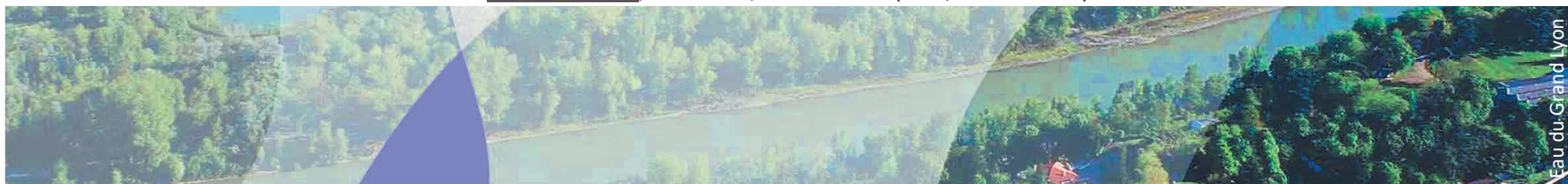




VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES FACE AU RISQUE DE TRANSFERT DES POLLUANTS DEPUIS LA SURFACE : L'EXEMPLE DE CREPIEUX-CHARMY

L. Volatier, L. Pinasseau, L. Guillard, F. Vallier, L. Wiest, F. Mermillod-Blondin (LEHNA, Lyon)
L. Oxarango, H. Jerbi, Y. Rossier (IGE, Grenoble)



1

**INTRODUCTION &
PROJET INTERFACES**

2

Résultats

**MODELISATION
HYDROGÉOLOGIQUE 3D**

3

**TRANSFERT ET VULNÉRABILITÉ:
MICROPOLLUANTS ÉMERGENTS**

**PERSPECTIVES -
PROJET INTERFACES 2**

1.1 INTRODUCTION : LE CHAMP CAPTANT DE CRÉPIEUX-CHARMY



94% de l'eau distribuée sur l'agglomération lyonnaise
240 000 m³ par jour (moyenne annuelle)

1.1 INTRODUCTION : LE CHAMP CAPTANT DE CRÉPIEUX-CHARMY



114 puits

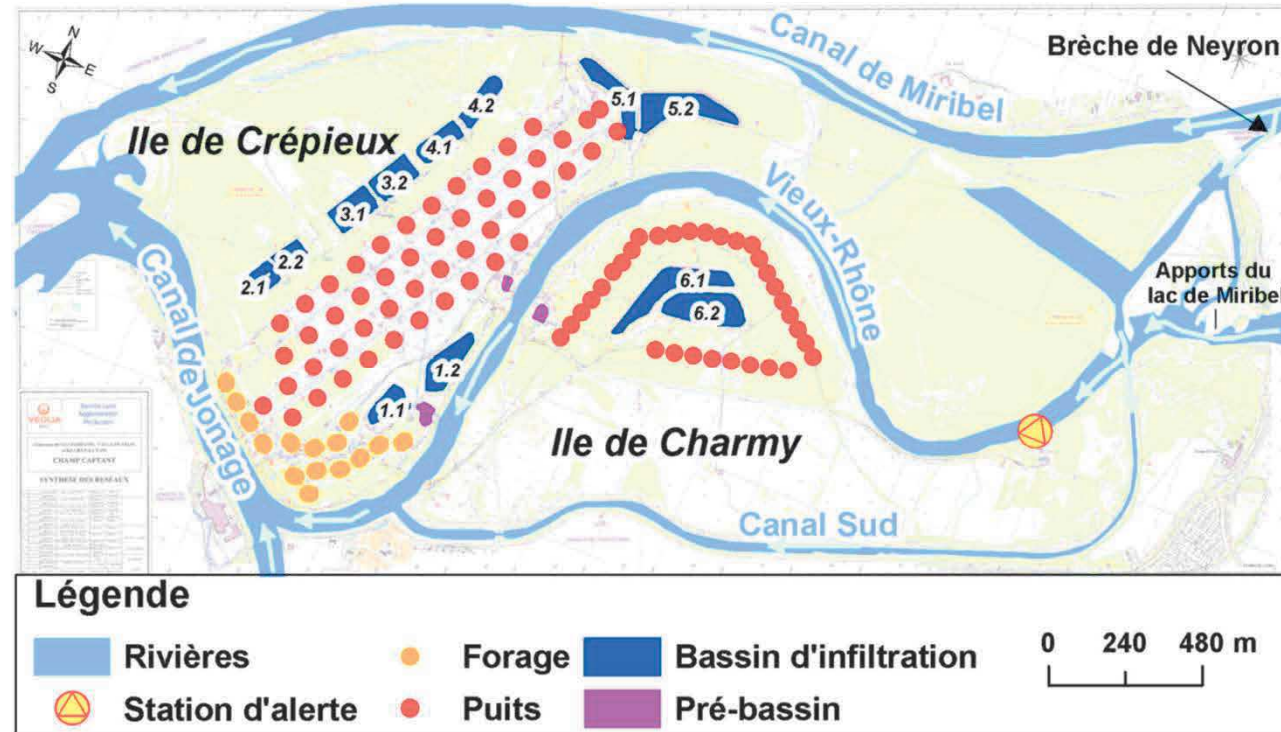


Canal de Miribel



Vieux Rhône

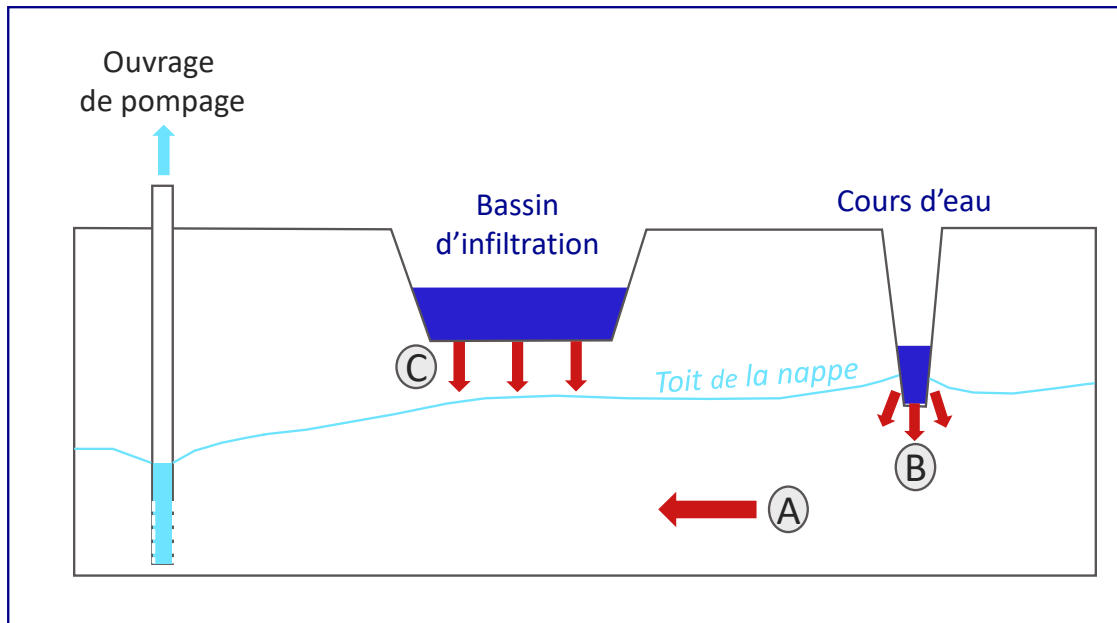
| Salle de l'Embarcadère - Lyon



12 bassins d'infiltration

1.1 INTRODUCTION : LE CHAMP CAPTANT DE CRÉPIEUX-CHARMY

SOURCES D'ALIMENTATION & INTERFACES SOLLICITÉES

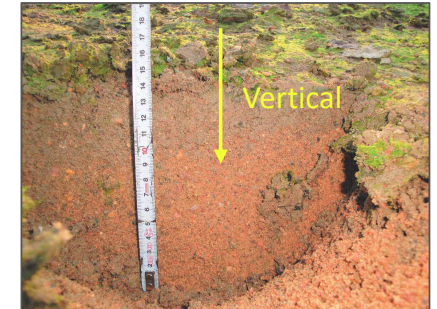


3 sources d'alimentation (A, B, et C)

Apports souterrains : - nappe de l'Est (couloirs de Décines et Meyzieu)
- nappe des Dombes ?



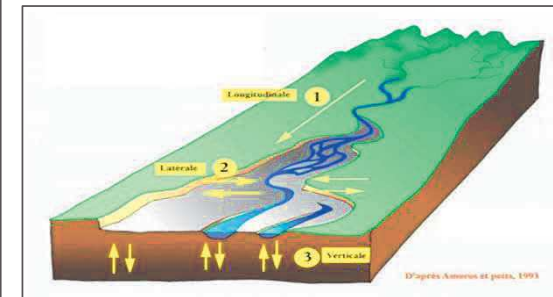
Recharge artificielle (Vieux-Rhône)



Support d'infiltration



Recharge naturelle (rivières --> nappe)



Source : d'après Amoros & Petts (1993)

1.2 RÔLE DES INTERFACES DANS LA PROTECTION DU CHAMP CAPTANT – PROJET INTERFACES

MODÉLISATION DU CHEMINEMENT DE L'EAU

1. Echanges nappe-rivière
2. Influence de la gestion du site
3. Influence des facteurs saisonniers



RÔLE DES INTERFACES DANS LA PROTECTION DES EAUX
SOUTERRAINES (AUTO-ÉPURATION & RÉTENTION)



VULNÉRABILITÉ DU CHAMP CAPTANT

EAU DE SURFACE & EAU SOUTERRAINE

1. Processus biogéochimiques (dégradation MO)
2. Communautés bactériennes (metabarcoding 16S)
3. Présence de polluants émergents (échantillonneurs passifs)



Canal de Miribel



Bassins



Piézomètres

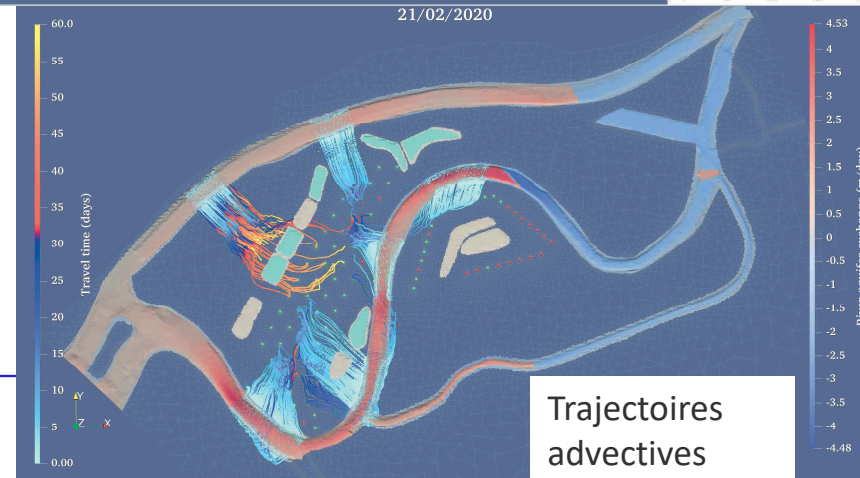
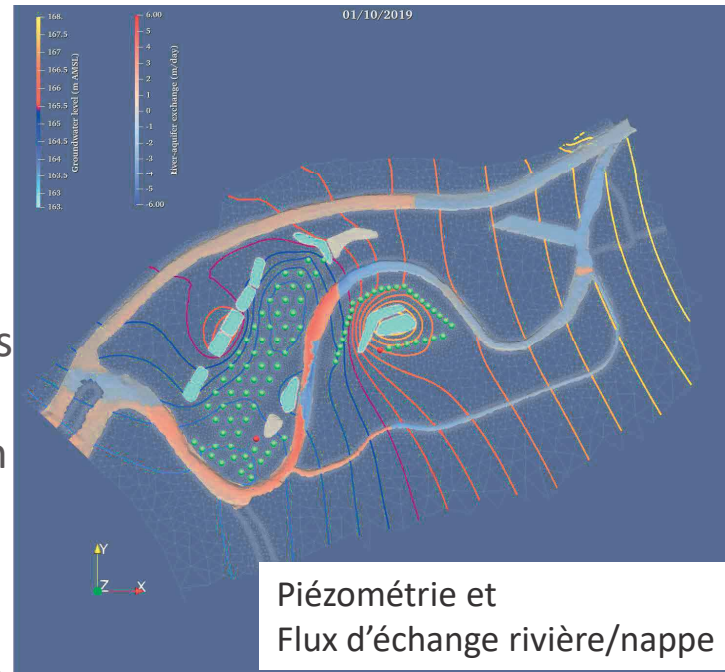
Eau surface & Souterrain

2. RÉSULTATS : MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE 3D

- Modèle incluant le champ captant dans son environnement (nappe du Rhône depuis le Jons, couloir fluvio-glaciaire de l'Est lyonnais)
- Ecoulement 3D incluant les données lithologiques disponibles
- Description fine des cours d'eau (MNT à 1m /20m ailleurs) et colmatage différencié du lit et des berges
- Prise en compte explicite des toutes les données opérationnelles (bassins + puits) et des sorties du modèle MAGE (INRAE) pour les cours d'eau

➡ Mise au point de différents outils d'analyse

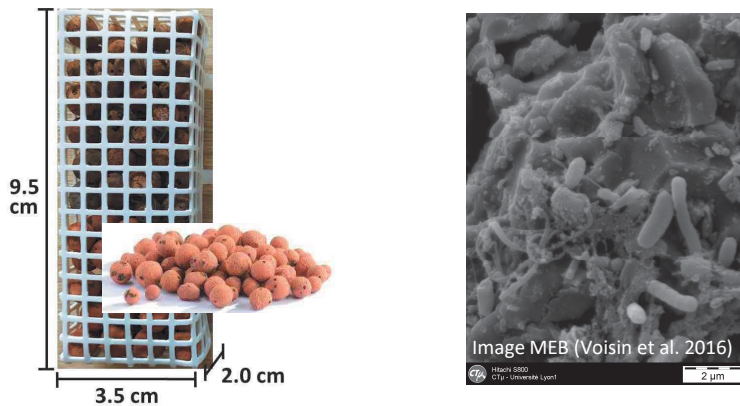
Chronique de flux d'échange



2. TRANSFERT ET VULNÉRABILITÉ : MICROBIOLOGIE ET MICROPOLLUANTS ÉMERGENTS

Approche méthodologique: échantillonnage *in situ* (eau de surface/eau souterraine)

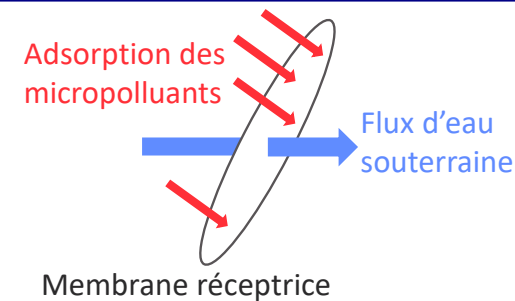
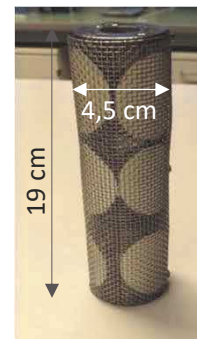
Echantillonnage des communautés microbiennes



Substrats artificiels billes d'argiles (incubation 6 semaines)

- ◆ Analyses du biofilm développé à la surface des billes
- ◆ Efficace pour renseigner l'état des communautés microbiennes souterraines
- ◆ Intègre la dynamique des communautés dans le temps

Echantillonnage des micropolluants émergents

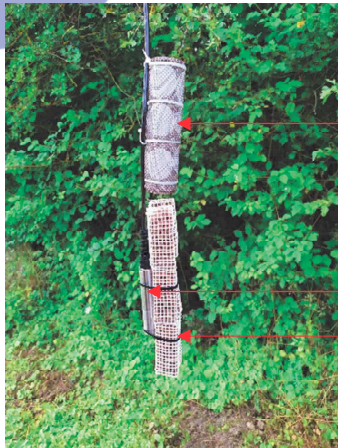


Echantillonneur passif (incubation 14 jours)

- ◆ Intégration dans le temps: meilleure représentativité
- ◆ Accumulation des micropolluants: baisse des limites de détection
- ◆ Davantage de micropolluants détectés

Polluants émergents : le choix d'une première approche « qualitative »

1



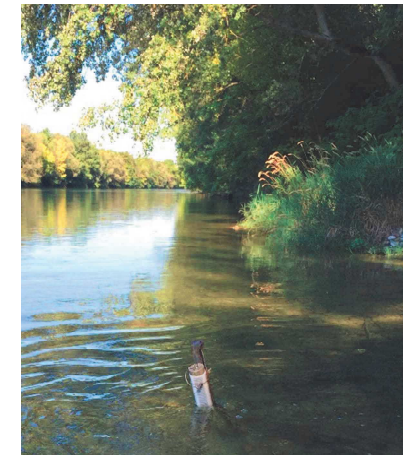
- Echantillonneur passif
- T°, Niveau, O₂
- Germcatcher



7 x eaux souterraines



1 x eau pompée (puits)

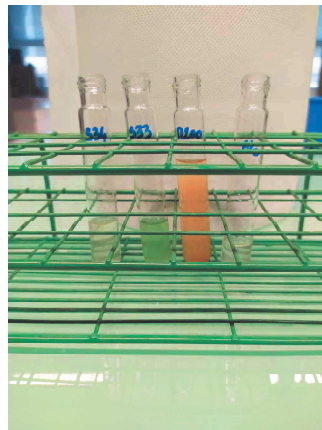


3 x eaux de surfaces

2



Durée d'exposition:
14 jours



Extraction par solvant



Analyse par HPLC-HRMS

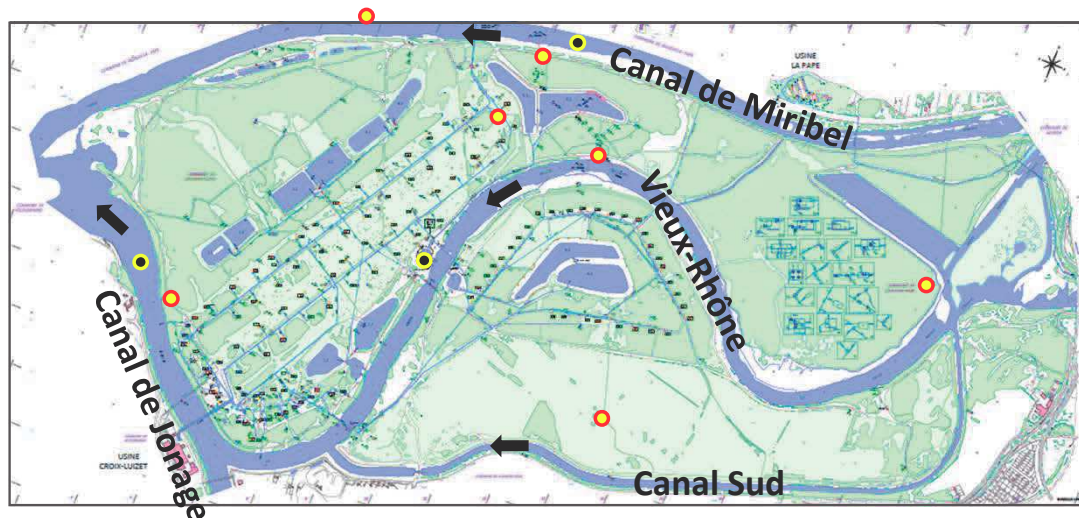


Suspect screening
TASQ 1.4 Bruker Daltonics®
2500 composés

2. TRANSFERT ET VULNÉRABILITÉ: MICROBIOLOGIE ET MICROPOLLUANTS ÉMERGENTS

Approche méthodologique: expérimentations de terrain

A l'échelle du champ captant



10 points d'études: 3 en surface, 7 en souterrain

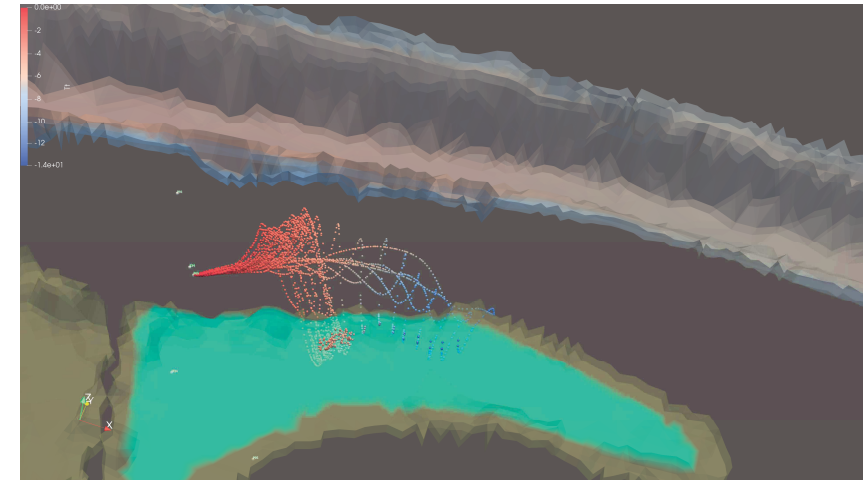
- ◆ Deux **saisons** (été/hiver), deux conditions de bassin (vide/plein)
- ◆ Mesures sur l'échantillonneur passif: **screening qualitatif de pesticides et pharmaceutiques**

- ◆ Suivi continu des températures, niveaux piézométriques, concentrations en oxygène dissous
- ◆ Mesures ponctuelles de pH, conductivité, nutriments (NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}), carbone organique dissous
- ◆ Mesures sur les billes d'argiles: **biomasse, activités** (respiratoires et enzymatiques) et structure des communautés bactériennes (metabarcoding 16S)

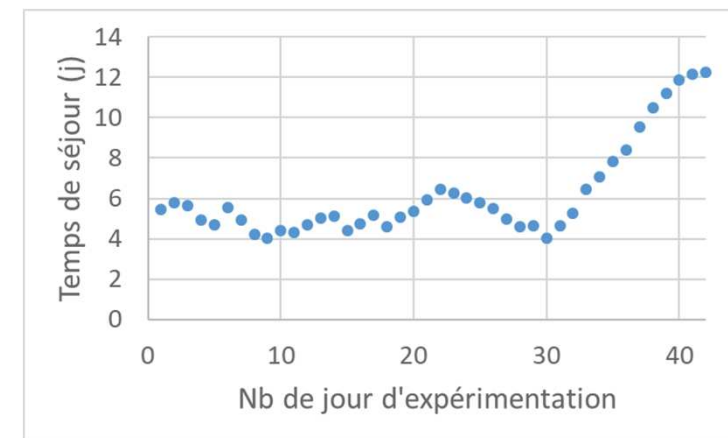
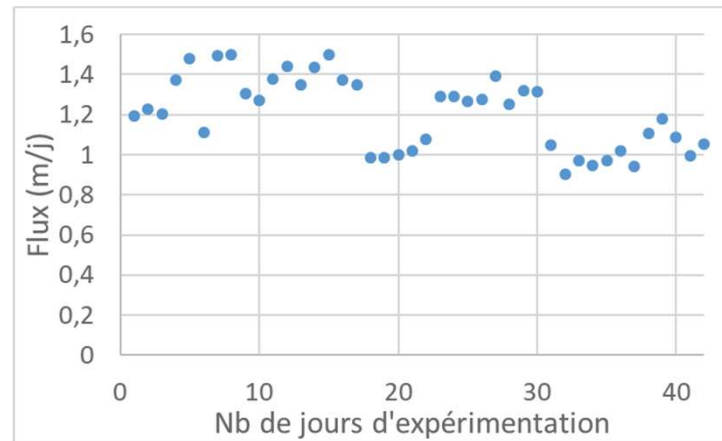
2. RÉSULTATS : MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE 3D - : CONTRIBUTION À L'ANALYSE DES MESURES

Extraction de 3 indicateurs pour prendre en compte les conditions hydrodynamiques pendant les campagnes de mesures bio-chimiques :

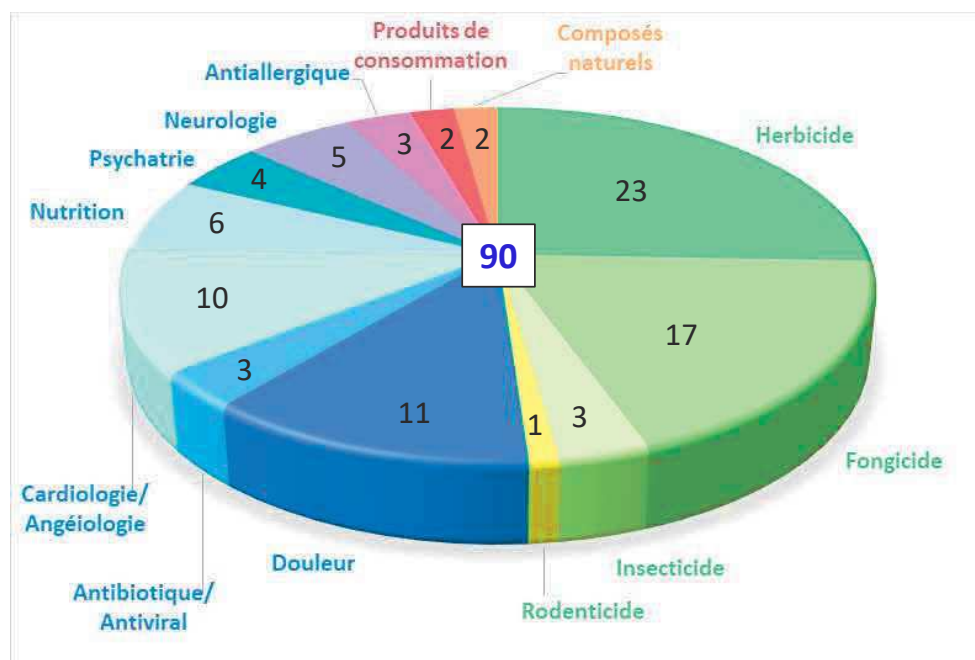
- Origine probable de l'eau -> tracking « backward »
- Temps de séjour dans l'aquifère
- Flux calculé au piézomètre



Exemple de sorties du modèle pour le piézomètre P89 entre le 19 juillet et le 30 août 2022



2. RÉSULTATS : LES POLLUANTS ÉMERGENTS (APPROCHE QUALITATIVE)



2500 : nombre de composés de la base de données



149 : nombre **total** de composés détectés (3 campagnes & totalité des points suivis : surface + souterrain)

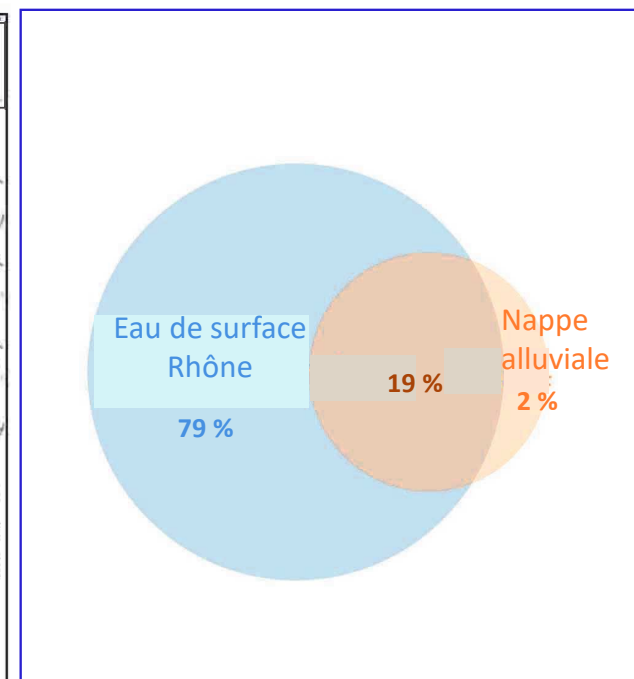
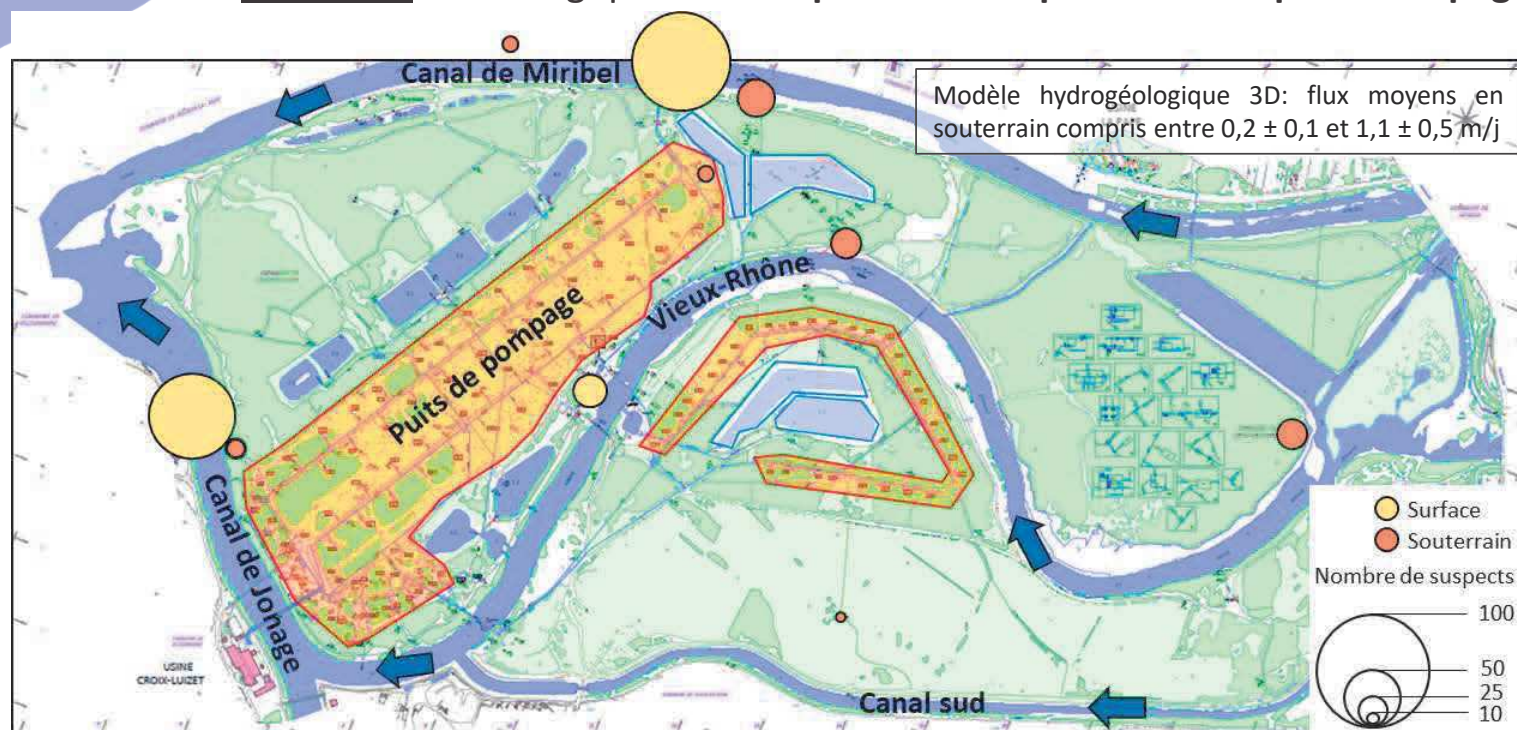
90 : nombre **total** de composés détectés en souterrain (3 campagnes & totalité des points suivis en souterrain)



Rappel : approche qualitative mais l'ordre de grandeur reste du ng/L

2. RÉSULTATS : LES POLLUANTS ÉMERGENTS (APPROCHE QUALITATIVE)

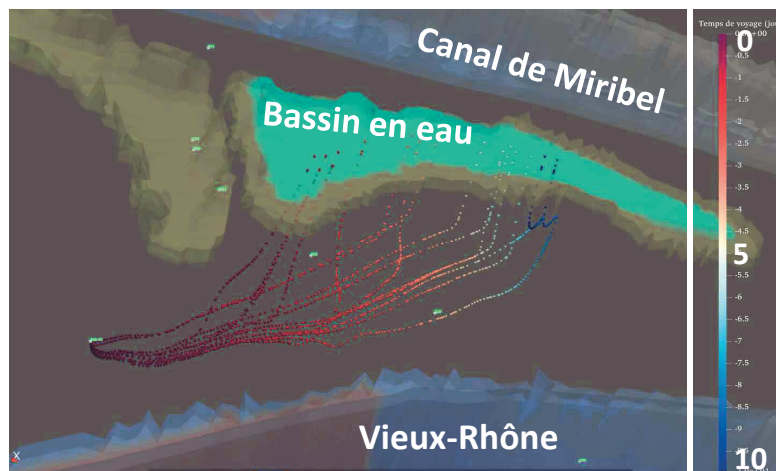
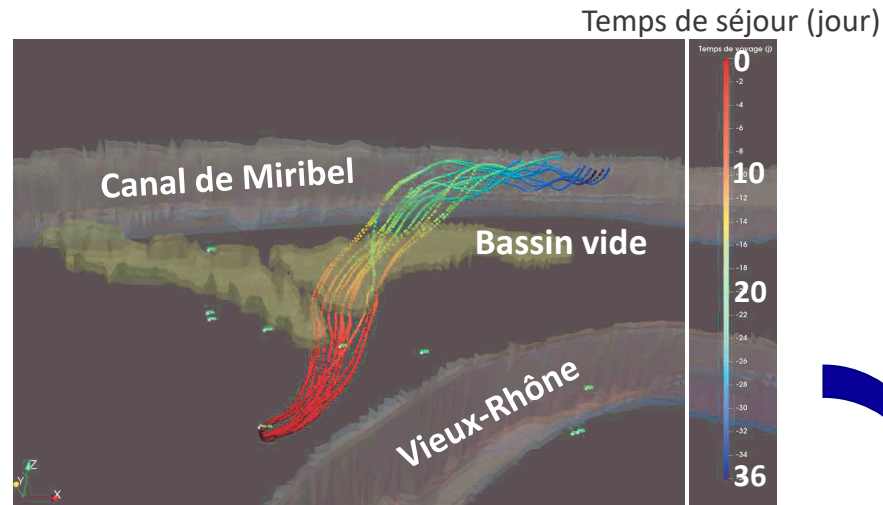
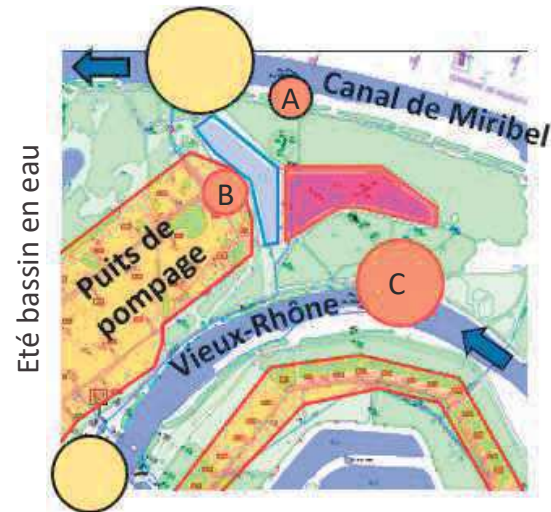
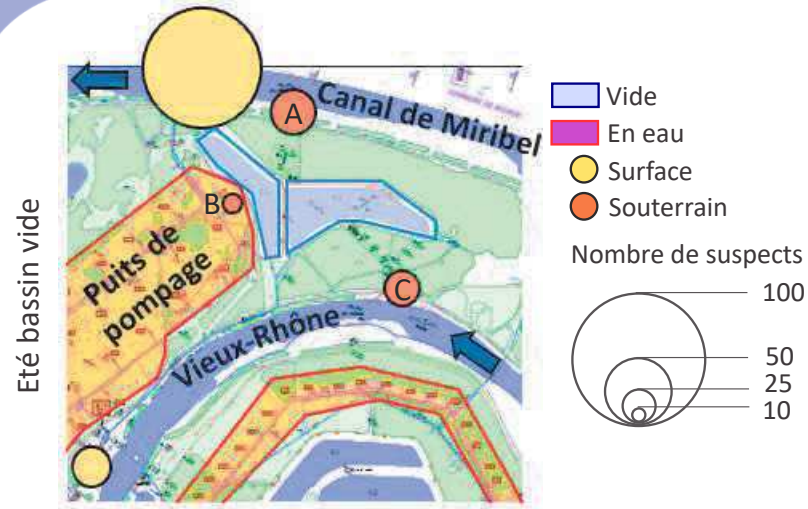
Résultats: screening qualitatif de pesticides et pharmaceutiques - campagnes été et hiver combinées



- ◆ Pas d'effet « saison » observé lors de ces deux campagnes : le nombre et la nature des micropolluants sont comparables
- ◆ Pas d'effet « saison » d'après les sorties du **modèle hydrogéologique 3D** : l'origine, le temps de séjour et le flux sont comparables
- ◆ **Vulnérabilité eau sout'** liée à la recharge par les eaux de surface : la quasi-totalité des micropolluants détectés en souterrain sont détectés en surface
- ◆ **Efficacité des interfaces** : le maximum de micropolluants détectés en souterrain ≤ 30 micropolluants vs **87** dans les eaux surface (Miribel)
- ◆ **Diminution vulnérabilité eau sout' en s'éloignant des berges** : ≈ 30 micropolluants détectés près des berges vs ≈ 15 sur les autres points souterrains

2. RÉSULTATS : LES POLLUANTS ÉMERGENTS (APPROCHE QUALITATIVE)

Résultats: screening qualitatif de pesticides et pharmaceutiques – effet bassin à confirmer



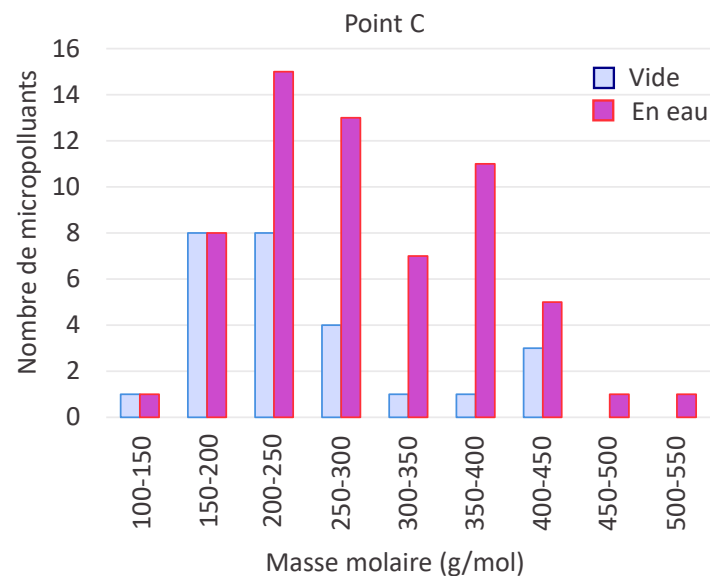
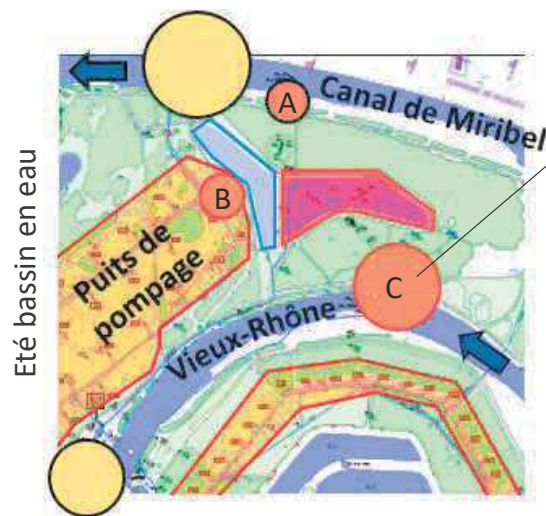
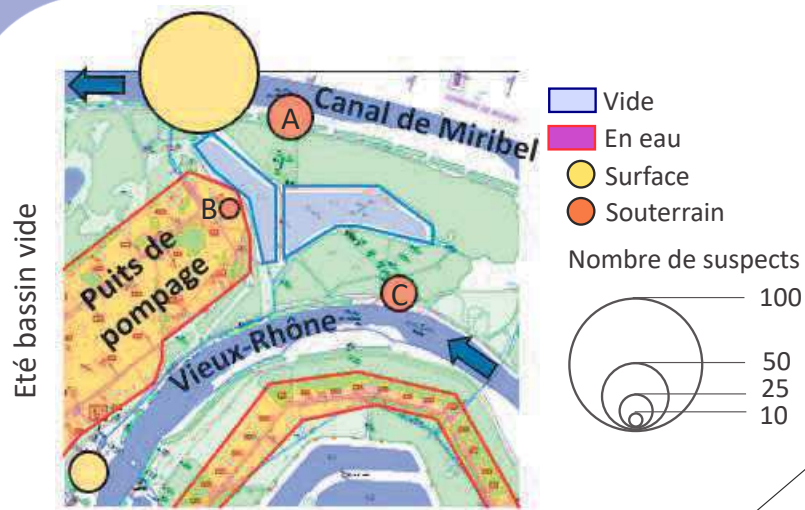
Réduction des temps
de séjour de 7 à 88 fois

Flux comparables

**EFFET GÉNÉRÉ PAR LE BASSIN NON
IDENTIFIÉ PAR LE MODÈLE
HYDROGÉOLOGIQUE 3D: LE POINT
C CONSTITUE UNE ZONE
PARTICULIÈRE**

3. TRANSFERT ET VULNÉRABILITÉ: MICROBIOLOGIE ET MICROPOLLUANTS ÉMERGENTS

Résultats: screening qualitatif de pesticides et pharmaceutiques – effet bassin



- ◆ **Augmentation** du nombre de micropolluants sur les points souterrains B et C lorsque le **bassin est en eau**
- ◆ Points souterrains B et C : des fongicides détectés uniquement quand le bassin est plein
- ◆ Points souterrains B et C : les **fongicides détectés quand le bassin est plein** représentent **¼ des polluants détectés**
- ◆ Davantage de **micropolluants à haut poids moléculaire** sont détectés en souterrain quand le bassin est en eau

À comprendre !



Merci à tous les collègues

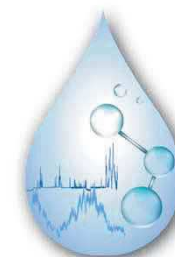
Notre ingénieur de Recherche durant 1 année

Simon navel

Les collègues de Eau du Grand Lyon, de la Métropole de Lyon et de la Régie de l'Eau publique du Grand Lyon pour leur aide dans la gestion des expérimentations :

*Anne Perrissin (Métropole de Lyon), Frédéric Morand (VEOLIA),
Pauline Messer-Fatoux (Eau du Grand Lyon), Thierry Degueurce
(Eau du Grand Lyon), Gilles Regnier (Eau du Grand Lyon),
Roger Arquillière (Eau du Grand Lyon), le poste de commandes
et les gardes.*

Merci de votre attention



INTERFACES

LEHNA, IGE, ISTERRE • MÉTROPOLÉ DE LYON
EAU DU GRAND LYON • AGENCE DE L'EAU RMC

Cette étude est co-financée par la Métropole de Lyon, Eau du Grand Lyon, la Régie de l'Eau publique
du Grand Lyon & l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

Elle constitue une action du Projet INTERfaceS (PINTES 2019-2023)

