



**Premier séminaire du Pôle SV2TEA
(Sciences de la Vie et de la Terre – Territoires,
Environnement, Aliments)**

**Atelier « Contamination des agroécosystèmes : origine,
transferts et impacts »**

17 mai 2019, ENSMM, Besançon

Transfert et impact des polluants organiques persistants (pesticides organochlorés, pyréthriinoïdes, HAP) sur la qualité biologique des rivières karstiques

Pierre-Marie BADOT & François DEGIORGI

- **1. Etude des transferts de différents polluants organiques persistants à partir de sols agricoles** (mesures dans les eaux lysimétriques et les exutoires karstiques de deux bassins versants confluant dans la Loue au niveau de Lods et à l'aval d'Ornans. Les substances seront analysées dans l'eau et dans les MES. Leur flux sera évalué en tenant compte des variations hydroclimatiques.
- **2. Evaluation de l'écotoxicité conjointe de ces polluants sur un crustacé bioindicateur typique des eaux courantes européennes, *Gammarus pulex*.** Des contaminations en conditions contrôlées seront réalisées par *spiking* de sédiments par des pyréthriinoïdes, des pesticides organochlorés et des HAP apportés seuls (*single toxicity*) ou en mélange (*mixture toxicity*).
- **3. Confrontation des résultats des diagnoses réalisées *in situ* dans les cours d'eau aux données de contamination chimique et d'écotoxicité.** Cela permettra de proposer des recommandations concrètes à destination des autorités publiques dans un contexte où les contaminants majeurs actuellement identifiés (pyréthriinoïdes, organochlorés, HAP...) ont très fréquemment des origines variées : agriculture de plein champ, lutte antivectorielle, désinsectisation et désinfection de bâtiments d'élevage, traitements biocides du bois, usages domestiques, contaminations diffuses...

TRANSFERTS DES FONGICIDES AZOLES DANS L'ENVIRONNEMENT ET IMPACTS BIOLOGIQUES

S. Rocchi, L. Millon, N. Crini, G. Crini, F. Gimbert, A. de Vaufleury

1) En chimie environnementale

Les caractéristiques des sols modulent-elles l'extractabilité et donc la disponibilité des fongicides ? Cette partie sera traitée par des expérimentations en conditions contrôlées.

2) En mycologie

L'induction de résistance dépend-elle du type de souche exposée et du fongicide utilisé ? Pour cette partie nous travaillons entre autre sur l'induction de reproduction sexuée en laboratoire. Comment se diffusent les souches résistantes depuis les zones d'utilisation des fongicides jusqu'aux personnes à risques (patients immunodéprimés ou avec des pathologies respiratoires, professionnels en contact avec fongicide) ? Ces modalités de diffusion seront analysées par le génotypage des souches sensibles et résistantes, cliniques et environnementales (agriculture, domicile des agriculteurs et des patients avec aspergilloses, hôpital)

3) En écotoxicologie

Existe-t-il des transferts et effets potentiels des fongicides sur l'escargot, organisme non cible, bioindicateur de la qualité des milieux et doté d'un poumon ? Des expérimentations seront réalisées avec un organisme bioindicateur de la qualité des sols, l'escargot *Cantareus aspersus*, pour évaluer la biodisponibilité, les transferts et les effets potentiels des antifongiques.

4) En remédiation

Est-il possible de limiter la rémanence et la pénétration des azolés en profondeur dans les sols, et ainsi restreindre éventuellement l'émergence des phénomènes de résistance ? Pour ce point, des méthodes de piégeage de fongicides sont actuellement développées. Il s'agit d'utiliser des procédés innovants de remédiation via l'utilisation de géotextiles pour limiter la diffusion des fongicides et leurs impacts environnementaux et sanitaires. Des expérimentations in vitro ont lieu et des expérimentations sur site sont aussi envisagées.

Contributions Didier Hocquet

- **Projet HYDROPATH** (Charles Henriot, Gudrun Bornette, Didier Hocquet) : Chercher à comprendre la dispersion et la survie des bactéries pathogènes et/ou multirésistantes associées à l'Homme dans les systèmes fluviaux. Un intérêt particulier est porté sur les zones humides qui pourraient constituer un réservoir de bactéries.
- **Projet PERSISTERS** (Audrey Jeanvoine, Xavier Bertrand, Didier Hocquet) : Le réseau d'eau potable d'un hôpital est contaminé par un clone de *P. aeruginosa* à haut risque épidémique. Ce pathogène est résistant au cuivre par acquisition de gènes provenant de bactéries retrouvées dans les environnements agricoles pollués par ce métal. Publié en juin 2019 dans Water Research.
- **Projet MODERN** (Daniel Martak, Didier Hocquet) : Comprendre et modéliser les réservoirs, les vecteurs et la transmission des entérobactéries productrices de β -lactamases à spectre étendu (EBLSE). Projet Européen 2017-2020 à 6 partenaires. Recherche des EBLSE dans les eaux usées et en aval des stations d'épuration.

Trajectoires fonctionnelles des lacs en réponse à des stress liés aux contaminants, nutriments et apports de matière allochtone

Laurent Millet & al.

Objectifs

- Retracer les dynamiques des réponses fonctionnelles (linéaires ? , seuils ? , régime shifts ? ...), de comprendre les impacts individuels et combinés des différents contaminants (+climat), d'évaluer a posteriori les effets et l'efficacité des mesures de restauration sur les différents compartiments (effets d'hysteresis ? temps de réponse ?)
- Mettre en évidence et quantifier l'influence des changements fonctionnels sur les biens et services écosystémiques (fonction source/puits de carbone, biodiversité globale, ressource en eau, valeurs culturelles ...)

Sites d'étude

- Une ou plusieurs entités intégrées "hydrosystèmes et leur bassin versant".

Approche

- L'approche pourrait combiner des suivis actuels et de la paléoécologie en se focalisant sur le ou les derniers siècles.

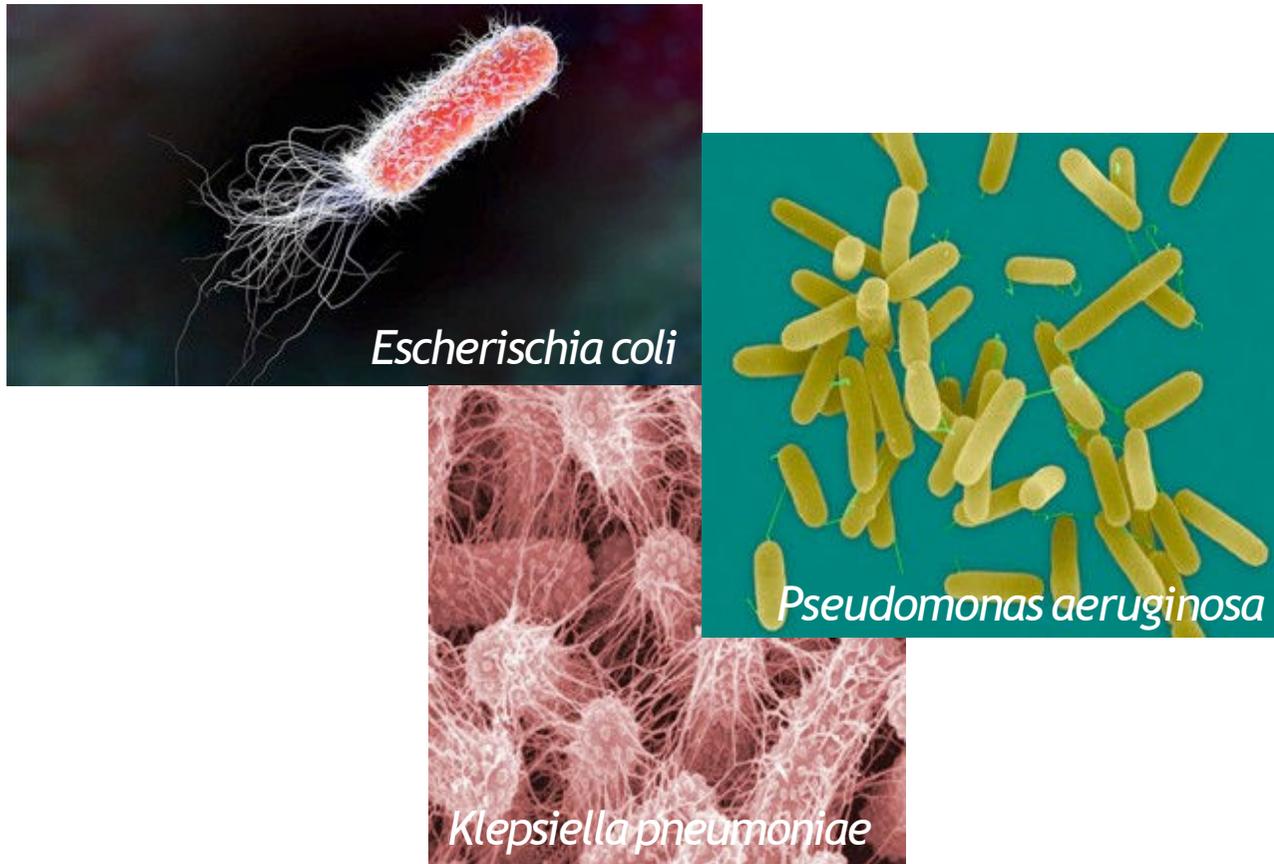
Dynamique historique et actuelle des bassins versants : biodiversité, trajectoire de vulnérabilité des écosystèmes et stratégies d'adaptation

Gudrun Bornette et al.

- **Relation entre les pratiques réalisés sur les bassins versants** (vocation des parcelles, méthodes de gestion, pression urbaine et industrielle, gestion des effluents) **et l'impact de ces pratiques sur les écosystèmes puits des vallées alluviales** (nappes phréatiques, lacs, cours d'eau et zones humides)
- L'analyse de ces impacts passerait par différents paramètres : **la qualité de l'eau-nutriments, bactéries pathogènes, la biodiversité.**
- **Pluridisciplinarité** : Les forces en présence regroupe des historiens (pour reconstituer l'histoire des pratiques et des usages), des paléo-environmentalistes (pour reconstruire à l'échelle des bassins versants l'histoire des impacts et des réponses sur des pas de temps longs), des hydrogéologues (pour mesurer l'impact de ces pratiques sur l'hydrologie et la qualité des eaux souterraines), des écologues (pour aborder les questions relatives à la biodiversité, à la dynamique des écosystèmes, et aux flux de matières et d'énergie au sein des écosystèmes et des paysages), et des médecins et pharmaciens (pour aborder les questions relatives aux niches, transferts, et pathogénicités des bactéries rejetées par l'homme dans l'environnement).
- L'approche serait **diachronique** en et relierait les usages historiques aux impacts grâce à l'étude des dépôts sédimentaires dans les zones humides, et **synchronique**, et comparerait différents bassins versant diversement impactés en termes de contamination.

Hydropath

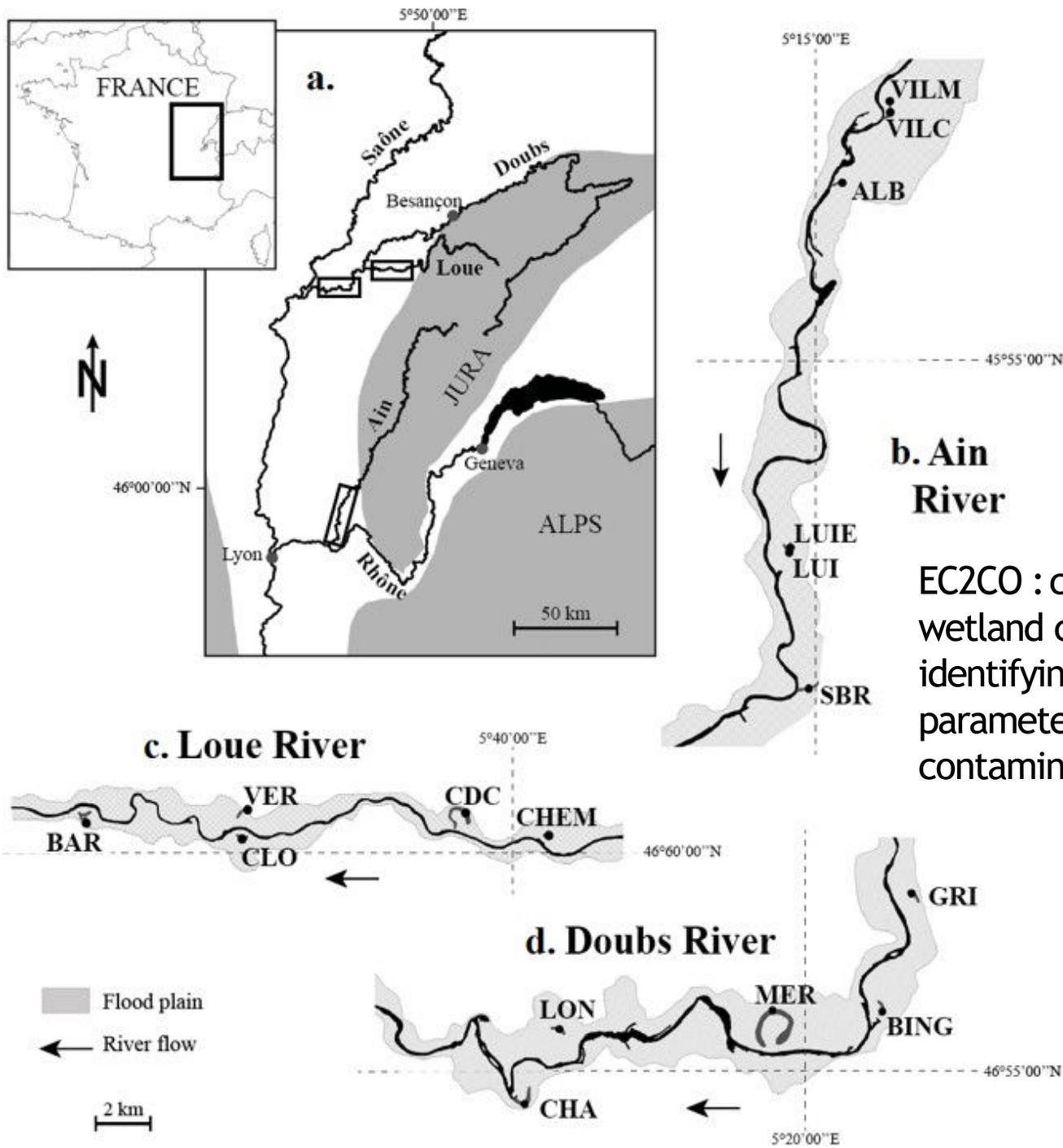
Gudrun Bornette, Charles Henriot, Didier Hocquet et al.



D'origine anthropique, libérées dans l'environnement via les stations d'épuration, l'épandage de boues contaminées, delisiers

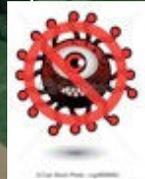
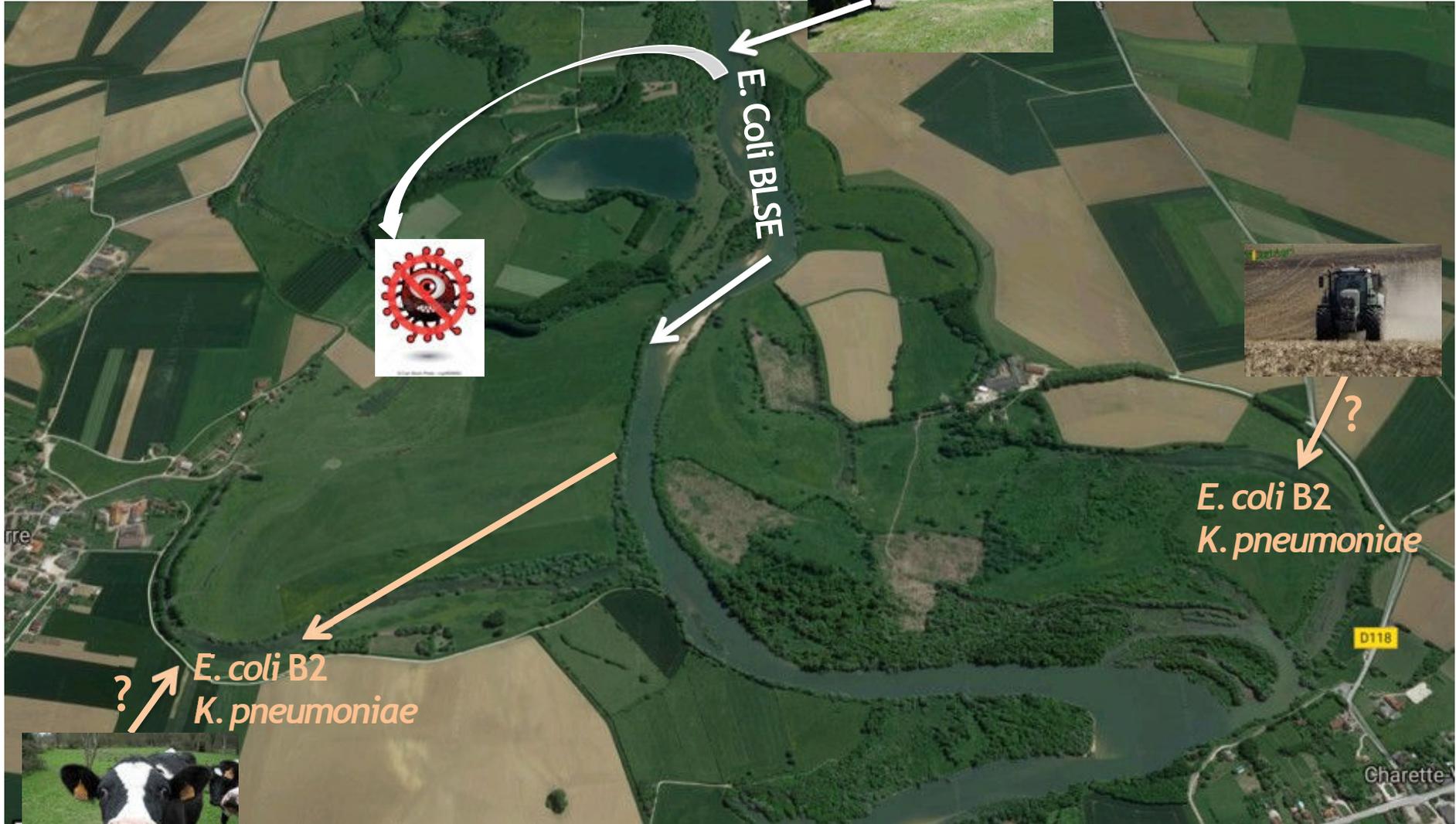


Circulent dans les cours d'eau, et contaminent potentiellement les masses d'eau superficielle et souterraines

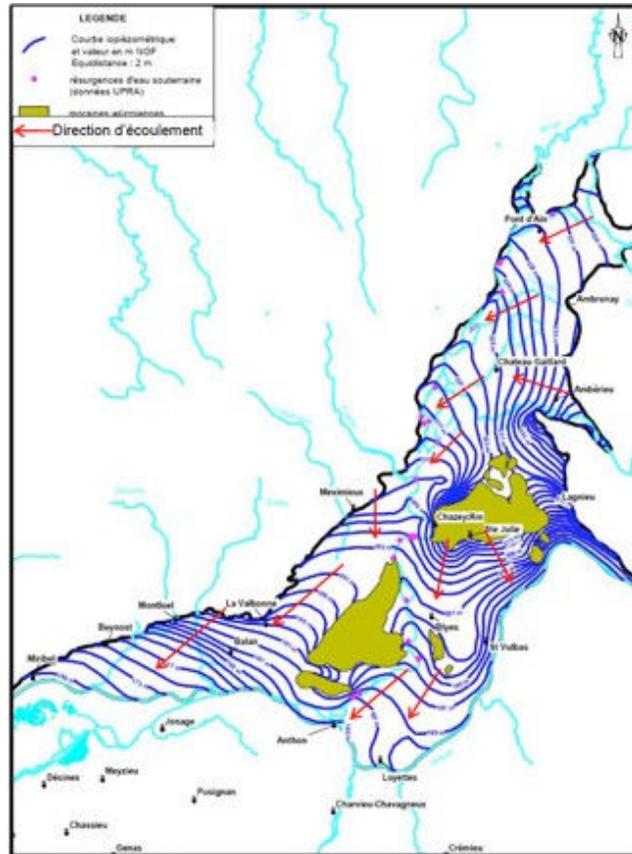


EC2CO : correlating river and wetland contamination, identifying the key parameters that explain contamination *in situ*.

WATER RESEARCH (SOUMIS)



H1: les bactéries sont libérées via les effluents solides et liquides des STEP et diffusées dans les 3 dimensions des hydrosystèmes par les fluxhydriques



1: identifier les sources et flux:

- rivière amont aval
- zones humides
- nappes et sous écoulement
- sorties de stations
- terrains agricoles

Identité génétique des sources



connectivité superficielle et souterraine

Site atelier : la basse vallée de l'Ain

- épandages intensifs de boues (9t/ha/epandage)
- nombreuses stations d'efficacité inégale
- nombreuses ZH de connectivité nappe/rivière variable
- bonne connaissance du fonctionnement hydrogéologique

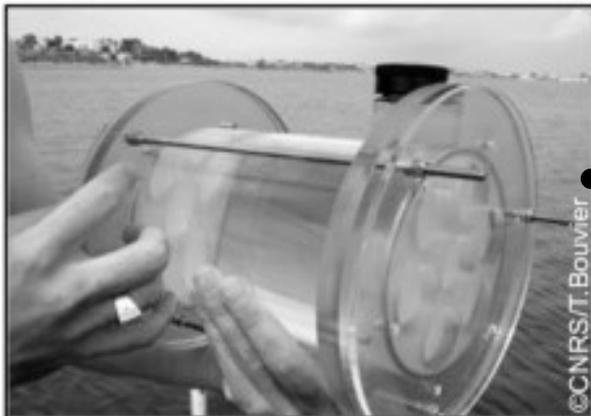
2: Les taxons se développeraient dans des eaux riches en nutriments, chaudes, et seraient défavorisés par la pression biotique (phyto-zoo-plancton)



- En laboratoire :
 - le long des gradient physico-chimiques identifiés dans le programme EC2CO:



- N, P, T°, sédiment



- In situ :
 - dans les sites potentiellement favorables

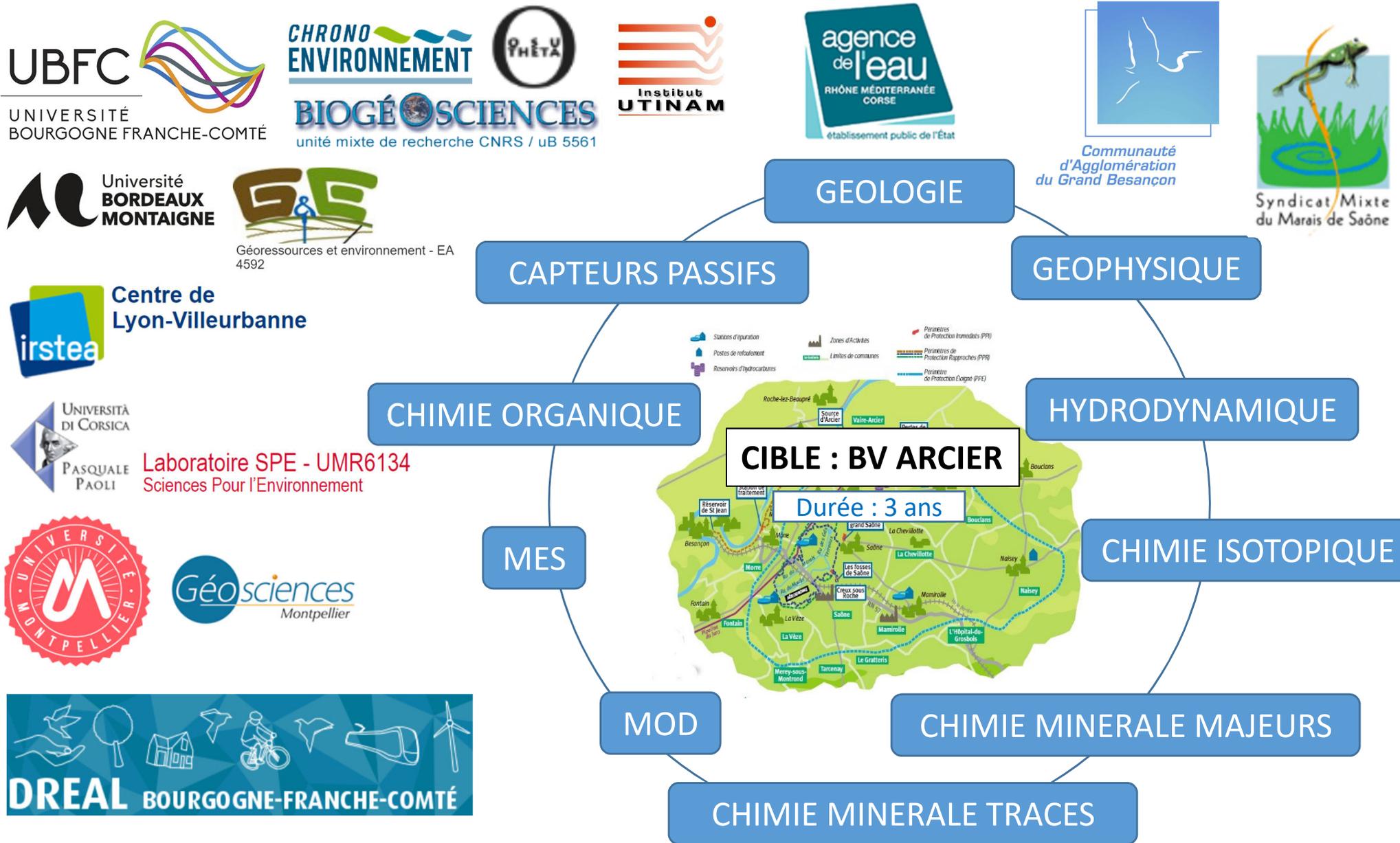
Contribution PAM

Jean-Marie Perrier-Cornet

- Impact de contaminants notamment chimiques sur les microorganismes, leur physiologie et leur métabolisme
- Survie en fonction des conditions environnementales extérieures (chaleur, lumière, humidité) de microorganismes pathogènes végétatifs et sporulés et virus
- Plateforme d'imagerie Dimacell : techniques microscopiques, cytométriques et spectroscopiques permettant d'analyser en ligne les conséquences de ces perturbations au niveau cellulaire (fluidité membranaire, perméabilité, survie, ...)

TRANSKARST 2019

Un consortium de chercheurs et gestionnaires

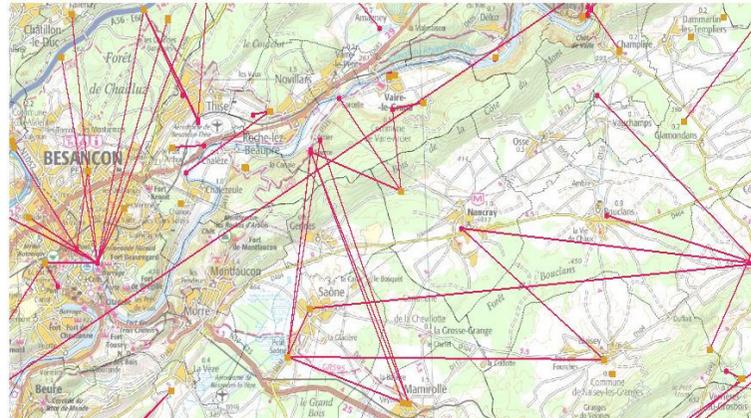
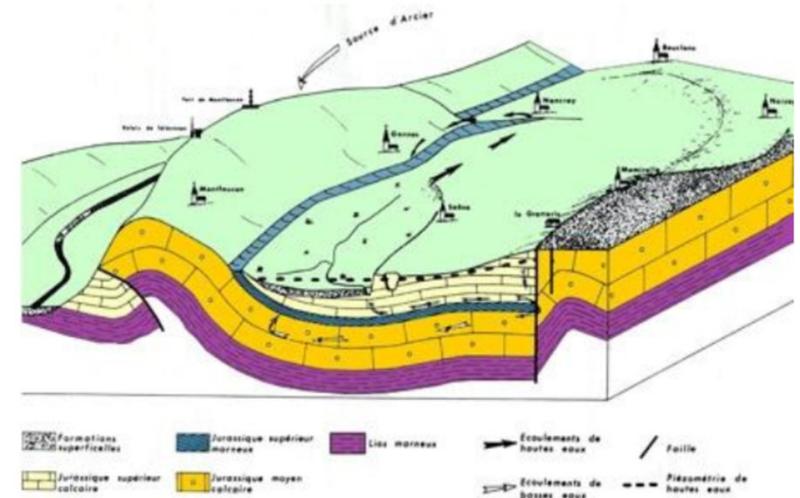


TRANSKARST 2019

OBJECTIF : définir le rôle des circulations souterraines dans les transferts de contaminations minérale, organique, microbiologique au sein des systèmes karstiques régionaux

ACTION - WP1 : établir un modèle géologique et hydrodynamique de fonctionnement

- THESE + STAGE M2
- Géologie (structurale)
Géophysique (électrique, sismique, gravimétrie)
Traçage artificiel
Traçage naturel (ions majeurs / isotopes ^{18}O , ^2H , ^{13}C)
- Identification spatiale
3 campagnes sur 30 points du BV Arcier (crue, récession, étiage)
52 campagnes sur 6 points du BV Arcier

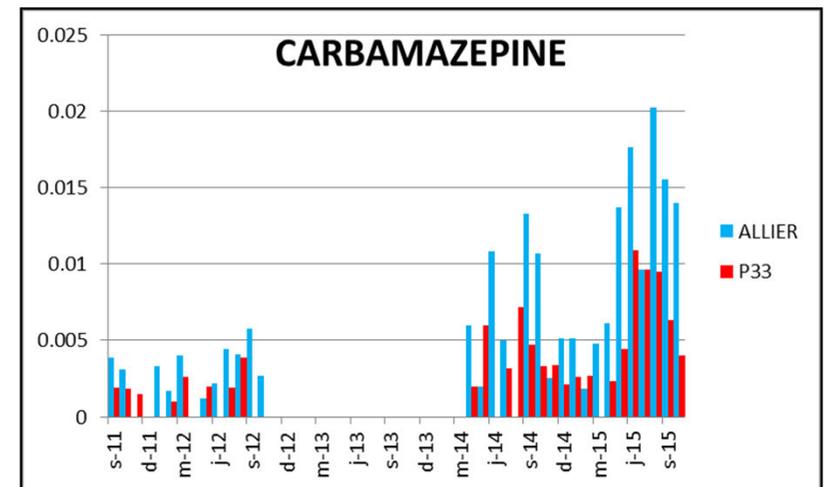


TRANSKARST 2019

OBJECTIF : définir le rôle des circulations souterraines dans les transferts de contaminations minérale, organique, microbiologique au sein des systèmes karstiques régionaux

ACTION – WP2 : évaluer la contamination des hydrosystèmes karstiques

- THESE
- Traçage naturel
 - ions majeurs
 - éléments traces
 - isotopes ^{18}O , ^2H , ^{13}C
 - molécules organiques (phytosanitaires/pharmaceutiques)
 - capteurs passifs (phytosanitaires/pharmaceutiques, traces)
 - bactériologie, protozoaires (cryptosporidium / giardia), contamination fongique
- Suivi temporel
 - 52 campagnes sur la source d’Arcier
 - 2 crues enregistrées sur la source d’Arcier

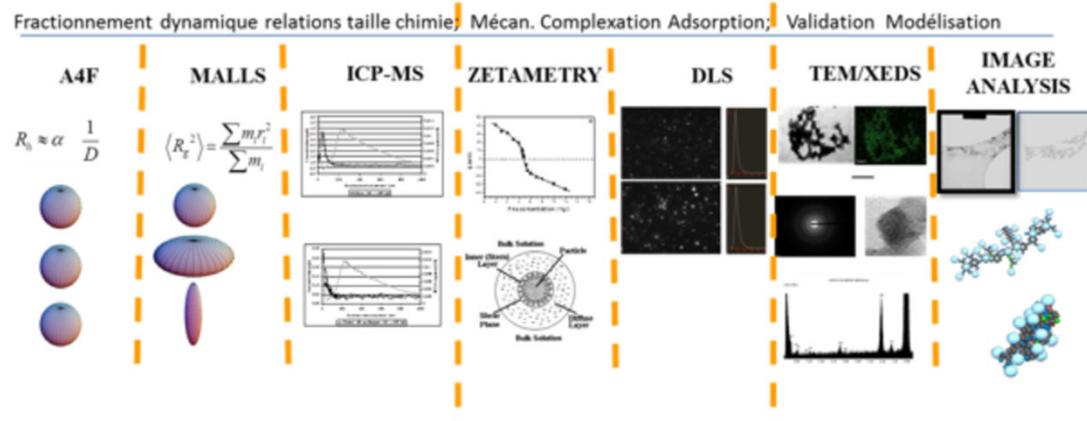


TRANSKARST 2019

OBJECTIF : définir le rôle des circulations souterraines dans les transferts de contaminations minérale, organique, microbiologique au sein des systèmes karstiques régionaux

ACTION – WP3 : comprendre la réactivité des milieux karstiques (transport par voie dissoute, colloïdale ou particulaire)

- THESE + STAGE de M2
- Focus sur les éléments traces métalliques
 - Caractérisation MES (nature, taille,)
 - Caractérisation de la MO (type,)
 - Mesures des éléments traces sous forme dissoute, colloïdale et particulaire : Échantillons filtrés (dissous < 0.2 µm), non filtrés (colloïdal), particulaire (pièges à sédiments)
- 52 campagnes de mesures sur la source d’Arcier
2 crues enregistrées sur la source d’Arcier



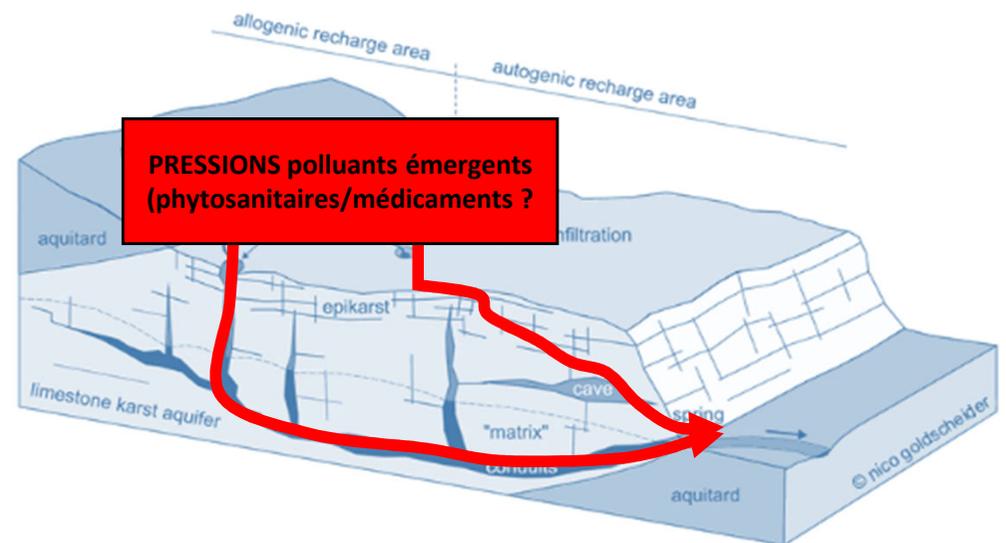
TRANSKARST 2019

OBJECTIF : définir le rôle des circulations souterraines dans les transferts de contaminations minérale, organique, microbiologique au sein des systèmes karstiques régionaux

ACTION – WP4 : fédérer les acteurs de la ressource en eaux karstiques et confronter les études et connaissances acquises sur le territoire pour produire des outils d'aide à la décision à destination des gestionnaires.

→ Cohérence entre le projet et les besoins des gestionnaires en connaissances sur BV Arcier

- Peut-on améliorer le schéma conceptuel de fonctionnement géologique et hydrogéologique du BV d'Arcier ?
 - Quels sont les éléments minéraux, organiques contaminants (concentration max/ flux) à l'exutoire (source d'Arcier) ?
 - Quelles sont les voies préférentielles de contamination (dissous, colloïdal, particulaire) ?
- Transfert entrées/sorties (phytosanitaires) ?
 - Cycle des médicaments ?



TRANSKARST 2019

OBJECTIF : définir le rôle des circulations souterraines dans les transferts de contaminations minérale, organique, microbiologique au sein des systèmes karstiques régionaux

Porteur du projet (UBFC / OSU THETA) :

Hélène Celle-Jeanton

Partenaires académiques

[UBFC \(CE, Utinam, Biogéosciences\)](#) - Julie Albaric, Philippe Amiotte-Suchet, Guillaume Bertrand, Xavier Bertrand, Flavien Choulet, Nadia Crini, Sophie Denimal, Nicolas Fatin-Rouge, Frédéric Grenouillet, Didier Hocquet, Christophe Loup, Olivier Matthieu, Patrick Rolin, Marc Steinmann, Christian Sue, Pierre Trap...

[Université de Corse](#) – Frédéric Huneau, Emilie Garel

[Université de Montpellier](#) – Cédric Champollion

[Université Bordeaux-Montaigne](#) – Philippe Le Coustumer

[IRSTEA Lyon-Villeurbanne](#) – Cécile Miège

Partenaires gestionnaires

[AE RMC](#) – Thierry Marguet,

[DREAL Bourgogne Franche-Comté](#) - Elodie Recchia,

[Grand Besançon](#) - Régis Demoly, Sophie Rapenne,

[Pôle Karst](#) – Vincent Fister

[Syndicat Mixte du Marais de Saône](#) – Alexandre Benoit-Gonin

[ASCOMADE](#) – Marlène Devillez

THÈSE : Dr Hélène Celle-Jeanton / coDr Xavier Bertrand

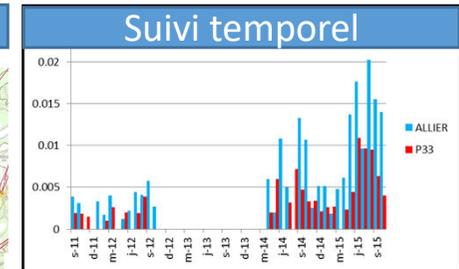
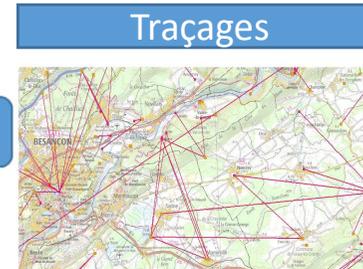
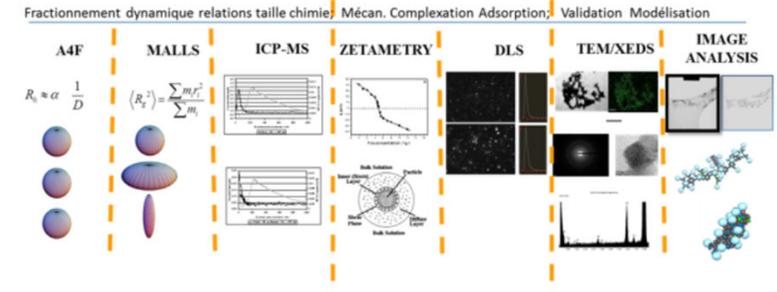
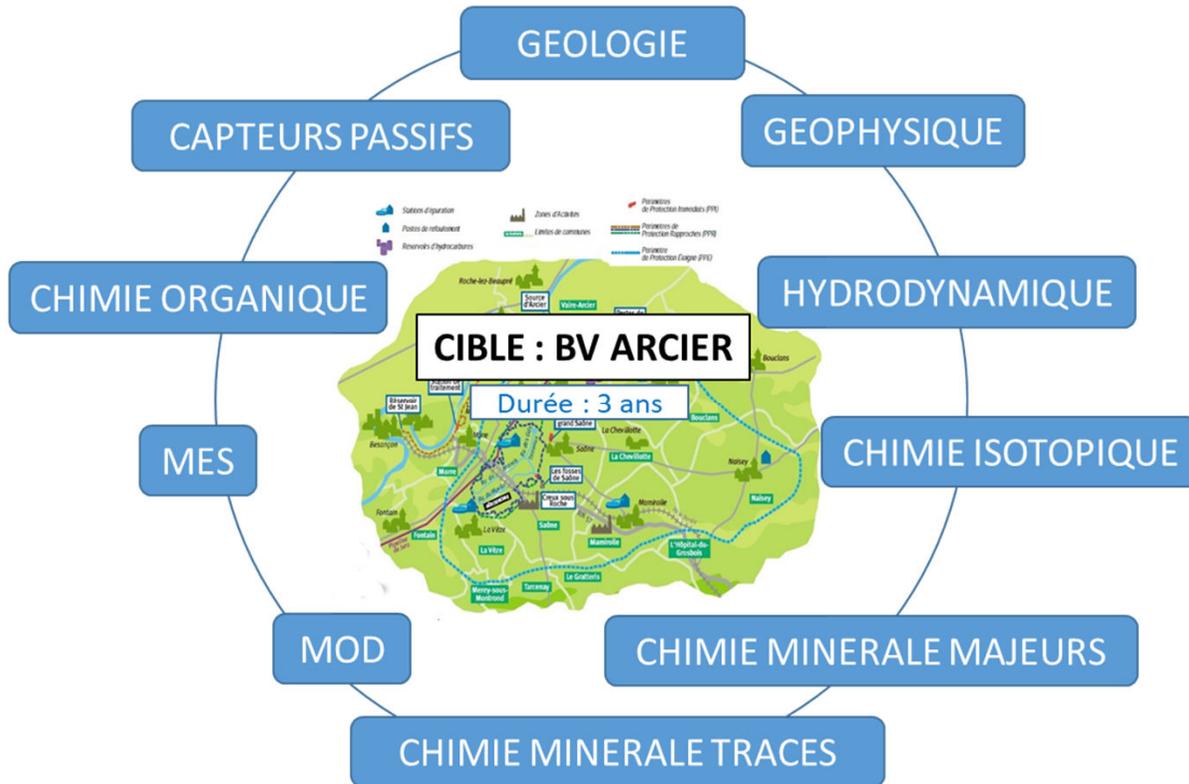
MASTERS 2 : Dr Nicolas Fatin-Rouge / Dr Philippe Le Coustumer

POST-DOC ?

Projet labélisé via Jurassic Karst - ZA Arc Jurassien / SNO Karst / IR OZCAR

TRANSKARST 2019

En résumé



- Etablir un schéma conceptuel de fonctionnement géologique et hydrogéologique du BV d'Arcier ?
- Caractériser la contamination minérale et organique (concentration / flux) à l'exutoire (source d'Arcier)
- Discriminer les voies préférentielles de contamination (dissous, colloïdal, particulaire) ?
- Etudier les transferts (bilan entrées /sorties)

