



HAL
open science

Approche intégrée biogéochimique, géographique et hydrologique pour déterminer les sources de contaminants sur des bassins versants d'usage mixte

Marina Coquery

► To cite this version:

Marina Coquery. Approche intégrée biogéochimique, géographique et hydrologique pour déterminer les sources de contaminants sur des bassins versants d'usage mixte. Séminaire scientifique interne OTHU/OZCAR - Yzeron 2022: connaître l'observatoire actuel et définir la recherche de demain, Graie; INRAE, Jun 2022, Villeurbanne (France), France. hal-04605600

HAL Id: hal-04605600

<https://hal.inrae.fr/hal-04605600v1>

Submitted on 29 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



➔ Approche intégrée biogéochimique, géographique et hydrologique pour déterminer les sources de contaminants sur des bassins versants d'usage mixte

projets CHYPSTER & IDESOC

Marina Coquery, UR RiverLy, INRAE, et coll.

OZCAR-OTHU - Séminaire scientifique Yzeron 2022 | 17 juin 2022

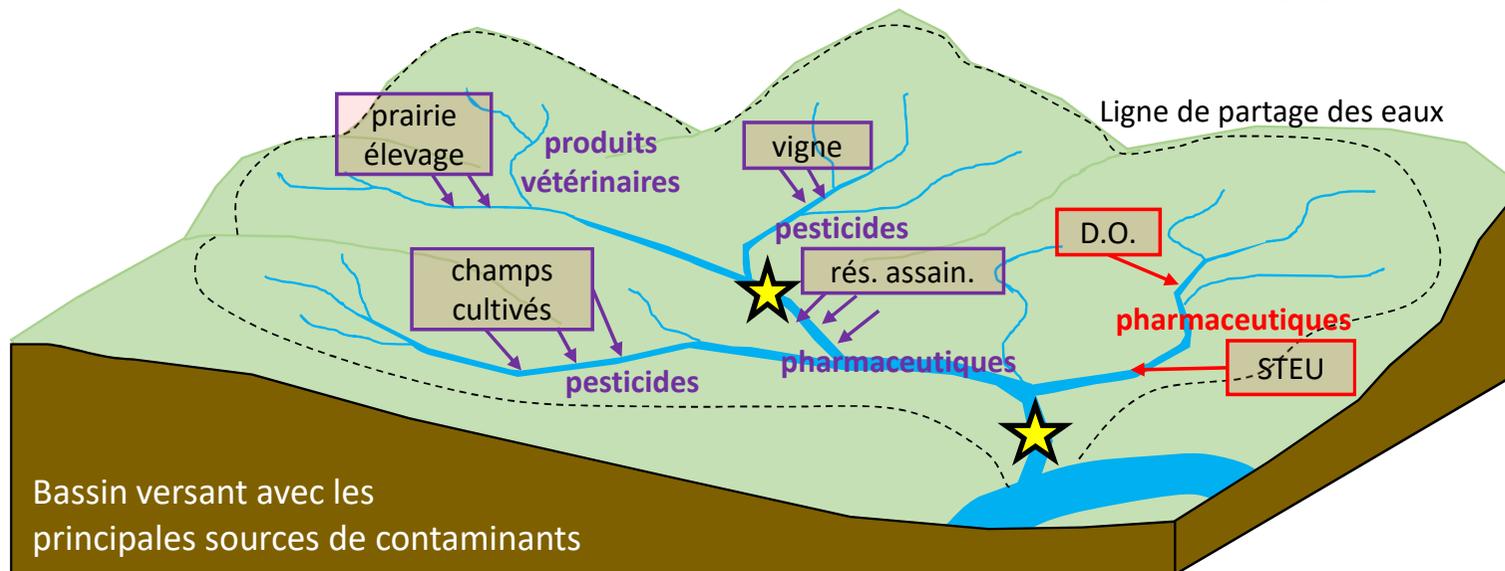


➤ Contexte : Nombreuses sources de contamination dans les bassins versants méso-échelles à usage mixte

Les sources principales de contaminants :

- > rejets domestiques / agricoles
- > rejets ponctuels / diffus
- + hétérogénéité spatiale sur ces bassins versants
- + 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 à l'exutoire des bassins versants pour engager des actions de réduction des apports



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

➤ Objectifs

Identifier et caractériser les sources de contaminants (ponctuelles, diffuses) et prédire la qualité chimique et microbiologique des eaux à l'exutoire d'un bassin versant selon des scénarios futurs d'évolution (mutation de l'usage des sols, changement climatique)

2 sites d'étude :

BV Yzeron -

OTHU

BV Claduègne -

OHMCV

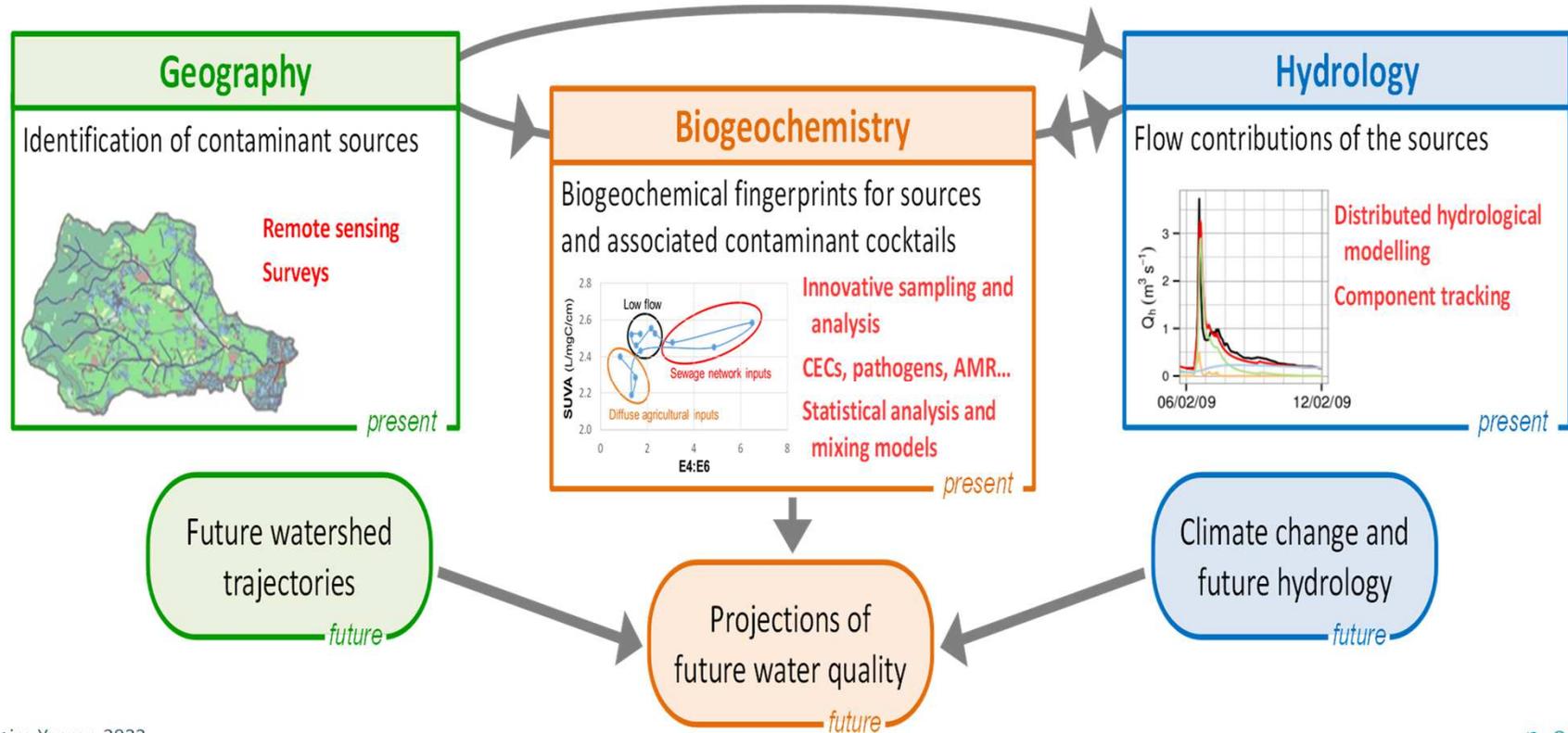
4 partenaires :

INRAE RiverLy

VetAgro Sup LEM

IRD-UGA IGE

UGA PACTE



INRAE

Projet ANR Chypster – Séminaire Yzeron 2022
M Coquery 17/06/2022

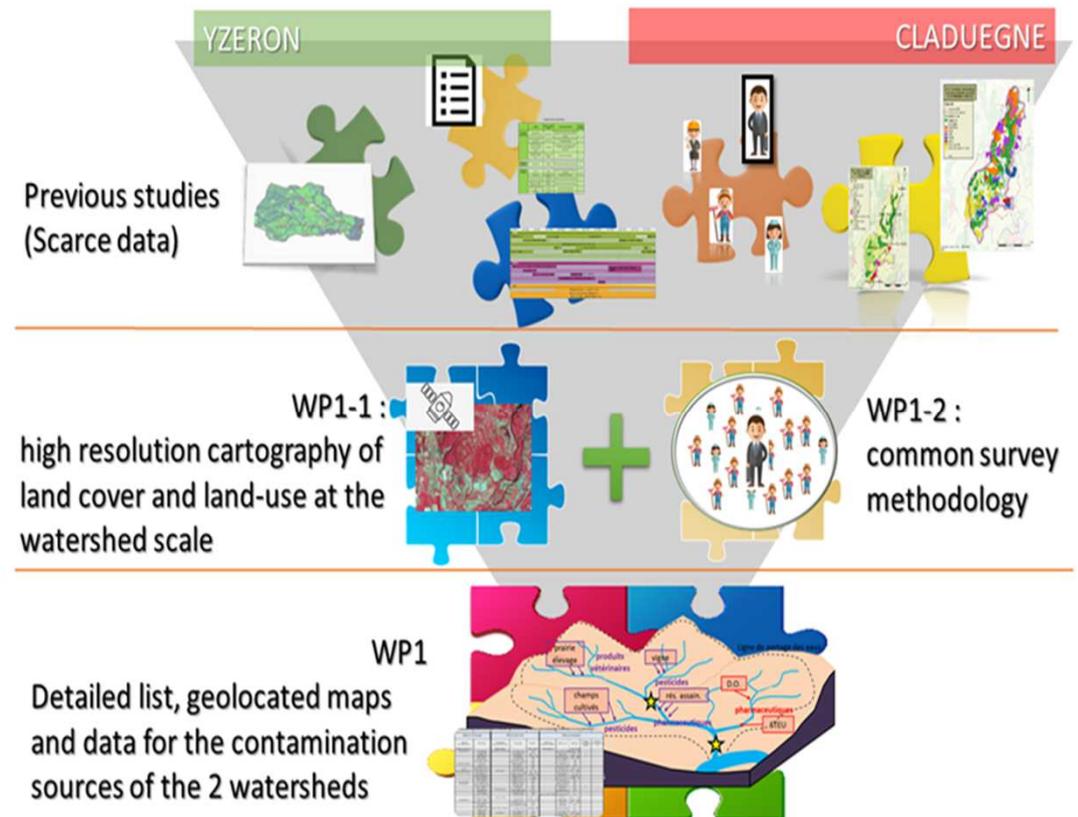
➤ WP1 - Diagnostic de l'occupation du sol et de l'utilisation de produits chimiques

Objectifs

- Identifier les sources de pollution

Méthodes

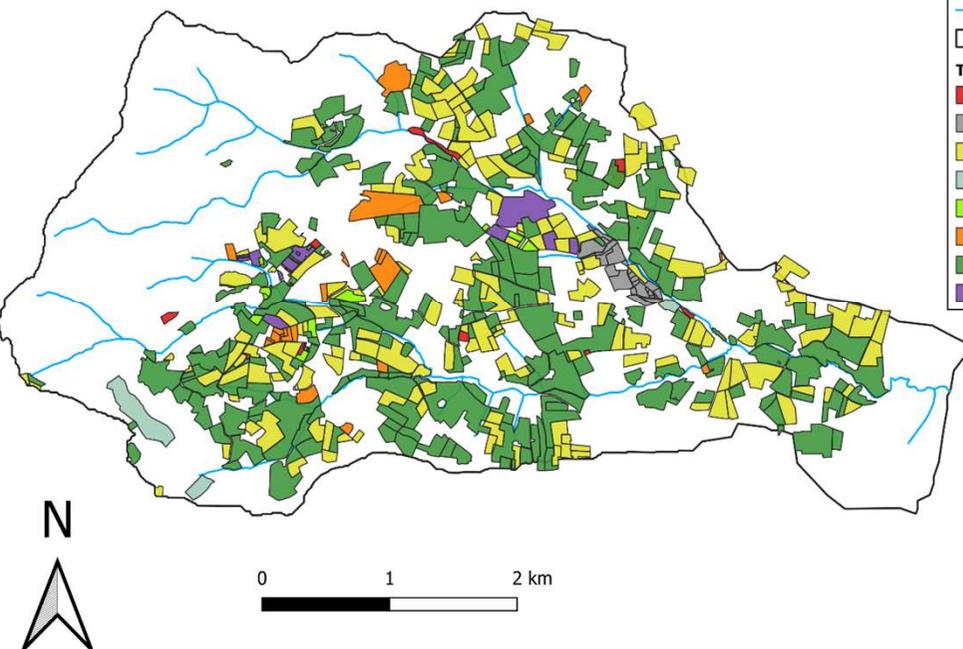
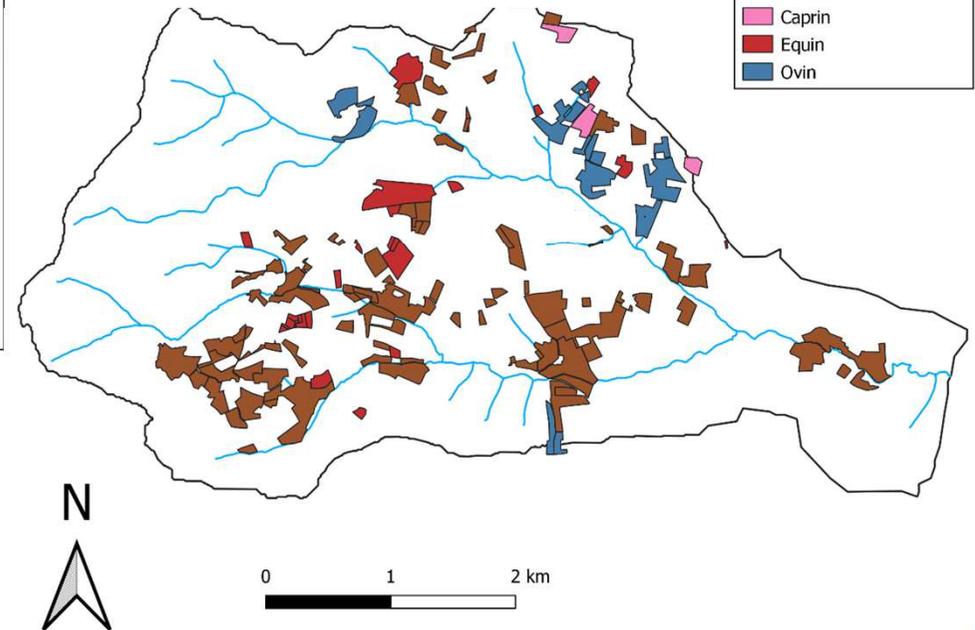
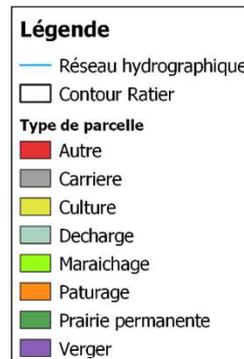
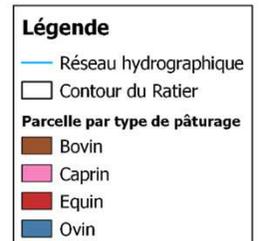
- Une méthode d'enquête commune auprès des acteurs socio-économiques
- Cartographie haute résolution de l'occupation et de l'usage des sols à l'échelle du bassin versant : télédétection et analyses UV-Vis et microbiologiques de l'eau



➤ Définition des sources – Données d'occupation et usage des sols

- Base de données occupation & usage des sols issue du stage de Julie Josse et Mila Betemps (UMR PACTE/Cermosem – 2021)

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



Définition des sources

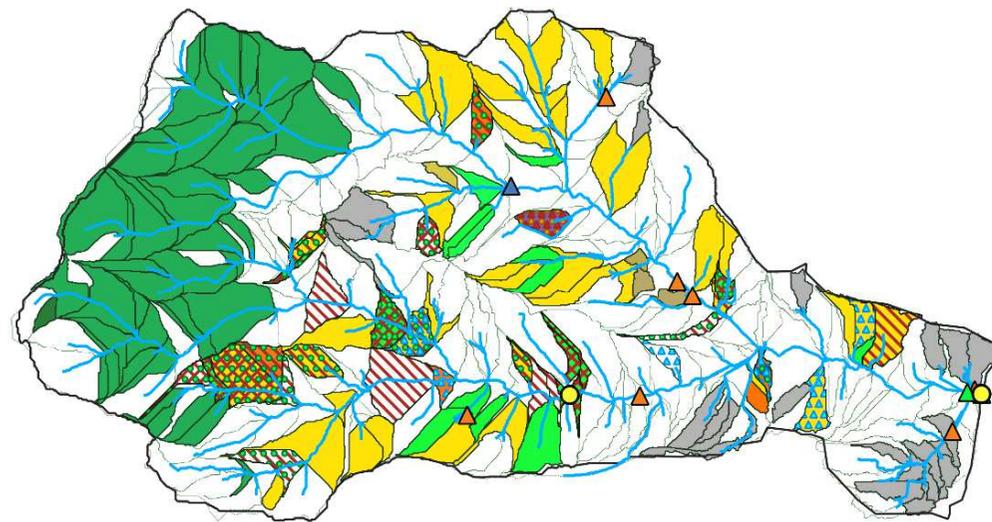
Découpage du bassin versant en unité de réponse hydrologique (HRU)

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

→ 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)



Sources : Base de données usage des sols du Ratier - Julie Josse et Mila Betemps (2021); Carte occupation des sols AVuPUR (2008), BRGM, BD Donesol, Labbas (2014)

(thèse Olivier Grandjouan, 2020-2023)



INRAE

Projet ANR Chypster – Séminaire Yzeron 2022
M Coquery 17/06/2022

Définition des sources

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

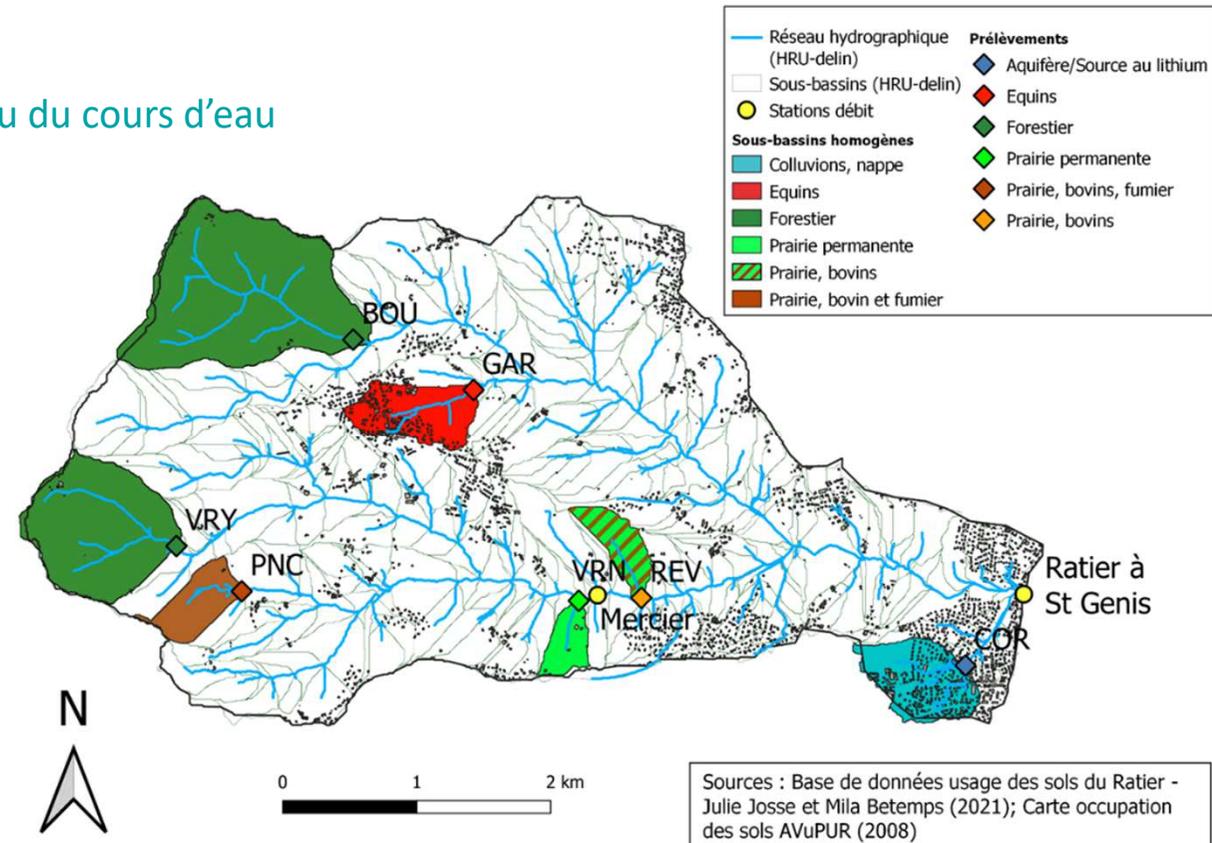
Croisement des HRU avec des informations sur occupation des sols, pratiques agricoles, géologie, pédologie...

→ 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
- prairies sans élevage
- prairies avec bovins et fumier
- cultures maïs
- culture de noisette
-



INRAE

Projet ANR Chypster – Séminaire Yzeron 2022
M Coquery 17/06/2022

(thèse Olivier Grandjouan, 2020-2023)

Définition des sources

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

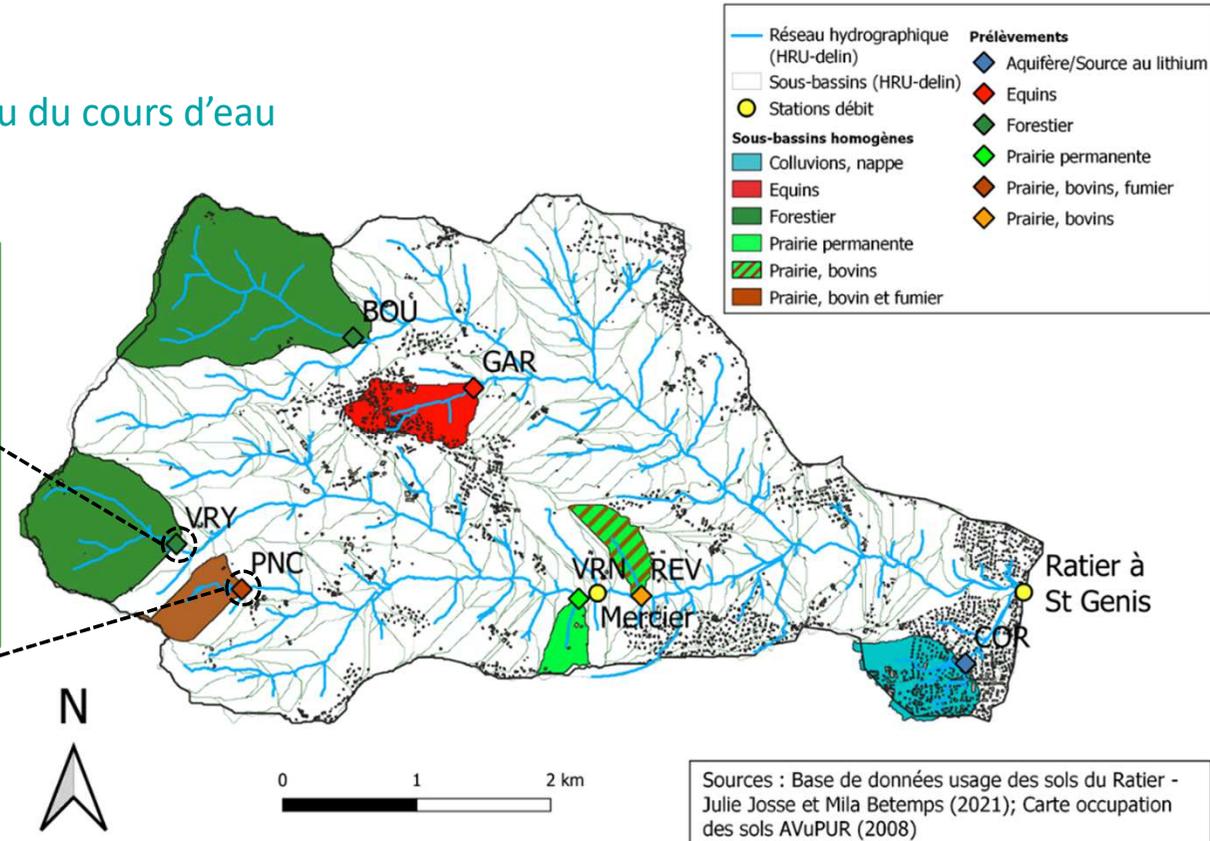
Croisement des HRU avec des informations sur occupation des sols, pratiques agricoles, géologie, pédologie...

→ 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
- prairies sans élevage
- prairies avec bovins et fumier
- cultures maïs
- culture de noisette
-

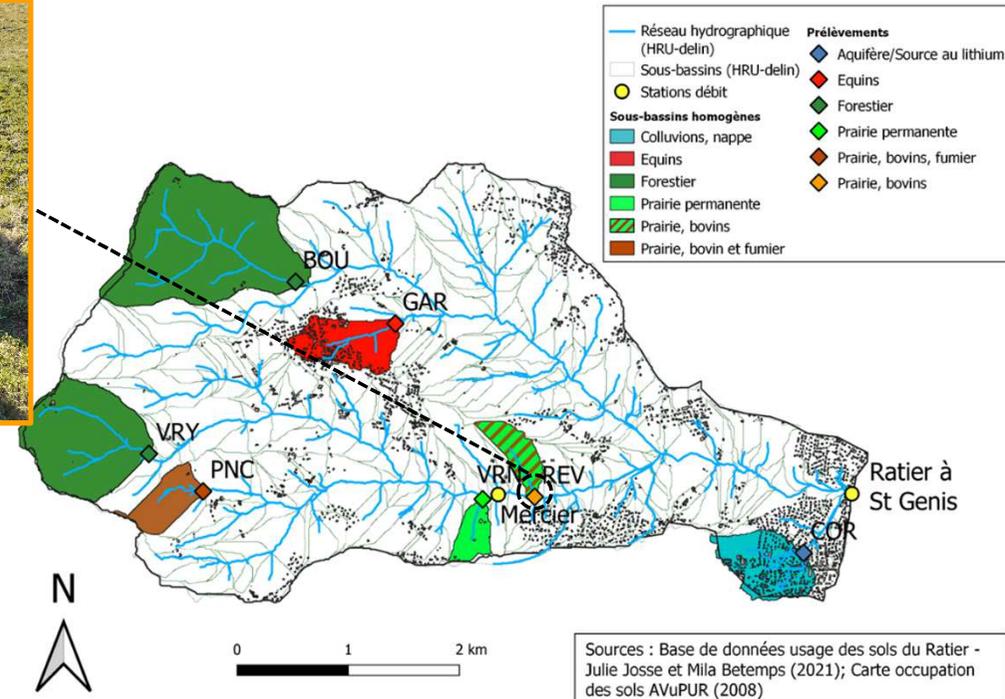


➤ WP2 – Campagnes de mesures sur les bassins expérimentaux

Prélèvements des « sources »

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

=> Construction d'une base de données biogéochimiques d'échantillons d'eau et d'une collection d'échantillons



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

Micropolluants organiques

méthode multi-urbain : 57 composés (pharmaceutiques et pesticides)

Microbiologie

abondance bactéries (coliformes totaux, Escherichia Coli, gène ARNr 16S, hétérotrophes totales...)
diversité bactérienne (bactéries des ruminants, de l'homme, du chien, totaux)
antibiorésistance (intégrons 1, 2, et 3)

Isotopes

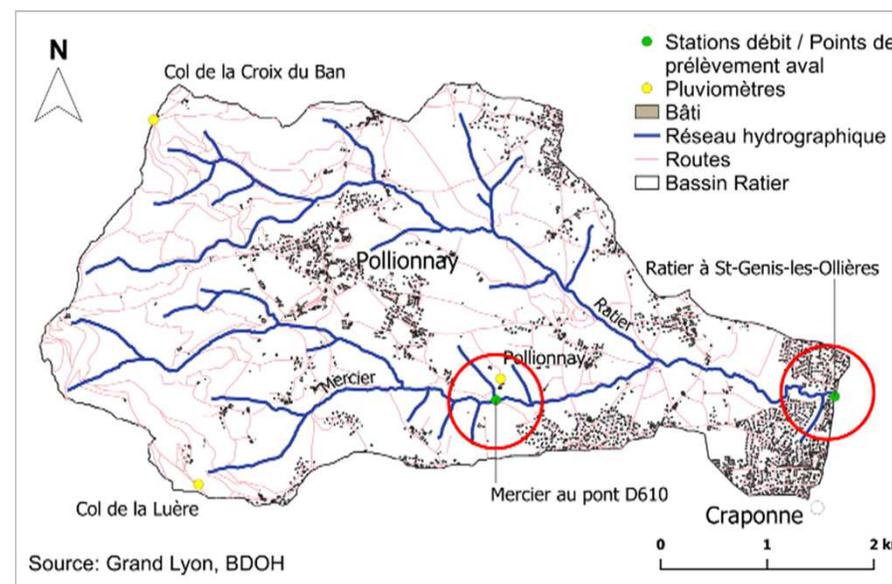
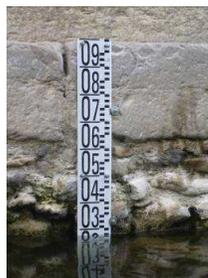
$\delta^{18}O$
 δ^2H

Analyse non ciblée

LC-HRMS

Prélèvements sur évènements à l'exutoire des BV

- 6 campagnes de prélèvement sur évènement pluvieux prévus
- 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

Micropolluants organiques

méthode multi-urbain : 57
 composés
 (pharmaceutiques et pesticides)

Microbiologie

abondance bactéries (coliformes totaux, Escherichia Coli, gène ARNr 16S, hétérotrophes totales...)
 diversité bactérienne (bactéries des ruminants, de l'homme, du chien, totaux)
 antibiorésistance (intégrons 1, 2, et 3)

Isotopes

$\delta^{18}O$
 $\delta^{2}H$

Analyse non ciblée

LC-HRMS

➤ WP3 – Définition des empreintes de contamination à partir des mesures chimiques et microbiologiques

Objectifs

- Identifier et sélectionner des marqueurs pour **construire des empreintes biogéochimiques** permettant d'identifier et de localiser des **sources spécifiques de contamination** au sein d'un bassin versant
 - => marqueurs persistants, récurrents de sous-BV à relier à des usages, si possible low-cost
- Suivre les sources de contamination à l'aide de **modèles de mélange biogéochimique** et estimer leur contribution à l'exutoire des bassins versants pour différentes conditions hydrologiques
- Prédire les **cocktails de contaminants** associés sans équivoque à une source ou à un mode d'utilisation des sols particuliers



➤ Méthodologie : construction des empreintes

Type de sources

X (ex. élevage, champs, D.O., rejets STEP,...)

Localisations différentes par type

X (ex. élevage1, élevage2...)

Variabilité temporelle

(ex. animaux rentrés, en pâture)

n échantillons X Paramètres
(eau et sols)

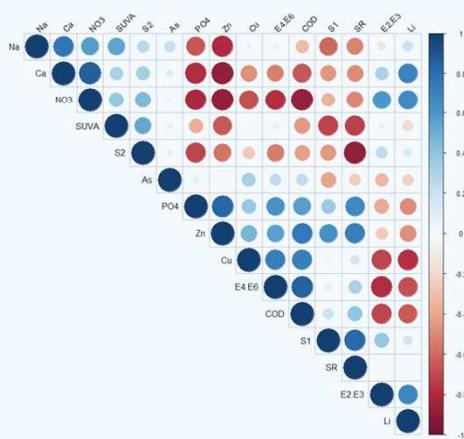
Base de données avec
métadonnées associées

- ions majeurs
- métaux traces
- MST - suivi des sources microbiennes
- marqueurs chimiques avancés issus de la caractérisation de la matière organique dissoute

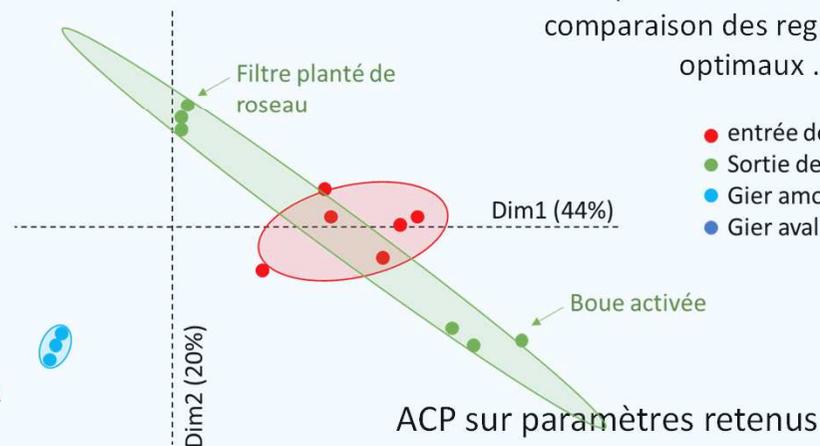
Choix des paramètres discriminants (marqueurs)
(corrélations, test de Kruskal-Wallis, analyse factorielle discriminante ...)

Construction des empreintes
(analyse en composante principale, partitionnement de données, regroupement hiérarchique...)

Interprétation des empreintes et choix stratégie eau/sols
(étude des variabilités, comparaison des regroupements optimaux ...)



eron 2022



ACP sur paramètres retenus

Premiers résultats : indicateurs de la MOD

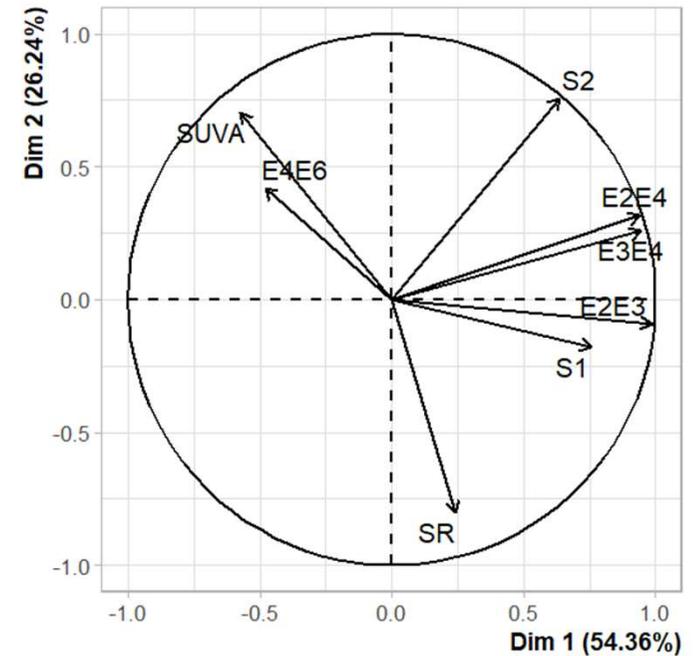
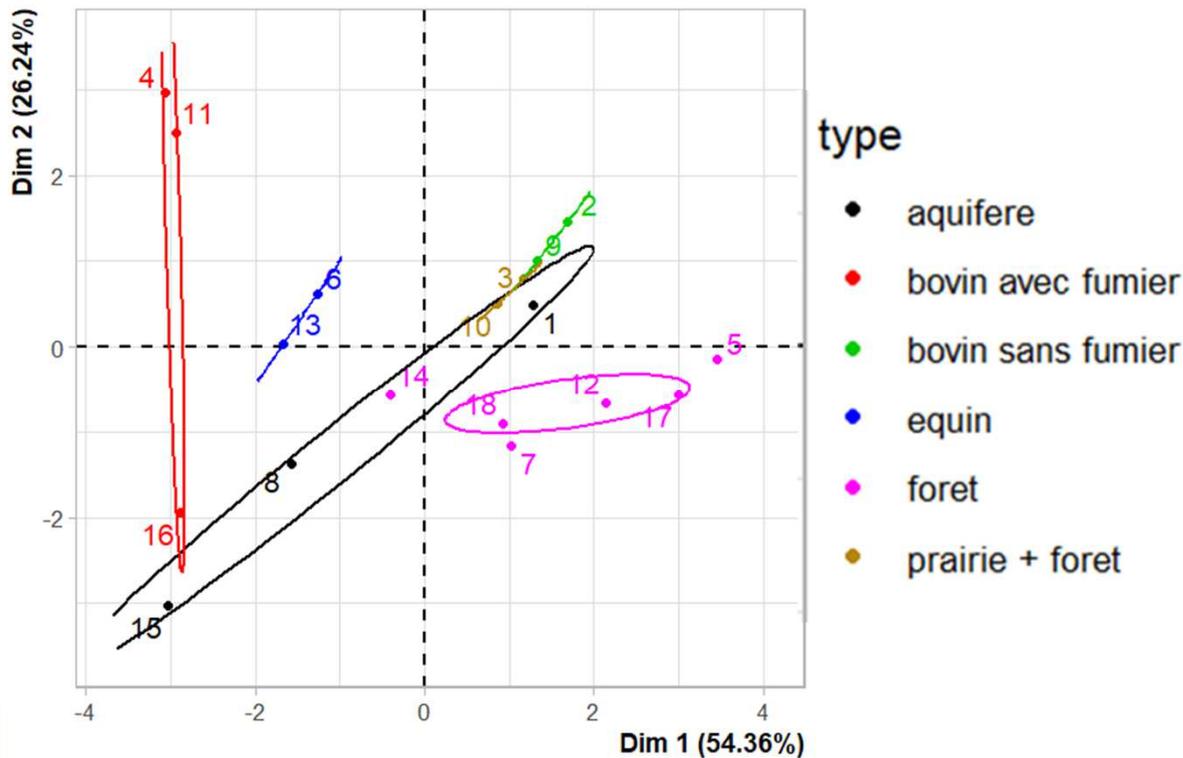
Mesure des spectres UV-visible -> calcul d'indicateurs issus des spectres et caractéristiques de la nature de la matière organique (ex: SUVA)

Campagnes de prélèvement :
- 09/02/2022 temps sec (n=7)
- 14/02/2022 pluie (n=7)
- 17/05/2022 temps sec (n=4)

➔ 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)



➤ Méthodologie : application aux mélanges

Type de sources

X (ex. élevage, champs, D.O., rejets STEP,...)

Localisations différentes par type

X (ex. élevage1, élevage2...)

Variabilité temporelle

(ex. animaux rentrés, en pâture)

n échantillons X Paramètres
(eau et sols)

- ions majeurs
- métaux traces
- MST - suivi des sources microbiennes
- marqueurs chimiques avancés issus de la caractérisation de la matière organique dissoute

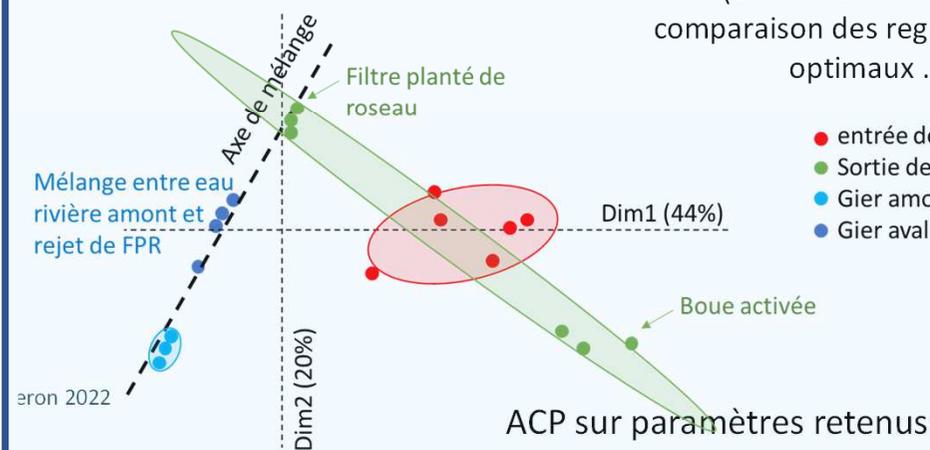
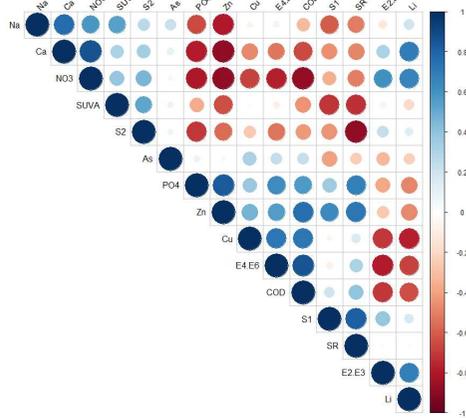
Base de données avec métadonnées associées

Choix des paramètres discriminants (marqueurs)
(corrélations, test de Kruskal-Wallis, analyse factorielle discriminante ...)

Construction des empreintes
(analyse en composante principale, partitionnement de données, regroupement hiérarchique...)

Interprétation des empreintes et choix stratégie eau/sols
(étude des variabilités, comparaison des regroupements optimaux ...)

Application aux mélanges
(projection des échantillons dans les représentation des empreintes, calculs de mélange par minimisation du lambda de Wilk...)



$$C_i = \sum_{j=1}^C P_j * C_{i,j} + E$$

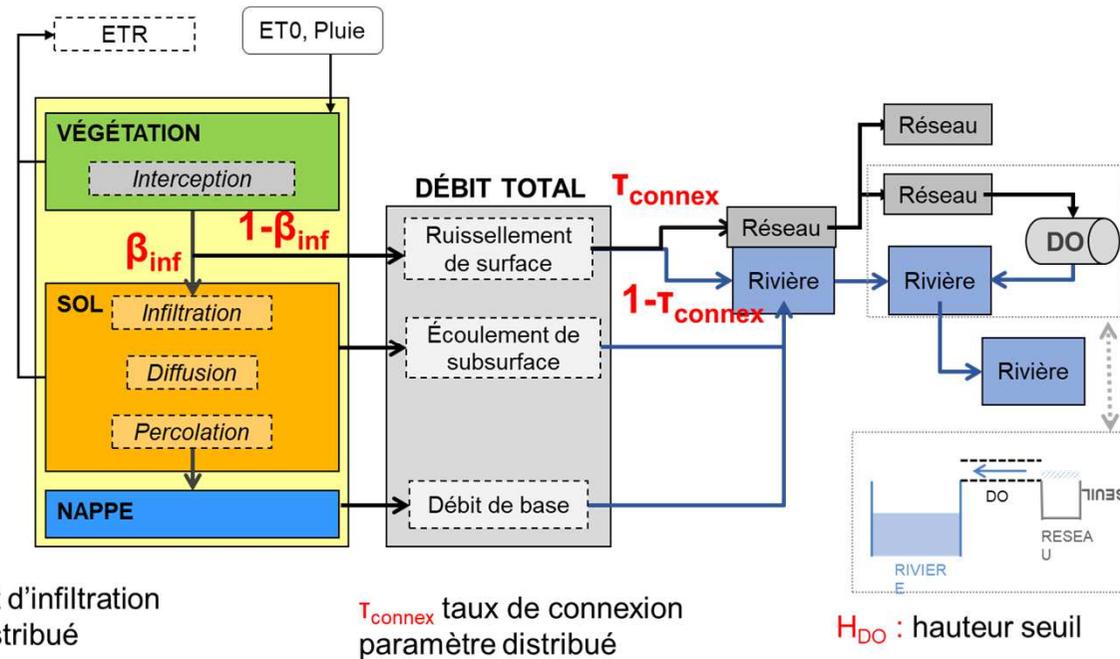
WP4 – Modélisation hydrologique distribuée à l'aide du modèle J2000P et couplage avec les empreintes biogéochimiques

Objectifs

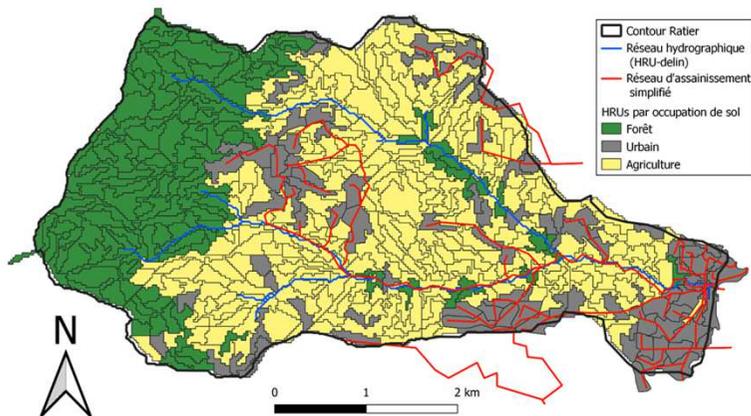
- Améliorer la représentation des chemins de l'eau dans J2000P

Décomposition du débit en 3 types d'écoulement (surface / subsurface / souterrain)

Prise en compte des surfaces imperméables, réseaux d'assainissement et déversoirs d'orage



Modèle hydrologique distribué préliminaire calé sur le BV Ratier
Projet Conscéquans, Bonneau et al., 2021



HRU selon l'occupation de sols pour le bassin versant du Ratier

WP4 – Modélisation hydrologique distribuée à l'aide du modèle J2000P et couplage avec les empreintes biogéochimiques

Objectifs

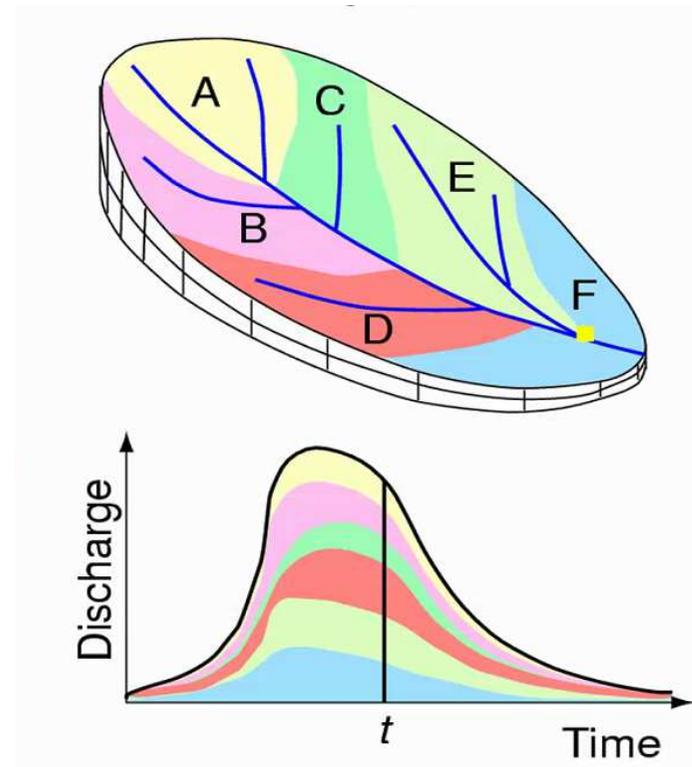
- Améliorer la représentation des chemins de l'eau dans JP2000P

=> Décomposition du débit en fonction des sources : **module de traçage de composantes**

- Participer à l'identification des sources et la construction des empreintes biogéochimiques
- Valider un outil prédictif pour simuler des scénarios de trajectoires (mutation de l'usage des sols, changement climatique) – WP5

=> Prédiction des contributions des « sources » et de la qualité de l'eau à l'exutoire des BV (cocktail de contaminants)

Séparation hydrographique spatiale



(Sayama and McDonnell, 2009)

➤ Merci de votre attention !

Lien vers le projet ANR CHYPSTER : <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE34-0013>



INRAE

Projet ANR Chypster – Séminaire Yzeron 2022
M Coquery 17/06/2022