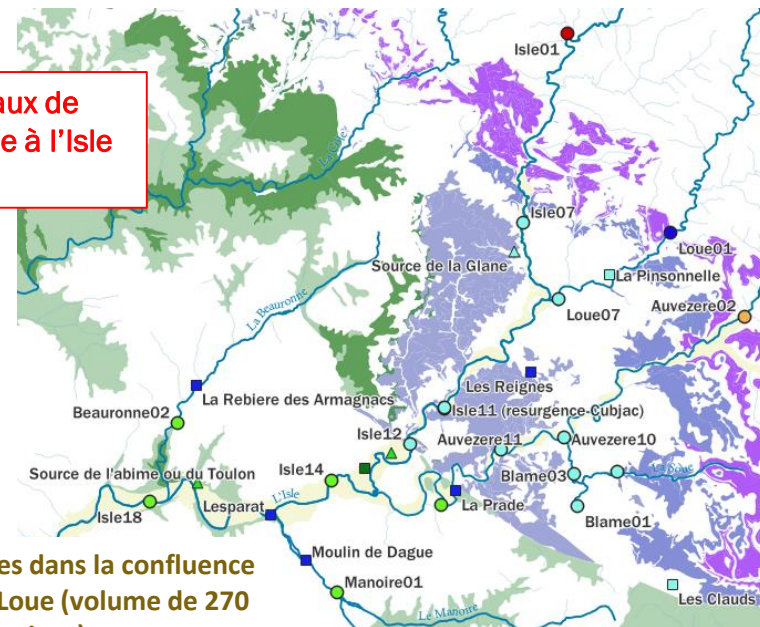
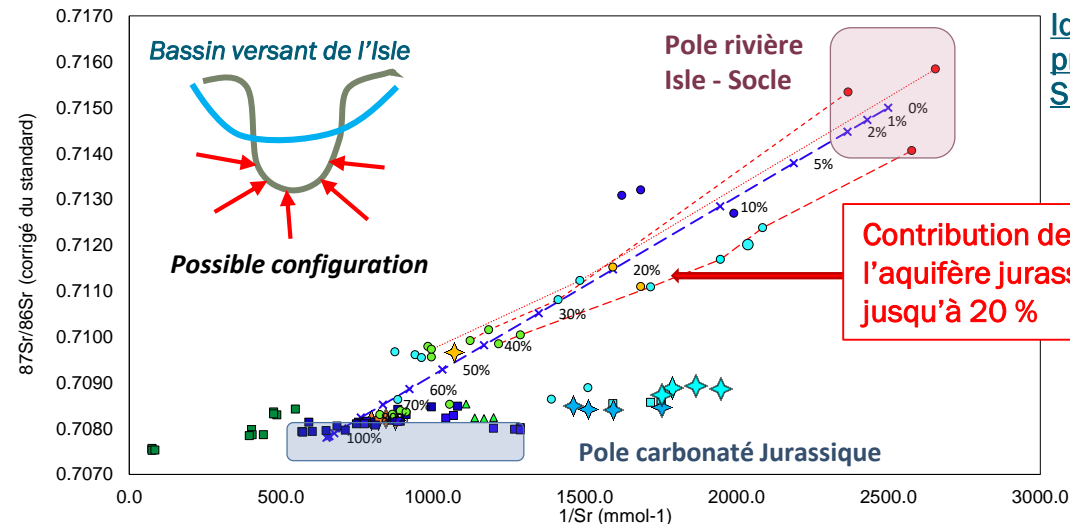


	Sr ($\mu\text{g}/\text{l}$)		$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (corrigé du standard)	
	Crétacé Supérieur	Jurassique	Crétacé Supérieur	Jurassique
Nbr. of obs	89	81	89	81
Minimum	38	45	0.70752	0.70752
Maximum	1160	464	0.71008	0.70893
Mean	188	126	0.70862	0.70820

Des valeurs de max 0,7078 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ont été modélisées dans les lithologies du Jurassique et du Crétacé (McArthur et al., 2020).

Résultats

Identification de recharge localisé et processus de mélange à l'aide $Sr^{87}/^{86}Sr$



Pertes dans la confluence Isle-Loue (volume de 270 l/s environ)

- Unconfined Jurassic borehole
- Confined Jurassic borehole
- Unconfined Cretaceous borehole
- Confined Cretaceous borehole
- ▲ Cretaceous spring
- ▲ Cretaceous well (depth: <10m)
- ▲ Jurassic spring
- River in Cretaceous outcrops
- River in Jurassic outcrops
- Isle river
- Auvezère river
- Loue river
- Vézère river

Conclusions et perspectives

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ne semble pas utile pour identifier l'origine des eaux du Crétacé supérieur et du Jurassique dans notre zone d'étude, étant donné que les valeurs du rapport sont plus élevées que prévu.

Cependant, le rapport semble être adéquat pour étudier les mélanges de surface et la recharge allogénique

Le couplage de $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ devraient nous permettre de compléter les informations sur la recharge. En fait, l'effet d'altitude et continental dans le deutérium et l'oxygène-18 devrait être présent dans les eaux issues des terrains du socle.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION