

# DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES SUR LES CONTAMINANTS CHIMIQUES :

origines, transferts et impacts dans les milieux aquatiques

LUNDI 12  
DÉCEMBRE  
2022

9H30 > 17H00

LYON  
L'EMBARCADÈRE

SAUVONS  
L'EAU!

## Identification et caractérisation des sources de contaminants dans des bassins versants d'usage mixte : approche intégrée (projet Idesoc)

- Marina Coquery

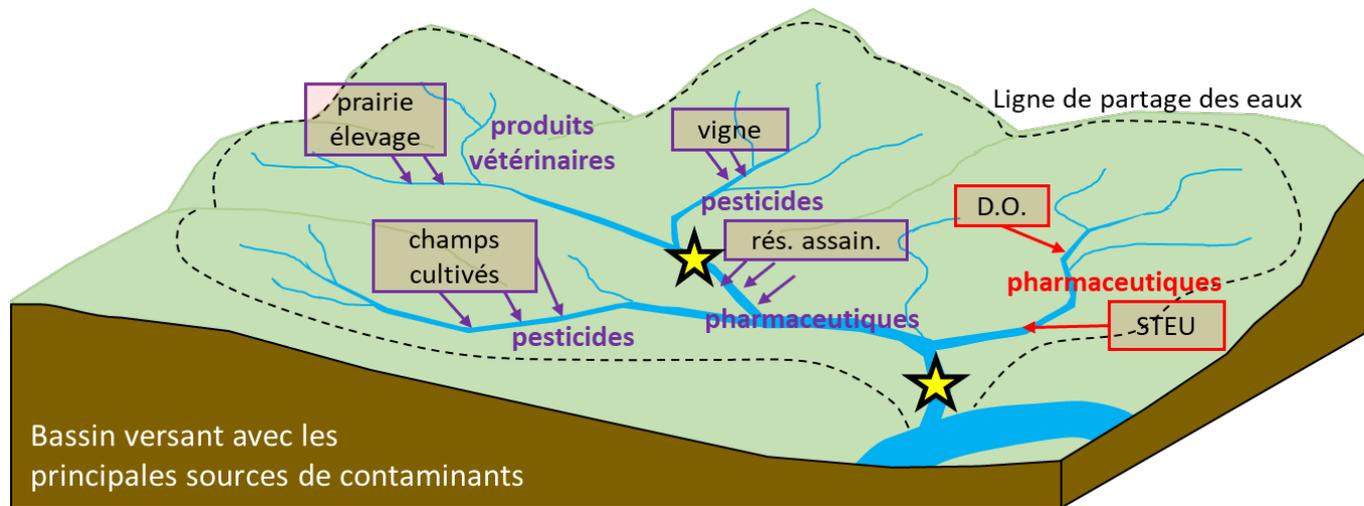
Directrice de recherche, INRAE, unité de recherche RiverLy

## ➤ Contexte : nombreuses sources de contamination dans les bassins versants meso-échelles à usage mixte

Les sources principales de contaminants :

- > rejets domestiques / agricoles
- > rejets ponctuels / diffus
- + hétérogénéité spatiale sur le bassin versant
- + fortes variations temporelles (hydrologie, saison, usages des produits)

=> Besoin d'identifier et quantifier les différents flux de pollution qui contribuent majoritairement à la dégradation de l'état de eaux (substances chimiques prioritaires et dangereuses) à l'exutoire des bassins versants pour engager des actions de réduction des apports



Hypothèse 1 : chaque source de contaminant possède une composition biogéochimique particulière liée à l'occupation des sols et aux pratiques. Par ex. les cortèges microbiens peuvent renseigner sur l'origine de l'eau (espèces animales, ...)

Hypothèse 2 : il est possible de déterminer les différentes sources de contaminants sur un bassin versant grâce à la connaissance de l'usage du territoire et à la mesure de paramètres chimiques et biologiques « low cost » (sans mesurer tous les contaminants chimiques)

## ➤ Objectifs et sites d'étude

Développer une approche intégrée originale pour identifier et quantifier les sources - ponctuelles et diffuses – de polluants lors d'évènements hydrologiques contrastés à l'exutoire d'un bassin versant

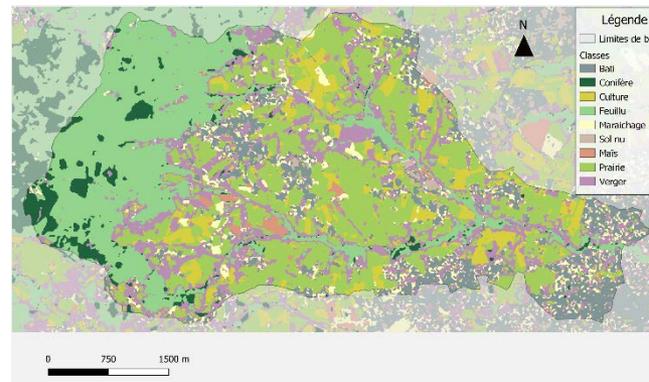
- ⇒ caractériser indépendamment les différentes sources potentielles de polluants (sous forme de signatures - ou empreintes - typiques)
- ⇒ utiliser ces signatures pour estimer (qualitativement ou quantitativement à l'aide de modèles de mélange) les contributions relatives de ces sources à l'exutoire de petits bassins versants

### BV de la Claduègne (42 km<sup>2</sup>), sous-bassin du Gazel (3,5 km<sup>2</sup>)

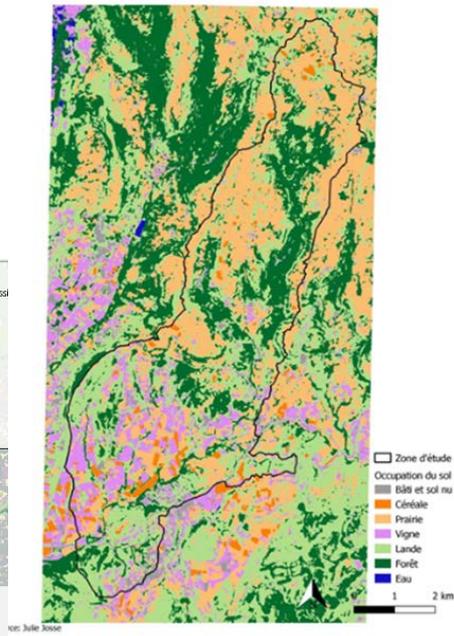
- dominante polyculture élevage, viticulture et tourisme
- BV déjà instrumenté avec suivi qualité existant
- site observatoire de la ZABR – OHMCV & OZCAR

### BV de l'Yzeron, BV du Ratier (19 km<sup>2</sup>), sous-bassin du Mercier (8 km<sup>2</sup>)

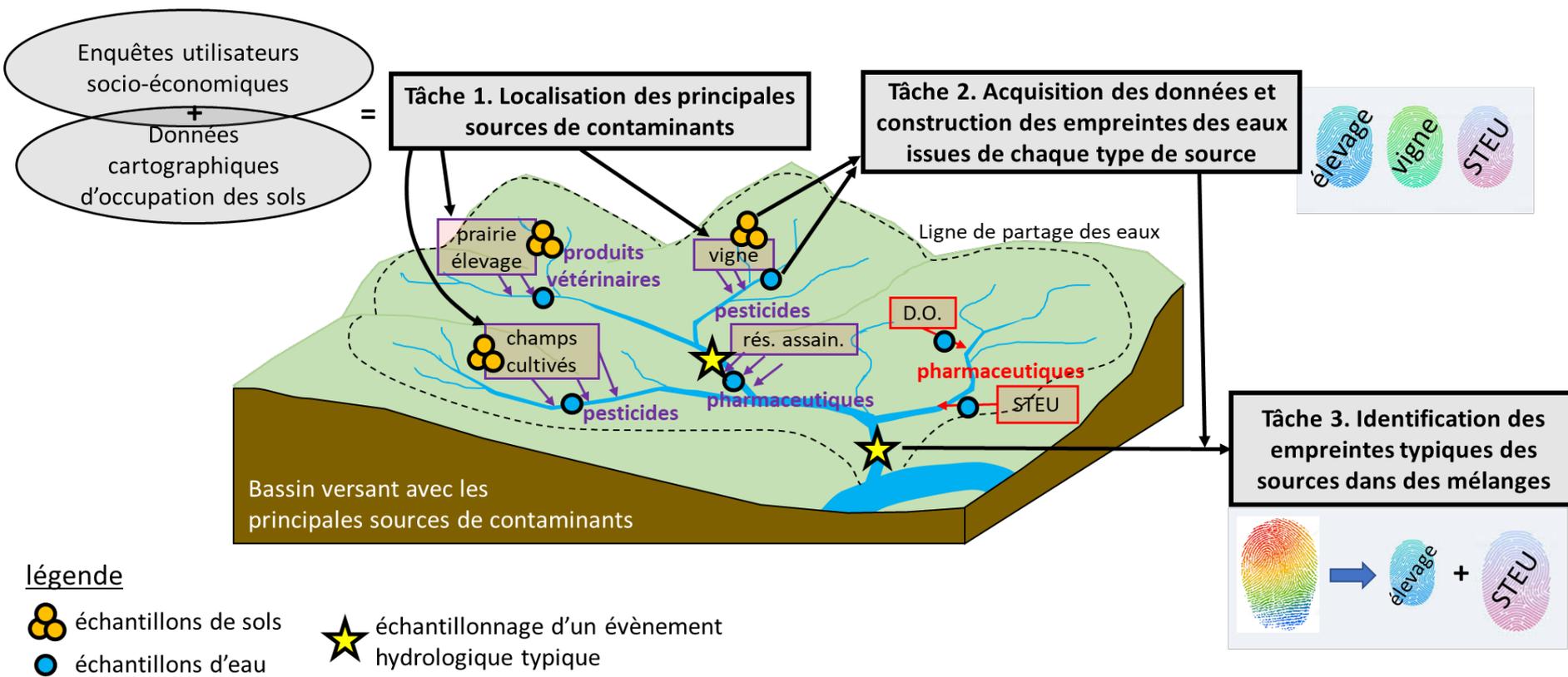
- dominante polyculture élevage et occupation du sol périurbaine
- BV déjà instrumenté avec suivi qualité existant
- site observatoire de la ZABR – OTHU & OZCAR



Cartographie de l'occupation du sol en 2020 dans le bassin versant de la Claduègne



# ➤ Méthodologie



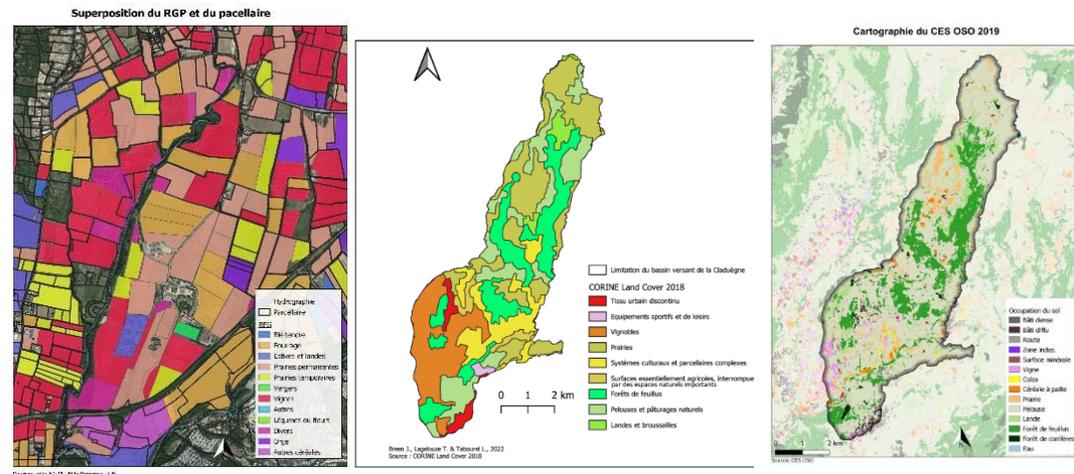
## ➤ 1- Acquisition de données - Définition des sources

### ➤ Collecte de données par entretien auprès des exploitants agricoles

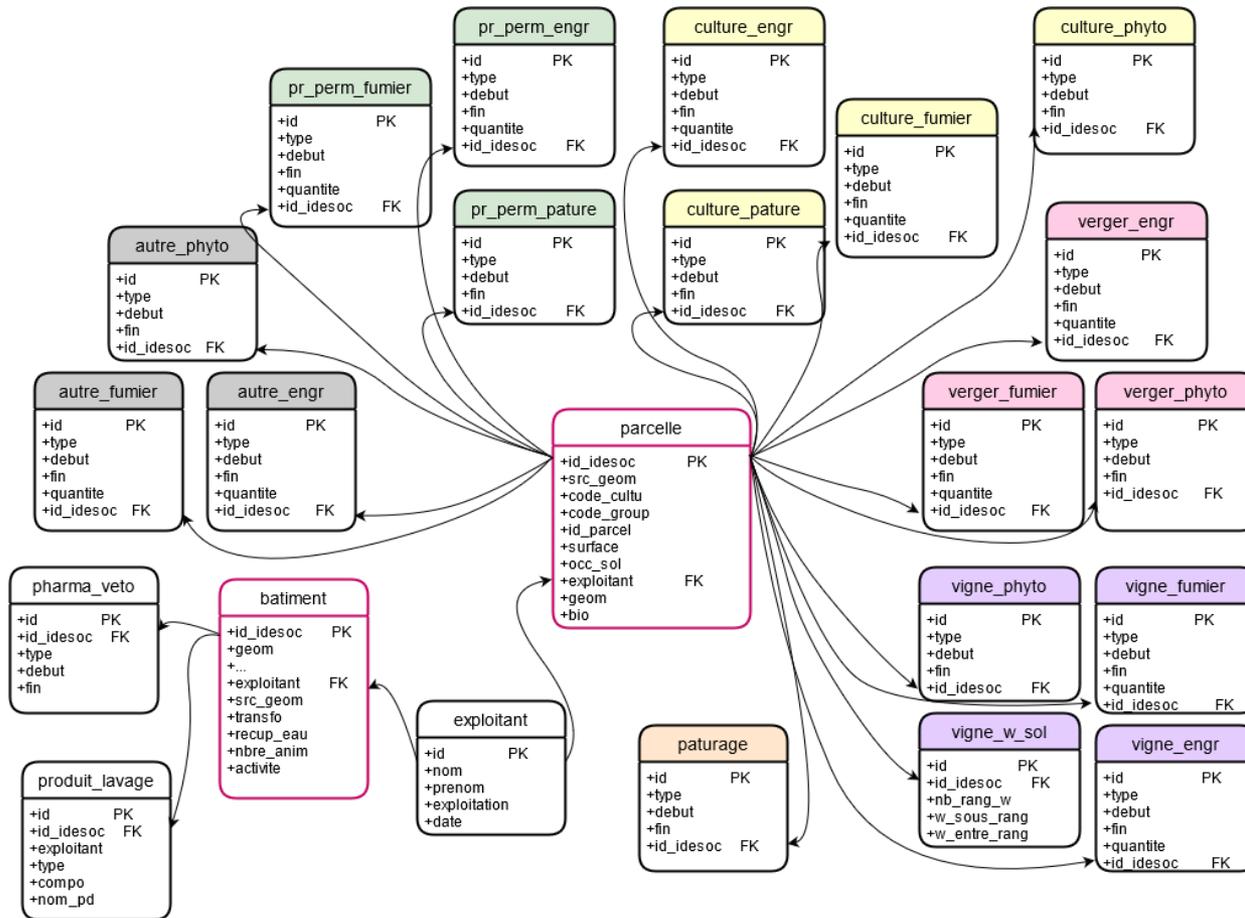
- Grille d'entretien semi-directif, réalisation été 2021 (28 exploitants sur la Claduègne, 17 exploitants sur l'Yzeron)
- Identification des sources potentielles de polluants (épandage phytosanitaire, engrais, fumiers, usage produits pharmaceutiques...) et localisation
- Synthèse et spatialisation des informations

### ➤ Cartographie détaillée et actualisée de l'occupation et de l'usage des sols

- Registre Parcellaire Graphique (déclarations PAC)
- Base de données localisant les lieux de détention d'animaux (DRAAF AURA)
- Orthophotographies 2020 (IGN)
- Cartographies d'occupation des sols nationales (OSO Theia 2019, CLC 2018, OCS GE 2019)



## ➤ Résultats : Base de données spatialisée



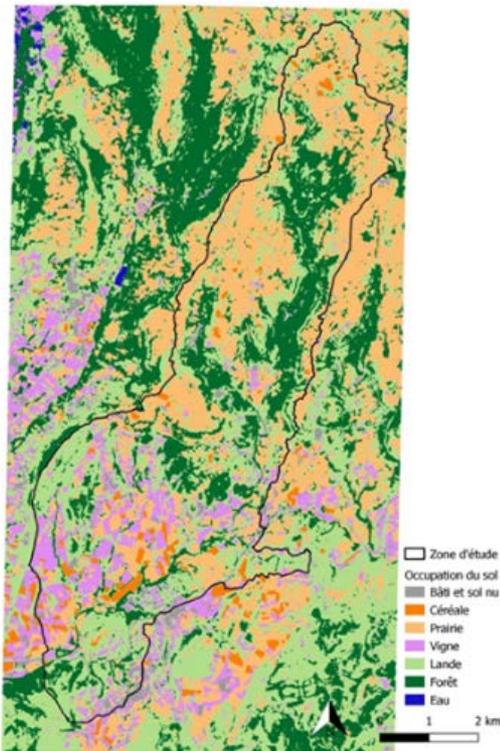
- Base de données PostgreSQL organisée :
  - par type d'occupation du sol
  - par type de polluant
- Localisation par parcelle ou bâtiment agricole

Base de données occupation et usage des sols issue des stages de Julie Josse et Mila Betemps (PACTE/Cermosem – 2021)

# ➤ Résultats – Données d'occupation et usage des sols

## Bassin versant de la Claduègne

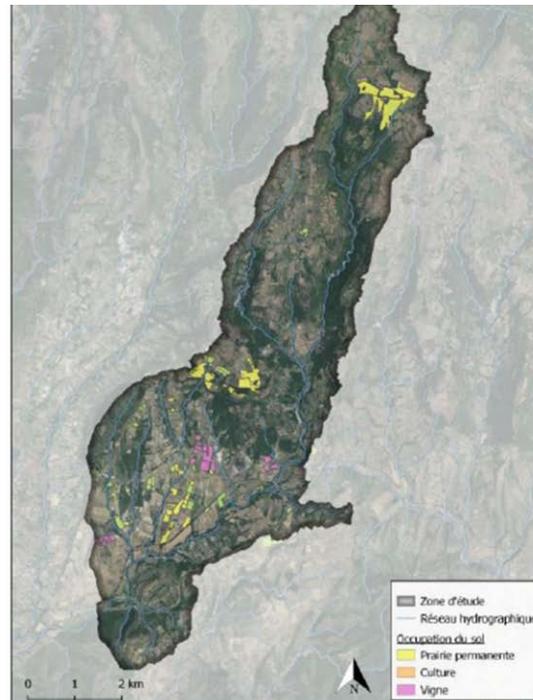
*Mise à jour cartographique de l'occupation des sols par télédétection - 2020*



Source: Julie Ansoe

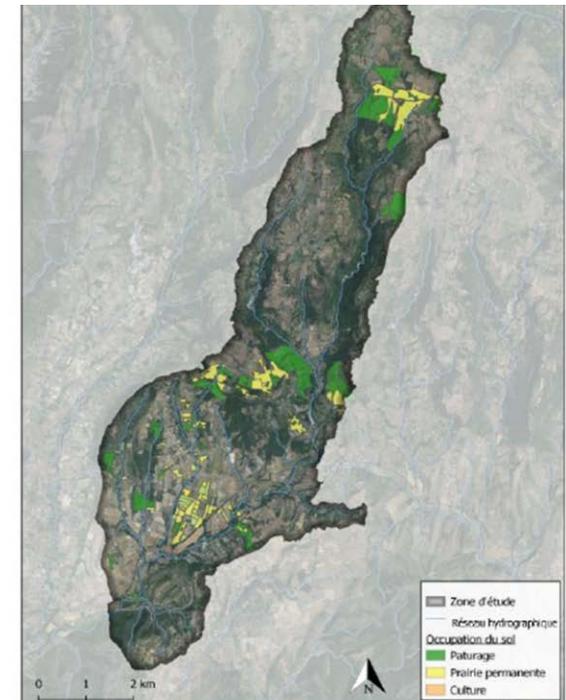
*Exemple de résultats de requêtes issus de la base de données d'usage des sols*

Parcelles agricoles avec épandage de fumier



Source: Julie KESSE, EGH, RFG

Parcelles pâturées par des animaux potentiellement traités aux antibiotiques

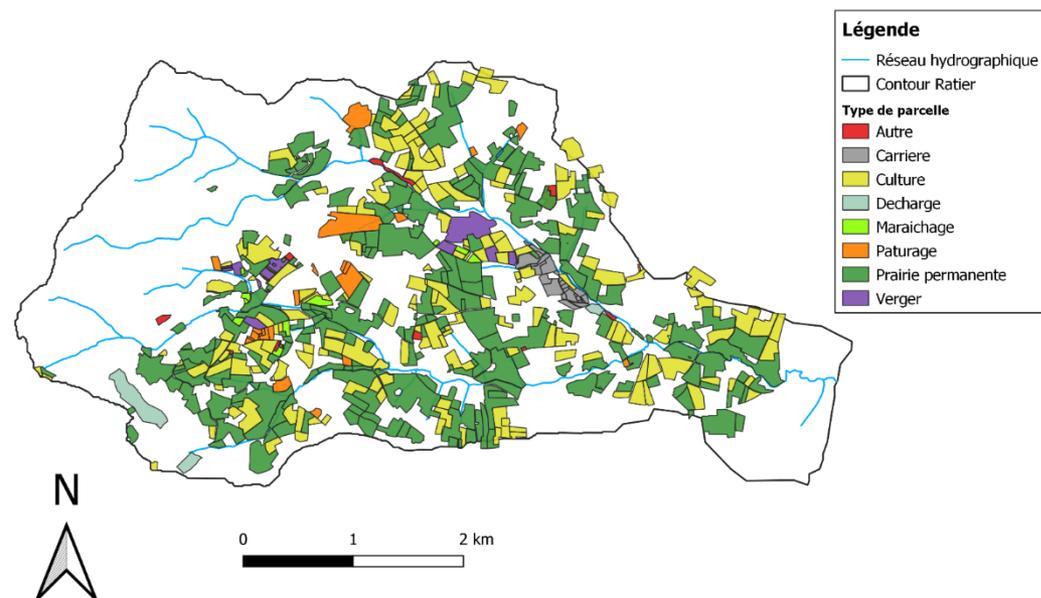


Source: Julie KESSE, EGH, RFG

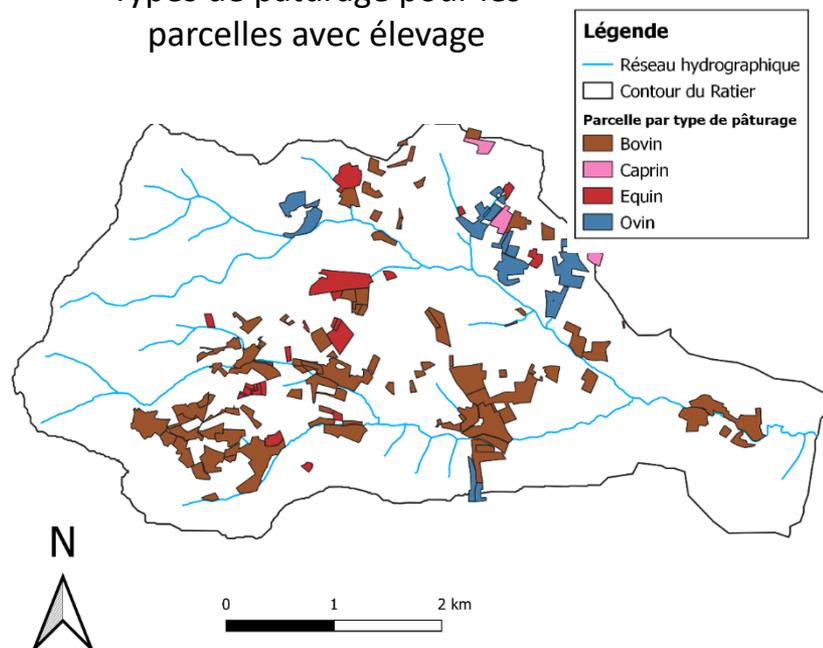
# ➤ Résultats – Données d'occupation et usage des sols

*Exemple de résultats de requêtes issus de la base de données d'usage des sols pour le bassin versant du Ratier (Yzeron)*

Types de parcelle agricole



Types de pâturage pour les parcelles avec élevage



# Définition des sources => pour les prélèvements

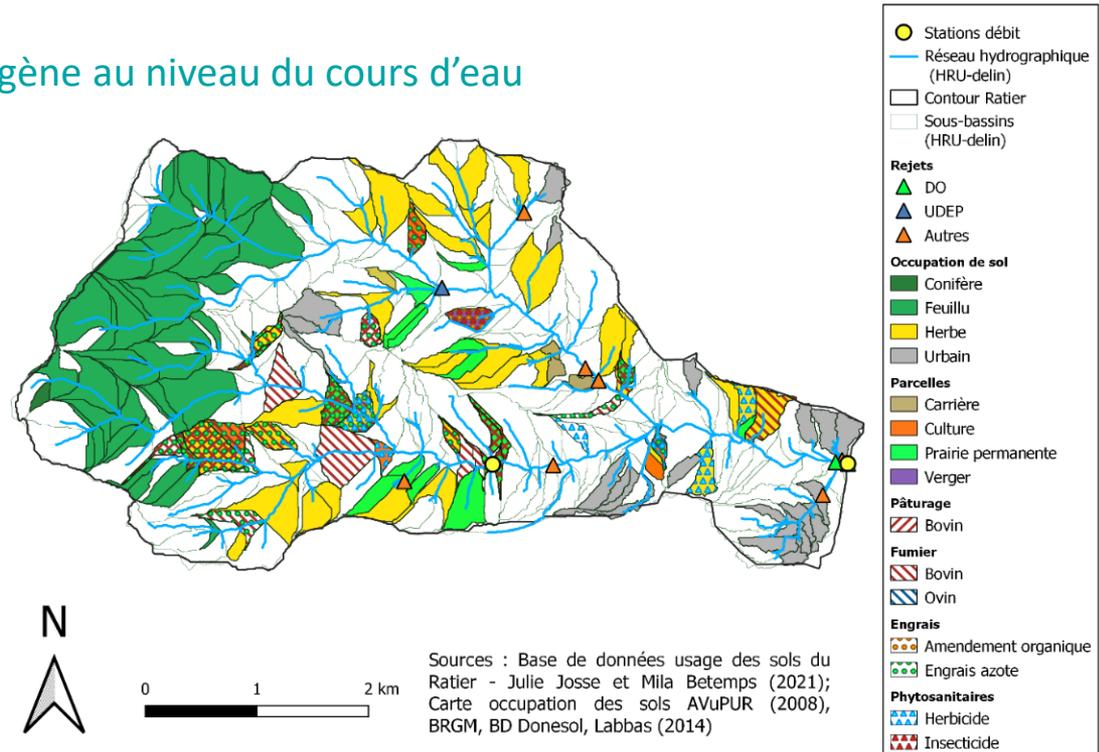
Découpage du bassin versant en unité de réponse hydrologique (HRU)

Croisement des HRU avec des informations sur occupation des sols, pratiques agricoles, géologie, pédologie, télédétection

→ Définition de sous-bassins homogènes

Source = exutoire d'un sous-bassin homogène au niveau du cours d'eau

*Carte détaillée des sous-bassins homogènes (occupation/usage des sols)*



# Définition des sources

Découpage du bassin versant en unité de réponse hydrologique (HRU)

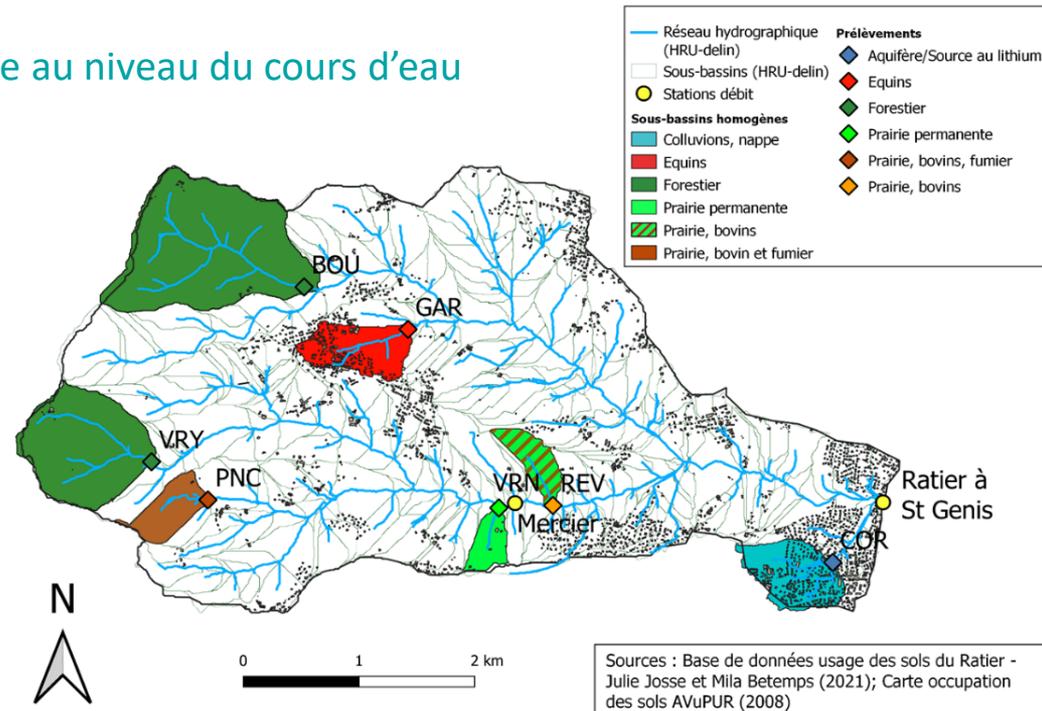
Croisement des HRU avec des informations sur occupation des sols, pratiques agricoles, géologie, pédologie, télédétection

→ Définition de sous-bassins homogènes

Source = exutoire d'un sous-bassin homogène au niveau du cours d'eau

Exemple de types de sources identifiées :

- forêt
- prairie sans élevage
- prairie avec bovins et fumier
- élevage équins
- culture maïs
- verger
- réseau pluvial
- réseau assainissement
- colluvions, nappe
- ....



# Définition des sources

Découpage du bassin versant en unité de réponse hydrologique (HRU)

Croisement des HRU avec des informations sur occupation des sols, pratiques agricoles, géologie, pédologie, télédétection

→ Définition de sous-bassins homogènes

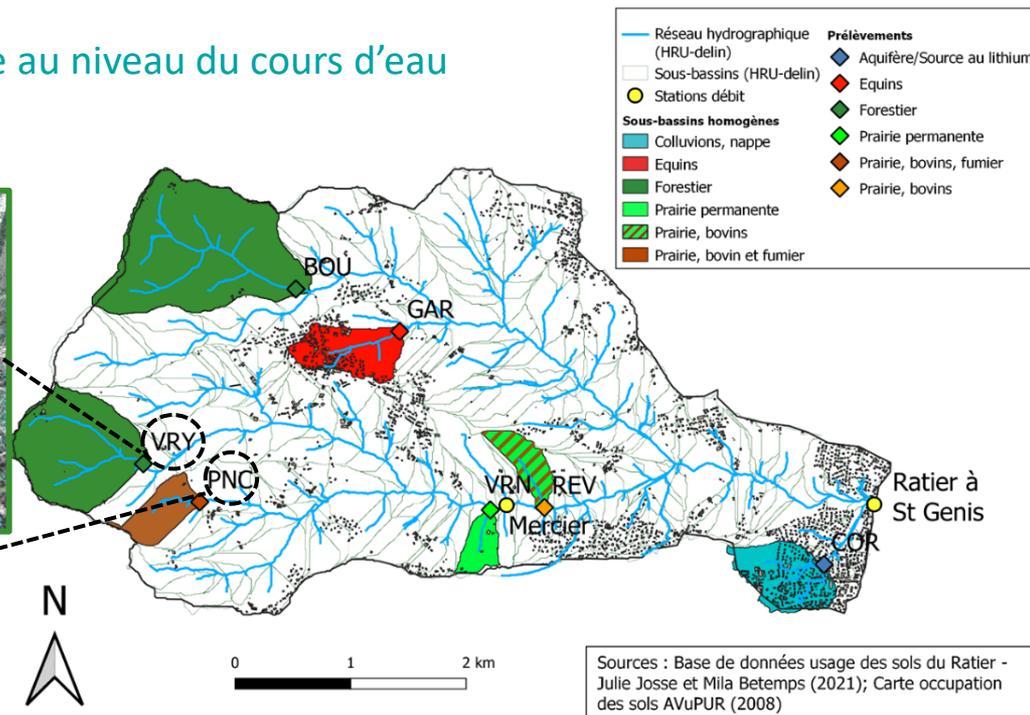
Source = exutoire d'un sous bassin homogène au niveau du cours d'eau

Exemple de types de sources définies dans le projet :

Forêt



prairie avec bovins et fumier



Sources : Base de données usage des sols du Ratier - Julie Josse et Mila Betemps (2021); Carte occupation des sols AVuPUR (2008)

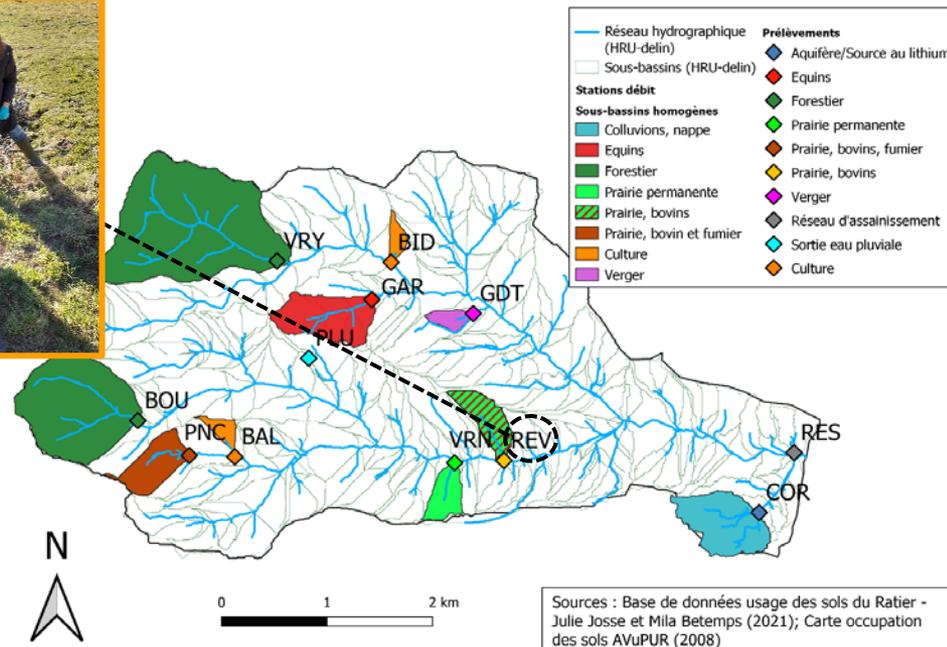
## ➤ 2 – Campagnes de mesures

### Prélèvements des « sources »

- Echantillonnage de 10-12 sources diffuses et ponctuelles par BV à différentes saisons et conditions hydrologiques



=> Construction d'une **base de données biogéochimiques** avec les résultats d'analyse de ces échantillons d'eau



Sources : Base de données usage des sols du Ratier - Julie Josse et Mila Betemps (2021); Carte occupation des sols AVUPUR (2008)

#### Paramètres majeurs

COD  
anions majeurs  
cations majeurs  
carbonates  
silice dissoute  
Caractérisation matière organique

#### Métaux

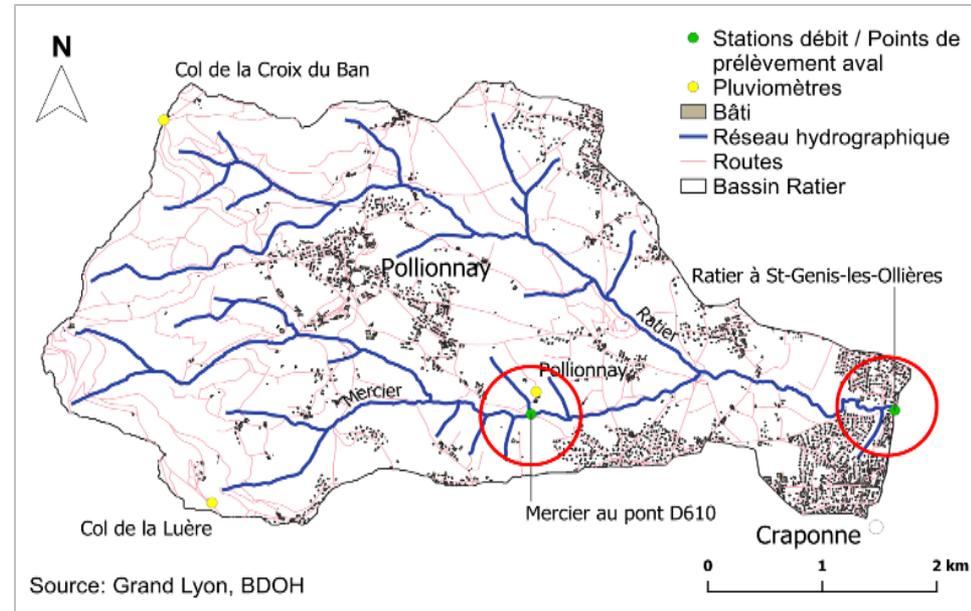
Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn,  
Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As,  
Se, Rb, Sr, Mo, Ag, Cd,  
Sn, Sb, Ba, Pb, U

#### Microbiologie

abondance bactéries (coliformes totaux, Escherichia Coli, gène ARNr 16S, hétérotrophes totales...)  
diversité bactérienne (bactéries des ruminants, de l'homme, du chien, totaux)  
résistance bactérienne

# Prélèvements sur évènements à l'exutoire des bassins versants

- 5/6 campagnes de prélèvement sur évènements pluvieux réalisées
- Prélèvement par préleveurs automatiques
- **Stations de « mélange » à l'exutoire :**
  - Mercier au pont D610
  - Ratier à St-Genis-les-Ollières



## Paramètres majeurs

COD + COT  
anions majeurs  
cations majeurs  
carbonates  
silice dissoute  
Caractérisation matière organique  
MES

## Métaux

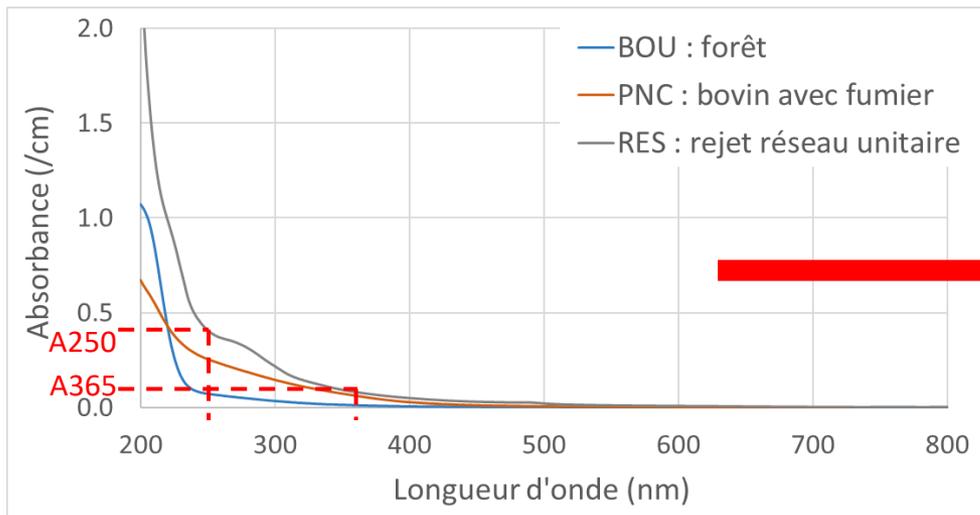
Li, B, Al, Ti, V, Cr,  
Mn, Fe, Co, Ni,  
Cu, Zn, As, Se, Rb,  
Sr, Mo, AG, Cd,  
Sn, Sb, Ba, Pb, U

## Microbiologie

abondance bactéries (coliformes totaux, Escherichia Coli, gène ARNr 16S, hétérotrophes totales...)  
diversité bactérienne (bactéries des ruminants, de l'homme, du chien, totaux)  
résistance bactérienne

## ➤ 3 - Premiers résultats : indicateurs de la MOD

Mesure des spectres UV-visible dans les eaux -> calcul d'indicateurs



**SUVA (A254/COD) -> aromaticité**

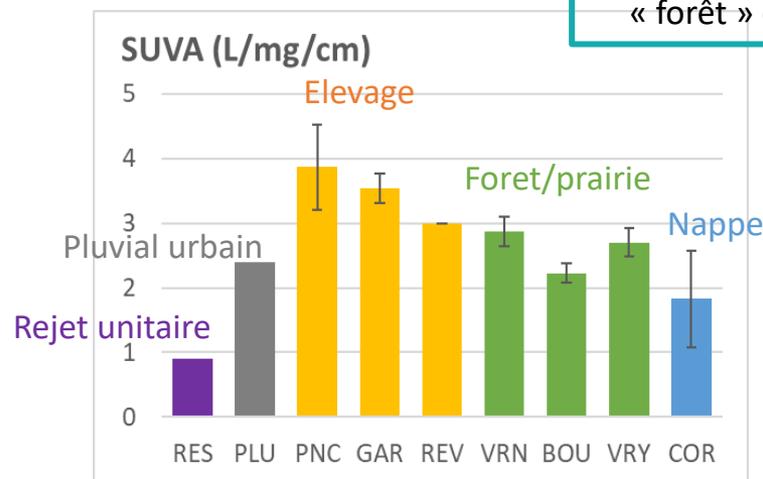
**Rapports d'absorbance**

- E2E3 (A250/A365) -> poids moléculaire
- E2E4 (A254/A436) -> MOD terrestre vs. autochtone
- E3E4 (A300/A400) -> humification
- E4E6 (A465/A665) -> aromaticité, poids moléculaire ?

**Pentes spectrales**

- S1 (275-295 nm) -> poids moléculaire
- S2 (350-400 nm) -> aromaticité
- SR (S1/S2) -> poids moléculaire

MOD de sources « élevage » plus aromatique que MOD de sources « forêt » et « rejets urbains »



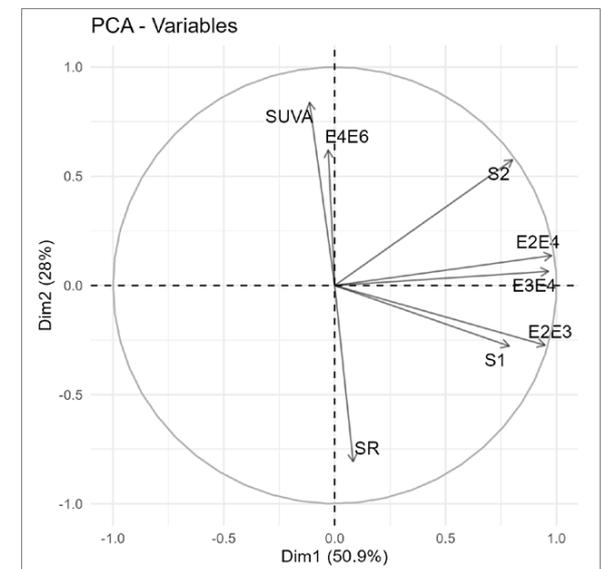
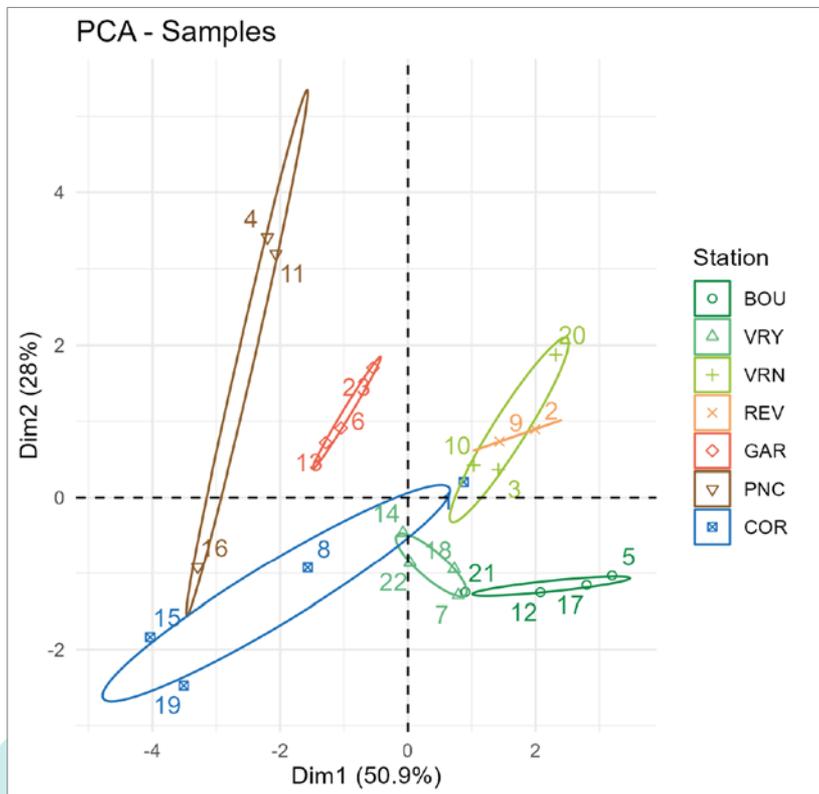
### ➤ 3 - Premiers résultats : indicateurs de la MOD

Mesure des spectres UV-visible dans les eaux BV Ratier  
 -> calcul d'indicateurs issus des spectres et caractéristiques de la nature de la **matière organique** (ex: SUVA)

- Campagnes de prélèvement BV Ratier :**
- 09/02/2022 : HE temps sec (n=7)
  - 14/02/2022 : HE temps pluvieux (n=7)
  - 17/05/2022 : BE temps sec (n=4)
  - 28/06/2022 : BE temps humide (n=5)
  - 30/06/2022 : BE pluie (n=1)

### ➔ Construction d'empreintes des sources à partir des indicateurs UV-visible

Sous forme d'analyse en composantes principales (ACP) ...      ... avec les variables explicatives (indicateurs UV-visible)

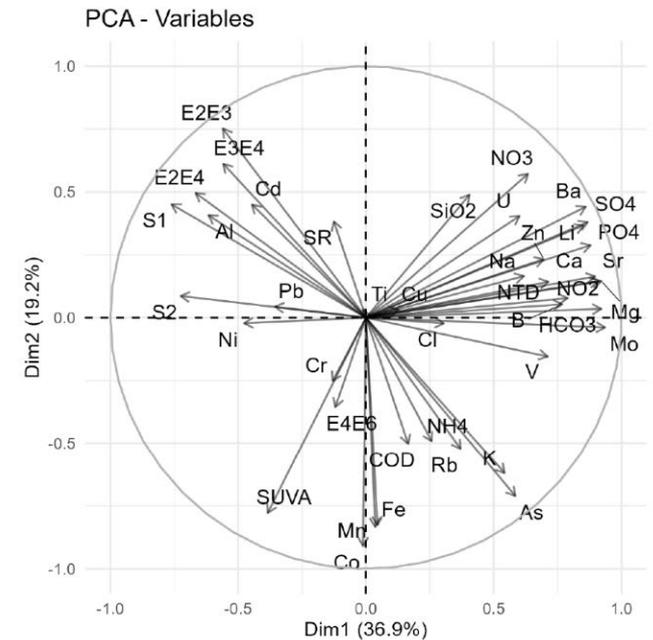
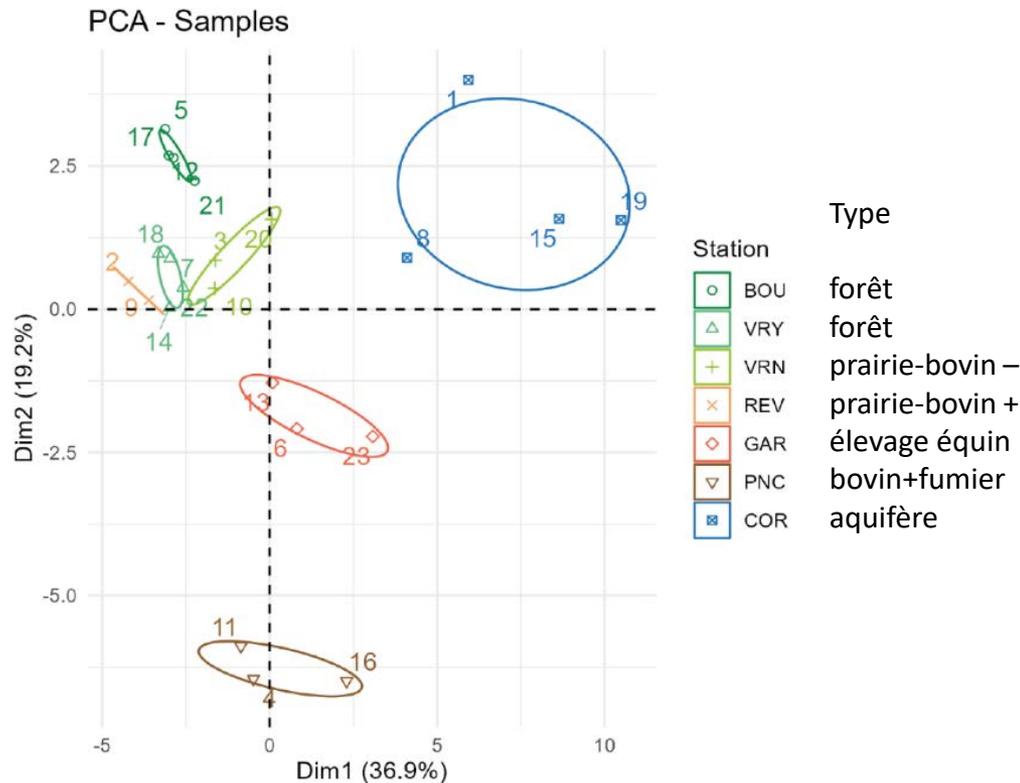


# Premiers résultats : indicateurs de la MOD + majeurs + métaux

➔ Construction d'empreintes des sources à partir des **indicateurs UV-visible + concentrations anions/cations majeurs + métaux trace (BV Ratier)**

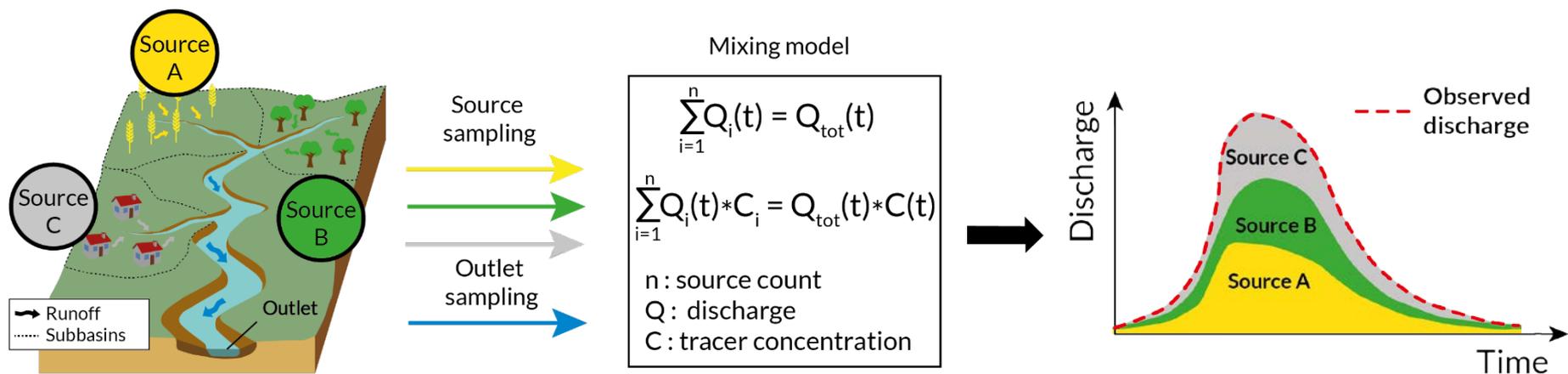
Sous forme d'analyse en composantes principales ...

... avec les variables explicatives



## ➤ Les modèles de mélange géochimiques

- Permet d'estimer les contributions des sources à l'écoulement total à partir de leurs empreintes géochimiques
- Sélection de traceurs conservatifs les plus discriminants des sources

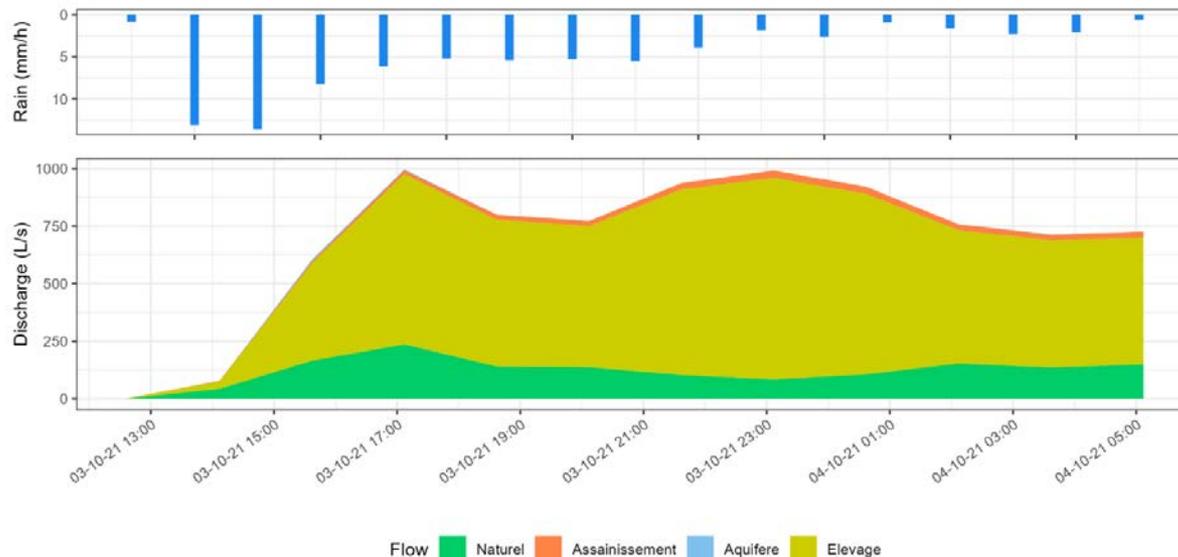


*Approche biogéochimique par modèle de mélange pour l'estimation des contributions des sources*

(thèse Olivier Grandjouan)

## ➤ Premiers résultats : test du modèle pour tracer les contributions des sources à l'exutoire du bassin versant

- 1er tests sur des évènements : exemple de la crue du 3 octobre 2021 à l'exutoire du bassin versant du Ratier



- ✓ Regroupement préliminaire des types de sources
  - ✓ Premiers tests avec des modèles de mélange simple, des empreintes/traceurs simples
- => Exploitation des résultats à poursuivre ...

## > Conclusions et perspectives

### **Méthodologie d'identification des sources :**

- ✓ Méthodologie de définition des sources (enquêtes + cartographies) finalisée et testée
- ✓ Hypothèses vérifiées => caractérisation des sources possible à l'aide d'indicateurs low-cost
- ✓ Comparaison préliminaire des résultats sols vs eaux => validation du prélèvement des eaux
- Choix des indicateurs low-cost à finaliser => avec l'ensemble des prélèvements des sources et indicateurs microbiologie

### **Test des modèles de mélange avec des prélèvements sur évènements :**

- ✓ Protocoles mis au point et 1ers tests du modèle sur le bassin versant du Ratier
- Application de la méthode à poursuivre sur les deux bassins versants
- Recommandations à venir pour l'identification des sources de polluants à l'aide d'indicateurs low-cost

*Une méthodologie de définition des sources généralisable... des enquêtes de terrain indispensables... une caractérisation des pratiques perfectible... une base de données en ligne ... des protocoles de campagne de terrain calés... des méthodes statistiques de traitement des données testées... un modèle biogéochimique en cours de test*

Merci pour votre attention

Et merci aux collègues  
partenaires de ce projet  
ainsi qu'à nos financeurs

