



# **Livret des posters des projets Atelier Rivières Cévenoles 2016 à 2024**

## Table des matières

2009 – OSR.....	3
2013 – ECHANGES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES .....	4
2016 – HYDROPOP .....	5
2017 – PHARMA-BV .....	6
2018 – PROJET BEALS .....	7
2021 – PROJET DHYSED-7 .....	8
2021 – PROJET IDESOC.....	9
2021 – PROJET BACTRESIST.....	10
2022 – PROJET BIODARST .....	11
2023 – PROJET ZONE-ART .....	12
2024 – LABOVIVANT(S) .....	13
THESES SOUTENUES OU EN COURS.....	14



## L'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) Réseau de suivi des MES et contaminants associés sur le Rhône et ses affluents

Bassin(s)  
versant(s)  
concerné(s)  
*Rhône*

2009-2027

Parties prenantes  
scientifiques et  
opérationnelles

Marina Coquery, Jérôme Le  
Coz, Fabien Thollet, Mickael  
Lagouy, Alexandra Gruat,  
RiverLy/INRAE

Olivier Radakovitch,  
Hugo Lepage, IRSN

Jérôme Labille,  
CEREGE/CNRS

Thématique(s) de  
recherche

- ☒ Caractérisation des bassins versants
- ☐ Interactions sociétales et gouvernance
- ☐ Effets des changements climatiques
- ☐ Processus écosystémiques
- ☐ Autre: [préciser]



### Questions de recherche du projet

- Evaluer les apports en métaux des affluents cévenols au Rhône via le transport sédimentaire : quel est le rôle des crues ?
- Etudier l'influence du régime hydrologique sur les concentrations en métaux particulaires.

### 3 résultats marquants du projet

#### Suivi des concentrations et flux de MES et contaminants

- Réseau de mesure OSR depuis 2009.
- 12 stations sur le Rhône et ses affluents : suivi des flux de matières en suspension (MES) et de contaminants associés.
- Mesure du débit et turbidité en continu.
- Échantillonnage intégratif des MES (piège à particules).
- Mesure COP, granulométrie, radionucléides, métaux, PCB, HAP, contaminants émergents. [1]



#### Bancarisation des données et des échantillons

- L'Ardèche et le Gardon (Gard) font l'objet d'un suivi de la turbidité et de prélèvements mensuels de MES par piège à particules depuis 2016 et 2017, respectivement.
- La Base de données des Observatoires en Hydrologie - BDOH – permet la gestion et le partage des données validées et qualifiées (concentrations et flux, MES et contaminants). [2]
- Les échantillons de MES sont conservés sur le long terme : plus de 1600 échantillons conservés dans BANQUISE et à disposition des équipes de recherche. [3]



#### Évaluation des apports en métaux lors d'un épisode cévenol (> 200 mm en 24h)

- Les métaux transportés par les MES - transitant en plus grande quantité lors des crues - contribuent probablement aux apports en métaux au Rhône [4].
- 4 rivières cévenoles ont été échantillonnées en crue (oct. 2019) et bas débit (oct. 2020).
- Concentrations plus élevées lors de la crue pour Pb, As, Zn, Cd, Hg, en comparaison à d'autres affluents et au Rhône → apports anthropiques (historique activité minière) [4].
- Les plus fortes concentrations ne sont pas toujours liées au régime hydrologique. Pour l'Ardèche, peu de différence entre crue et bas débit pour Pb et As ; alors que les concentrations en Cd et Zn augmentent en période de base.
- Etude à poursuivre pour le Gardon



### Principales publications et communications

- [1] Lepage H. et al. (2022). Concentrations and fluxes of suspended particulate matter and associated contaminants in the Rhône River from Lake Geneva to the Mediterranean Sea. *Earth System Science Data*. 14(5):2369-84. DOI: 10.5194/essd-14-2369-2022. <https://hal.science/insu-03580529v1>
- [2] Thollet F. et al. (2021). Observatoire des Sédiments du Rhône, INRAE. <https://doi.org/10.17180/OSR.OSR>
- [3] Gruat A. et al. (2024). Rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires pour l'année 2023. Rapport final. Observatoire des Sédiments du Rhône – 6ème programme d'action. Action E1. 43 p. <https://hal.science/OSR/hal-04553823v1>
- [4] Radakovitch et al. (2017). Évaluation des sources de contaminants métalliques dans les matières en suspension du bassin du Rhône (OSR4). Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR4), 30 p. <https://hal.science/hal-03749323v1>
- [5] Delle H. et al. (2021). Évaluation multi-échelle des flux de MES et de contaminants associés dans le bassin du Rhône. Rapport Final. Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR5), 96 p. <https://hal.science/OSR/hal-03291035v1>



<https://observatoire-sediments-rhone.fr/>



## Caractérisation des échanges entre eaux superficielles (rivière) et eaux souterraines en domaine karstique Exemple d'un affluent du Rhône, la Cèze (30)

### Bassin versant concerné

Cèze

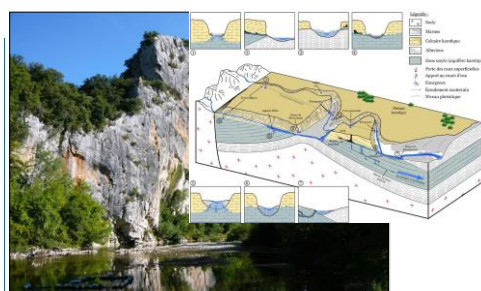
2013-2022

### Parties prenantes scientifiques et opérationnelles

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse
- Syndicat mixte ABCèze
- Mines Saint-Etienne, UMR 5600 EVS
- IMT Mines Alès, LGEI
- Université de Lyon, UMR 5023 Lehna
- ENS Lyon Biogéophile, UMR 5600 EVS
- Université Jean Monnet, UMR 5276 LGL
- Université Sophia Antipolis, UMR 7300 Espace
- Université d'Avignon, UMR 7300 Espace, UMR 1114 Emmah
- Université Aix-Marseille, Cerege
- Cenote
- Université de Toulouse Jean Jaurès

### Thématique(s) de recherche

- ☒ Caractérisation des bassins versants
- ☐ Interactions sociétales et gouvernance
- ☐ Effets des changements climatiques
- ☐ Processus écosystémiques
- ☒ Autre :
  - Caractérisation d'aires d'alimentations
  - Interactions eaux souterraines / eaux superficielles

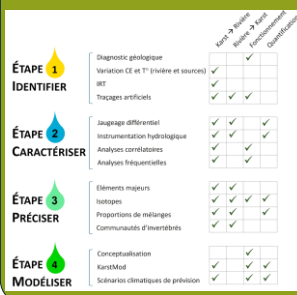


Gorge de la Cèze et typologie des échanges karst/rivière

### 3 résultats marquants du projet

#### Développement méthodologique

- Méthodologie interdisciplinaire en 4 étapes pour :
  - > comprendre le fonctionnement hydrogéologique
  - > diagnostiquer les échanges karst/rivière
  - > modéliser et prévoir



#### Fonctionnement hydrodynamique

- Création d'une typologie des échanges karst/rivière
- Caractérisation des flux d'eau (origine, cheminements)
- Quantification spatio-temporelle des flux d'eau
- > Contributions karstiques à la Cèze : entre 48 et 60 % en basses-eaux
- > 2 m³/s en juin 2015



#### Transfert de connaissance

- Dispositif simplifié de suivi hydrologique (AB Cèze)
- Guide méthodologique et retour d'expérience



### Principales publications et communications

- Chapuis H. (2017) Évaluation, caractérisation, modélisation des échanges hydrauliques entre aquifères karstiques et rivières - application à la Cèze (France, Gard). Thèse de doctorat, Mines Saint-Etienne.
- Chapuis H., Paron F., Graillot D., Cadilhac L. (2020) Caractérisation des échanges entre eaux superficielles (rivière) et eaux souterraines en domaine karstique - Exemple d'un affluent du Rhône, la Cèze (30). Rapport de synthèse, Zabr, AE-RMC.
- Graillot D. et Cadilhac L. (dir) (2020) Les karts des gorges de la Cèze. Karstologia n°75, 64p.
- Chapuis H., Pascoletti Y., Paron F., Graillot D., Cadilhac L. (2022) Interactions karst/rivière- Approches développées sur les gorges de la Cèze (30) – Support méthodologique. Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse – Eau et connaissance.
- [https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/202205/support\\_methodo\\_karst\\_riviere\\_vf.pdf](https://www.eaurmc.fr/upload/docs/application/pdf/202205/support_methodo_karst_riviere_vf.pdf)





## HydroPop

### Vers une hydrologie populaire et participative

**Bassin(s)  
versant(s)  
concerné(s)**  
Gardons (Cévenols)  
Cèze (amont)

**2016-2021**

#### Parties prenantes

UMR ESPACE, Avignon Université  
 IMT Mines Alès  
 UPR CHROME  
 UMR G-EAU



EPTB Gardons  
 ABCèze



#### Thématique(s) de recherche

- ☒ Changement climatique
- ☒ Fonctionnement des rivières
- ☒ Interactions sociétales et gouvernance des bassins versants
- ☐ Processus écosystémiques et leurs perturbations
- ☐ Autre



Page d'accueil de la plateforme de cartographie participative

#### Question(s) de recherche du projet

- Comment mesurer et modéliser les basses eaux et communiquer localement ces résultats ?
- Quelles démarches participatives mettre en œuvre ?
- Peut-on simuler la crise sécheresse à l'échelle locale ?

### 3 résultats marquants du projet

#### De la connaissance des étiages en Cévennes

A partir d'une enquête sur les perceptions des populations de la ressource en eau, réalisée en début de projet, et en s'appuyant sur un réseau dense de stations de suivi des débits d'étiage (15 stations au maximum) plusieurs travaux ont pu être réalisés.

Travaux sur la caractérisation des étiages, leurs prévisions et le développement d'un indicateur de gravité sécheresse local (voir illustration), testé durant le projet et qui a fait l'objet depuis d'une formalisation plus avancée.



#### Une démarche plurielle en science participative

3 profils de contributions citoyennes ont pu être testés dans ce projet. Il s'agissait de lire une échelle limnimétrique, de faire remonter des observations sur une plateforme cartographique dédiée ou encore de mettre en œuvre un protocole défini par l'équipe scientifique. Les résultats ont montré que si ces 3 profils permettaient de sensibiliser les participants à la problématique des basses eaux, l'implication nécessaire, les gains scientifiques étaient bien différents. A partir de ces résultats des recommandations ont pu être faites aux gestionnaires.



Echelle secteur

#### Simulation d'une gestion de crise sécheresse

A partir de l'analyse de crises sécheresses, en France et à l'international, et de la réalisation de frises chrono-systémiques associées un scénario de gestion de crise sécheresse à été proposé sur une commune cévenole fictive. Ce scénario a ensuite été implémenté dans le simulateur de crise d'IMT Mines Alès et testé à 2 reprises dans le cadre du projet avec succès.



Simulation du 2 juillet 2019

### Principales publications et communications

Ayral, P.-A., Pottier, B., Sauvagnargues, S., Martin, P., Brachet, N., Cicille, P., Didon-Lescot, J.-F., Domergue, J.M., Douguédroit, A., Grand, N., Lopez, C., Mvula, S., Spinelli, R., 2019. A participatory Webmapping platform for the low flow monitoring in Cévennes area (France). Geo-Eco-Trop 43, 489-502.  
 Gillet, M., Ayral, P.-A., Salle, C.L.G.L., Verdoux, P., Martin, P., Domergue, J.-M., Grand, N., 2021a. Variabilités spatiale et temporelle des débits et de la géochimie des cours d'eau cévenols du bassin versant des Gardons (Gard, France) : contribution à l'analyse des basses eaux. Physio-Géo. Géographie physique et environnement 127-158.  
 Gillet, M., Le Gal La Salle, C., Ayral, P.-A., Khaska, S., Martin, P., Verdoux, P., 2021b. Identification of the contributing area to river discharge during low-flow periods. Hydrology and Earth System Sciences 25, 6261-6281. <https://doi.org/10.5194/hess-25-6261-2021>  
 Martin, P., Ayral, P.-A., Cicille, P., Didon-Lescot, J.-F., Douguédroit, A., Annick, Sauvagnargues, Sophie, 2019. HydroPop : De l'hydrologie populaire et participative ? Rapport final Projet HydroPop ZABR Agence de l'Eau RMC.  
 Martin, P., Brachet N., Coulon M., Dalle A., Di Costanzo H. 2022. HydroPop-2 : De l'hydrologie populaire et participative ? (2019 – 2020) ; Convention entre Avignon université et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Action 69 - AC ZABR Convention 2018 2582, Avignon université éditeur, 164 p. & Ayral P.-A., Ecrepont S., Sauvagnargues S. 2021. Sur la démarche participative, 15p. & Ecrepont S. et Ayral P.-A. 2021, Sur la gestion quantitative de la ressource en eau, p.38 & Ayral P.-A., Dubus N., Hassini S., Sauvagnargues S. et Yena-Chollet F. 2021. Sur la simulation de gestion de crise sécheresse, 15p.





## Origine et devenir des contaminants PHARMaceutiques dans les Bassins Versants agricoles. Le cas de la Claduègne (Ardèche). PHARMA-BV

Action n°155837  
Programme 2016

Bassin(s) versant(s)  
concerné(s) 2017-2019

Site Rivières Cévenoles  
CLADUEGNE (OHMCV)



Parties prenantes  
scientifiques et  
opérationnelles

IGE UMR 5001 CNRS UGA  
GRENOBLE



RIVERLY UMR INRAE  
LYON



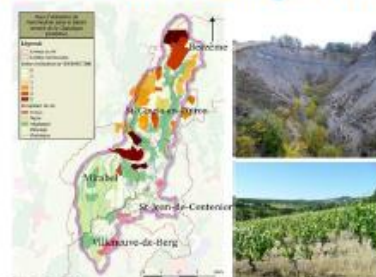
CERMOSEM  
GRENOBLE, MIRABEL



Thématique(s) de  
recherche

- ✓ Caractérisation des bassins versants
- Interactions sociétales et gouvernance
- ✓ Effets des changements climatiques
- ✓ Processus écosystémiques
- ✓ Autre: Antibiorésistance

Le site d'étude : la Claduègne 43 km<sup>2</sup>



### 3 résultats marquants

... pour établir un état qualitatif de contamination aux produits pharmaceutiques (AP) d'un petit BV agricole selon une méthode originale transposable

Enquêtes auprès des vétérinaires, éleveurs, et agriculteurs

→ Identifier précisément les sources, par un travail d'enquêtes, afin de déterminer l'origine des contaminants pharmaceutiques sur le site d'étude

Responsabilité des sources et des contaminants	Activité	Produits pharmaceutiques	Contaminants
Activité vétérinaire	Prescription de médicaments	Antibiotiques, Antiparasitaires, Antalgiques, Anesthésiques, Anticancéreux, Hormones, Vitamines, Vaccins, Produits vétérinaires	Antibiotiques, Antiparasitaires, Antalgiques, Anesthésiques, Anticancéreux, Hormones, Vitamines, Vaccins, Produits vétérinaires
Activité agricole	Utilisation de produits phytosanitaires	Fongicides, Insecticides, Herbicides, Régulateurs de croissance, Fertilisants, Produits vétérinaires	Fongicides, Insecticides, Herbicides, Régulateurs de croissance, Fertilisants, Produits vétérinaires
Activité industrielle	Utilisation de produits industriels	Produits chimiques, Produits vétérinaires	Produits chimiques, Produits vétérinaires



Evolution temporelle (2017) des produits agricoles et vétérinaires sur le BV de la Claduègne construite à partir des enquêtes auprès des éleveurs et vétérinaires.



→ Résultats d'enquêtes et connaissance du bassin permettant de définir une stratégie d'échantillonnage et d'élaborer 1 méthodologie transposable à d'autres BVs

### Principales publications et communications

- Martins J.M.F. et al. Origine et devenir des contaminants pharmaceutiques dans les bassins versants agricoles: cas de la Claduègne (Ardèche). Conférence Journée Eau & Développement, AF RMC 9/12/2019. [https://www.af-rmc.fr/IMG/pdf/Origine\\_et\\_devenir\\_des\\_contaminants\\_pharmaceutiques\\_dans\\_les\\_bassins\\_versants\\_agricoles.pdf](https://www.af-rmc.fr/IMG/pdf/Origine_et_devenir_des_contaminants_pharmaceutiques_dans_les_bassins_versants_agricoles.pdf)
- Martins J.M.F. et al. Sources et devenir des contaminants PHARMaceutiques dans les Bassins Versants agricoles. Le cas de la Claduègne (Ardèche). PHARMA-BV. 3. communes SA, RivCev-ZABR - SNO OHMCV - Site Atelier Rivières Cévenoles - de la ZABR - Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévenole-Vivarais. Le Pradel, Mirabel, Ardèche (F). 5-7 juin 2017.
- Hachgenel N., N. Robinet, C. Baduel, G. Nord, L. Spadini, J.M.F. Martins, C. Duwig. Catchment-scale rapid transfer of agricultural pharmaceuticals under Mediterranean climate, STOTEN, 906: 16650.
- Martins J.M.F., Legout, C., Nord, G., Spadini, L., Monel, M.C., Duwig, C., Némery, J., Hachgenel, N., Hingray, M., Jene, J., Vinck, E., Bouckenoit, S., Robinet, N., Dupuis, T., Mao, F., Margoum, C., Milge, A., Methon, B., Liger, L., Coquery, M. (2019). Coupling processes studies, field observations and surveys for identifying the main sources of pharmaceuticals contaminations and produce vulnerability maps in an agricultural Mediterranean basin, EGU General Assembly, Geophysical research abstracts, Vienna, Vol. 21, EGU2019-16030.
- Hachgenel, N., Spadini, L., Nord, G., Duwig, C., Legout, C., Martins, J., Monel, M.C. (2019). A multidisciplinary, multiscale approach to understand the sources and fate of veterinary pharmaceutical products in a mesoscale Mediterranean watershed, EGU General Assembly, Geophysical research abstracts, Vienna, Vol. 21, EGU2019-0930.
- Martins J.M.F., G. Nord, C. Duwig, C. Legout, M.-C. Monel, Spadini L., Hachgenel N., J. Némery, F. Mao, N. Robinet, C. Margoum, C. Milge, A. Dewi, B. Methon, L. Liger et M. Coquery. Le projet Pharma BV: Origine et devenir des contaminants PHARMaceutiques dans les Bassins Versants agricoles: cas de la Claduègne (Ardèche). J. Scientifiques OCAR, Vogüé, Ardèche. 7-10/3/2022

Jean Martins, Guillaume Nord, Céline Duwig, Cédric Legout, Marie-Christine Morel, Lorenzo Spadini, Nico Hachgenel, Julien Némery, Pascal Mao, Nicolas Robinet, Christelle Margoum, Cécile Miège, Amandine Daval, Baptiste Mathon, Lucie Liger, et Marina Coquery.

### Question(s) de recherche

Thème Flux polluants, écotoxicologie, écosystèmes

Q22 : Quels impacts des substances sur l'écosystème et l'état écologique du Rhône ?

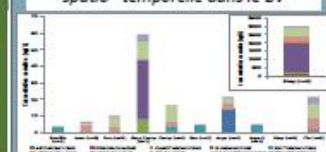
Q24 : Quels apports du fleuve à la mer et quelles tendances ?

Q44 : Quels sont les enjeux de santé-environnement ?

#### OBJECTIFS :

- Evaluer la dynamique des produits pharmaceutiques à l'échelle temporelle de la **saison (étiage – hautes eaux)** et de la **crue** pour différentes échelles spatiales.
- Evaluation des liens avec les **périodes** d'application, les conditions hydro-météo, les **chemins** de l'eau → **Traceurs chimiques**

Détection de **pesticides** et **produits pharmaceutiques**, et dynamique spatio-temporelle dans le BV



Profil de concentrations de antibiotiques et antiparasitaires (ng/L) sur tous les sites (Moyenne) et pour les catégories (BV2, BV3 et BV4)

Suivi temporel de 50 produits pharmaceutiques et pesticides communs



Ex. de comportement des pharmaceutiques (source domestique) et des pesticides (source diffuse) pendant la crue de mai 2018 sur le site CLA



→ Modélisation hydro-géochimique et calculs de flux annuels de produits pharmaceutiques rejetés au Rhône

#### Conclusion

- Méthodologie originale transposable à d'autres bassins versants
- Peu d'antibiotiques détectés et à des niveaux globalement faibles, à l'exception de la STEP de Villeneuve → besoin de plus de données à haute fréquence lors des crues : comportement distinct pour les produits pharmaceutiques liés aux pollutions diffuses.
- Besoin de se rapprocher des sources pour mieux distinguer les différents types de contamination (Projets IDESOC et ANR CHYSTER)



## 2018 – PROJET BEALS



Bassin versant  
Cèze amont  
(Luech, Homol,  
Gardonnette)

2018-2019

UMR GEAU,  
INRAE (ex-  
Irstea), IRD,  
Université de  
Montpellier

UMR 5600 EVS,  
CNRS,  
Université de  
Lyon

### Thématique(s) de recherche

- ☐ Caractérisation des bassins versants
- ☒ Interactions sociétales et gouvernance
- ☐ Effets des changements climatiques
- ☐ Processus écosystémiques
- ☐ Autre:



### PROJET BEALS

- Comment l'utilisation des béals d'aujourd'hui, et de demain, peut-elle s'articuler avec les enjeux contemporains de l'eau?
- Comment l'uniformisation des politiques de l'eau peut-elle prendre en compte les spécificités locales?

Affiche de l'exposition  
photo réalisée dans le  
cadre du projet

### 3 résultats marquants du projet

#### Mise en péril des béals et politiques de l'eau

La recherche d'économie d'eau et le respect de la continuité écologique justifient un processus de modernisation (institutionnel et technique) des béals. En raison du vieillissement de la population et du délitement des liens sociaux autour des canaux, assurer cette modernisation s'avère complexe, voir impossible à respecter pour les « gens des canaux » du Génomac.

#### Rapports et savoirs sur l'eau

Les « gens des canaux » entretiennent un rapport sensible et d'attachement aux béals d'où provient la production de savoirs hydrologiques sur les dynamiques d'écoulement de l'eau, des temps de transfert de l'eau des canaux à la rivière, entre la rivière et les sols.

#### Frictions entre savoirs hydrologiques

Le sens donné localement et culturellement à l'eau des canaux se frotte à d'autres savoirs hydrologiques (experts) produits par des outils de modélisation, sur lesquels la mise en œuvre des politiques de l'eau s'appuie. Exemple d'une friction : l'eau qui s'infiltré participe aux dynamiques de réalimentation des sols et des rivières pour les uns; elle est assimilée à une perte à combler pour les autres.

### Principales publications et communications

Collard, A. L., Molle, F., & Rivière-Honegger, A. (2021). Manières de voir, manières de faire: moderniser les canaux gravitaires. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 21(2)

Collard, A. L., Riaux, J., Massuel, S., Bonté, B., Laurenceau, M., Richard, B., & Rivière-Honegger, A. (2021). Construire un regard sociohydrologique (3). Expérimenter un canevas pour engager la négociation interdisciplinaire. *Natures Sciences Sociétés*, 29(1), 77-86.



## Identification des spécificités des dynamiques hydro-sédimentaires dans les Cévennes Projet DHySed-7

### Bassin(s) versant(s) concerné(s)

Gardons  
Ardèche  
Bléone  
Gapeau

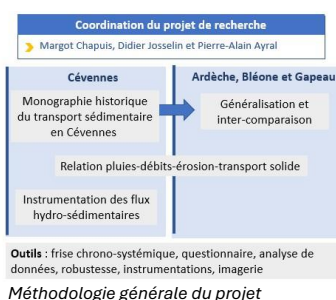
2021-2023

### Parties prenantes scientifiques et opérationnelles

CNRS UMR 7300 ESPACE  
IMT Mines Alès  
IGE  
INRAe (unité ETNA)  
SNO OHM-CV  
SNO Draix-Bléone  
Atelier transferts  
particulaires d'OZCAR  
EPTB Gardons

### Thématique(s) de recherche

- ☐ Caractérisation des bassins versants
- ☐ Interactions sociétales et gouvernance
- ☒ Effets des changements climatiques
- ☒ Processus écosystémiques
- ☐ Autre: [préciser]



### Question(s) de recherche du projet

- Peut-on identifier des spécificités concernant les flux hydro-sédimentaires cévenols, par comparaison avec d'autres BV?
- Quid des usages et de la perception de ces flux sédimentaires?

### 3 résultats marquants du projet

#### Pratiques de prélèvements et d'aménagement liées au transport solide dans le BV des Gardons

- Trajectoire chrono-systémique de l'histoire extractive des sédiments en Cévennes depuis le XVII<sup>e</sup> s.
- Sédiment = rapport à la nature anthropisée: dans les Gardons cévenols, ils sont invisibilisés ou perçus comme une nuisance (cf. inondation)
- Équilibre de gestion à trouver entre optimum écologique de non-intervention et inquiétude sociale liée aux crues

#### Relations pluies- débits-érosion-MES dans les Cévennes

- Le BV des Gardons ressort:
  - Intensités maximales >> aux autres BV
  - Le plus susceptible de subir des pluies d'automne importantes
  - Existe-t-il une valeur-seuil de cumul de précipitations à l'automne pour déclencher une réaction du BV?
- Export modéré de MES lors des crues ordinaires, pics d'export possibles lors des événements exceptionnels
- Approche expérimentale: combinaison de systèmes robustes et « low-cost »

#### Recommandations pour les observatoires travaillant avec des données hydrologiques et de MES

- Mise en œuvre d'une frise chrono-systémique pour une meilleure prise en compte des dynamiques temporelles liées aux flux sédimentaires à large échelle sur un BV
- Approche expérimentale: combinaison de systèmes robustes et « low-cost »
- Mise en œuvre d'analyses d'incertitude, de qualité et de robustesse sur les chroniques (petits échantillons)

### Principales publications et communications

- Chapuis M., 2023. **Les flux hydro-sédimentaires, un proxy des interactions climat-société à l'échelle d'un bassin versant.** Workshop en hommage à l'historien Georges Pichard, CEREGE, nov. 2023, Aix-en-Provence, France. <https://hal.science/hal-04298477>
- Chapuis M., Ayral P.-A., Cerceau J., Dubus N., Josselin D., et al., 2024. **Projet DHySed-7 – Rapport d'activités.** <https://hal.science/hal-04360856>
- Imbert C., Chapuis M., Ayral P.-A., Domergue J.-M., Grard N., Josselin D., 2021. **Mesures des Matières en Suspension et de la charge solide des cours d'eau cévenols.** GIS Draix, juil. 2021, Draix, France. <https://hal.science/hal-04712659>
- Serrhini-Naji G., 2021. **Approche hybride du transport sédimentaire en Cévennes : un dialogue entre rivières et humains.** Journée d'échanges - Sédiments et terrasses en Cévennes, juin 2021, Saumane et Tourgueille, France. <https://imt-mines-ales.hal.science/hal-03479659>





## Identification et caractérisation des sources de contaminants dans des bassins versants d'usage mixte - approche intégrée IDESOC

**Bassin(s) versant(s) concerné(s)**

Claduègne (07)  
Yzeron (69)

2021-2024

**Parties prenantes scientifiques et opérationnelles**

Marina Coquery, RiverLy  
Céline Duwig, Guillaume Nord, IGE  
Pauline Dusseux, Nicolas Robinet, PACTE  
Benoît Courmoyer, LEM

**Thématique(s) de recherche**

- ☒ Caractérisation des bassins versants
- ☐ Interactions sociétales et gouvernance
- ☐ Effets des changements climatiques
- ☐ Processus écosystémiques
- ☐ Autre: [préciser]



**Questions de recherche du projet**

- Localiser spatialement les sources d'eau et de contaminants associés
- Tester des traceurs low-cost pour estimer l'origine de l'eau et son cheminement dans le bassin versant

### 3 résultats marquants du projet

#### Diagnostic d'occupation du sol et de l'utilisation des produits chimiques sur les bassins versants

Une enquête a été réalisée auprès des acteurs socio-économiques des deux territoires, accompagnée de données sur l'usage du sol et d'images de télédétection, pour créer une cartographie détaillée de l'occupation du sol dans les deux bassins versants.

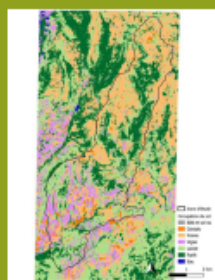


Figure 1 : Occupation du sol de la Claduègne en 2020 (réalisée à partir de données de télédétection) (Jesse, 2021)

#### Identification des sources et caractérisation des sous-bassins versants

Les enquêtes et la cartographie, complétées par des reconnaissances de terrain, ont permis d'identifier 10 sites d'échantillonnage, appelés « sources », dans le réseau hydrographique de la Claduègne. Chaque site d'échantillonnage est l'exutoire d'un sous-bassin versant homogène en géologie et en usage du sol.

13 points représentatifs de sources de pollution ont été échantillonnés : 10 sources diffuses et 3 sources ponctuelles de rejets. Une AFD a différencié ces types de sources.



Figure 2 : Projection des échantillons de source (regroupés par type de source) dans le plan factoriel 1-2 créé par AFD à partir des 36 traceurs (21 métaux et 15 indicateurs de matière organique dissoute - MOD) pour la Claduègne.

#### Méthodologie de traçage des sources aux exutoires des bassins versants

Cette étude montre qu'on peut associer la signature (empreinte) biogéochimique de l'eau d'un sous-bassin-versant homogène à ses caractéristiques.

La MOD (indicateurs UV-visibles), est un bon traceur de l'occupation du sol, en complément des ions majeurs et des métaux, et des marqueurs microbiens. Les eaux de rejets urbains ont des signatures distinctes des sources diffuses rurales. La géologie influence ces signatures : basaltes versus roches sédimentaires pour la Claduègne.

Ces distinctions permettent ensuite de tracer l'origine des eaux à l'exutoire des bassins versants à l'aide d'un modèle de mélange.

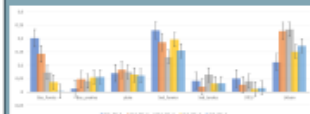


Figure 3 : Contribution des sources au mélange à l'exutoire de la Claduègne pour 5 échantillons prélevés lors d'un événement pluvieux le 5 nov 2022.

### Principales publications et communications

- Baduel, M. (2022). Etablissement d'un modèle de mélange d'eau permettant de calculer la contribution de sous-bassins homogène à l'exutoire. Mémoire de Master, Université Paris-Est Créteil, RiverLy-INRAE. 45 pp. <https://hal.inrae.fr/hal-04606479v1>
- Betemps, M. (2021). Diagnostic de l'occupation du sol et de l'utilisation des produits chimiques sur le bassin versant de l'Yzeron (Rhône) : utilisation combinée d'enquêtes et de données cartographiques pour identifier les sources de contaminants et leur localisation. Rapport de stage, Université de Toulouse/Polytech Tours, Cemosen/Pacte/UGA/IGE, 55 pp.
- Boukra A. (2023). Caractérisation intégrée de la matière organique dissoute : recherche d'empreintes physico-chimiques pour tracer les sources de pollutions anthropiques. Thèse de doctorat, Université Lyon 1, 337 pp. <https://theses.hal.science/tel-04584634>
- Chitba O. (2023). Caractérisation des sources de contaminants dans un bassin versant à usage mixte (agricole, urbain) (Claduègne, Ardèche). Rapport de stage du Master 2 Sciences de l'eau parcours Contaminants Eau et Santé, Université de Montpellier.
- Josse J. (2021). Identification et cartographie des sources potentielles de pollutions diffuses en milieu agricole : utilisation combinée d'enquêtes de terrain et série temporelle d'images Sentinel-2. Rapport de stage, Université de Strasbourg, 75 pp.

Remerciements : CHMCV (CNRS, OSUG), OZCAR et site "Olivier de Serres" pour l'accès aux données hydrologiques et hydro-météorologiques ainsi que l'appui au travail de terrain. Projet ANR CHYPTER pour le co-financement.





## Dissémination de gènes BACTériens de RESISTance aux Antibiotiques à l'échelle d'un petit bassin versant rural en lien avec la pédologie, l'usage des sols et le fonctionnement hydrologique. BACTRESIST

Action n° 6767  
du Programme 2021

### Bassin(s) versant(s) concerné(s)

Site Rivières Cévenoles  
CLADUEGNE (OHMCV)



Olivier de Serres

2021-2024

IGE UMR 5001 : Jean Martins, Guillaume Nord, Cédric Legout, Lorenzo Spadini, Céline Duwig, Armelle Crouzet, Marie-Christine Morel, Laurent Oxarango.

LEM UMR 5557 : Sylvie Nazaret, Agnès Richaume, Sabine Favre-Bonté, Thibault Meyer, Luce Fayssie, Elisabeth Brothier, Abigail Delort, Pauline Defour.

Parties prenantes scientifiques et opérationnelles

IGE UMR 5001 CNRS UGA GRENOBLE

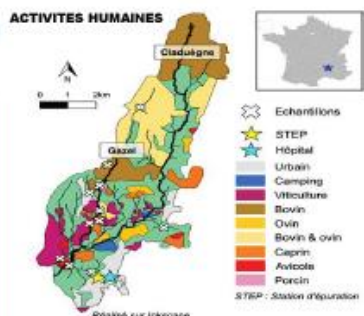


LEM UMR 5557 CNRS UCBL LYON



### Thématique(s) de recherche

- ✓ Caractérisation des bassins versants
- Interactions sociétales et gouvernance
- ✓ Effets des changements climatiques
- ✓ Processus écosystémiques
- ✓ Autre Antibiorésistance



Identification des sources de Gènes et Bactéries de Résistance aux Antibiotiques (GRA & BRA) : occupation des sols et activités humaines

### Thème Flux polluants, écotoxicologie, écosystèmes

Q22 : Quels impacts des substances sur l'écosystème et l'état écologique du Rhône ?

Q24 : Quels apports du fleuve à la mer et quelles tendances ?

Q44 : Quels sont les enjeux de santé-environnement ?

L'antibiorésistance est devenue une préoccupation majeure de santé publique. L'usage d'antibiotiques et la transmission de bactéries sont 2 facteurs bien connus pour influencer l'émergence et la dissémination de l'antibiorésistance dans le continuum homme-animal. En parallèle, les activités anthropiques (agriculture, élevage, industrie, tourisme) contribuent à la contamination de l'environnement par diverses formes de Résistance aux Antibiotiques (RA, Bactéries RA, Gènes RA, Eléments Génétiques Mobiles, EGM). Ainsi dans la perspective One Health, prévenir l'antibiorésistance nécessite l'élaboration de stratégies de recherche, de surveillance et de contrôle à l'interface homme-animal-environnement. C'est l'objectif du projet Bactresist focalisé sur un bassin versant rural.

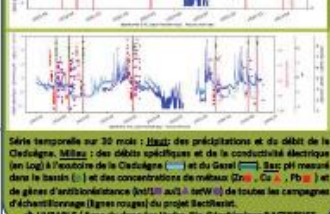
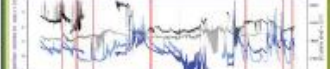
### 3 résultats marquants

Suivi hydrologique des sites sélectionnés (30 mois) en périodes de basses et hautes eaux et crues

SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION



Usages des sols et activités humaines Localisation des sites d'étude

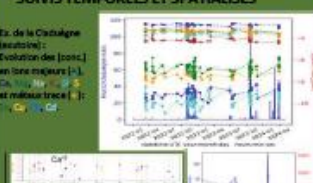


Série temporelle sur 30 mois : flux des précipitations et du débit de la Claduegne, débit : des débits spécifiques et de la conductivité électrique (en log) à l'aval de la Claduegne (—) et du Gave (---). Bar. p. et mensuel dans le bassin (—) et des concentrations de métaux (Zn, Cu, Pb) et de gènes d'antibiorésistance (ARGs) et MGEs de toutes les campagnes d'échantillonnage (lignes rouges) du projet Bactresist.

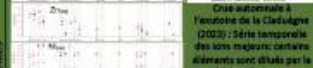
➔ LIVRABLE : Base de données Hydro-Bio-Géochimique BACTRESIST

Suivi Bio-géochimique pendant 30 mois pour couvrir les périodes de basses et hautes eaux (crues)

SUIVIS TEMPORELS ET SPATIALISES



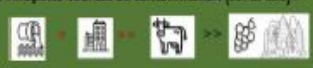
Ev. de la Claduegne (localité) : Evolution des [conc.] en ions majeurs (Ca, Mg, Na, K) et métaux traces (Zn, Cu, Pb).



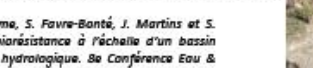
Une automatisation à l'échelle de la Claduegne (2023) : Série temporelle des ions majeurs. Certains éléments sont dilués par la pluie et d'autres se concentrent (notamment).



Visualisation spatiale des concentrations en ions majeurs et traces et en gènes bactériens de résistance en fonction de l'occupation des sols et des activités humaines



Principales sources de contamination (sol et eau) :



Détection des GRA et EGM dans le BV de la Claduegne : sources et dynamique spatio-temporelle

EXEMPLE DE DISTRIBUTION SPATIALE DE GRA



Contribution de différentes sources à l'antibiorésistance et présence dans les sols observés dans le BV de la Claduegne : Cas de ARGs



Validité de l'abondance de ARGs à l'échelle de la Claduegne (EU) et du Gave (GA)



Certains [conc.] en métaux traces (Zn, Cu et Pb) sont bien corrélés à l'abondance de gènes indicateurs, mais pas les ions majeurs (Ca et Mg).

- Les GRA (ARGs) les plus à risque : pas détectés
- Le sol et l'eau sont contaminés différemment en GRA à l'échelle du champ (distribution et influence différentielle des sources).
- Les sources et les bassins versants sont contaminés différemment en GRA au cours du temps (saisonnalité des activités humaines).

### Principales publications et communications

Fayssie L., A. Crouzet, E. Brothier, L. Spadini, A. Richaume, S. Favre-Bonté, J. Martins et S. Nazaret. Dissémination de gènes bactériens d'antibiorésistance à l'échelle d'un bassin versant rural : rôles de l'usage des sols et du cycle hydrologique. 8e Conférence Eau & Santé du Graie. 14 et 15 novembre 2023, Villeurbanne, France.

LUCE FAYSSIE : Impact des activités anthropiques sur la dissémination de l'antibiorésistance à l'échelle d'un petit bassin versant rural. Master Microbiologie Moléculaire Pathogénie Ecologie Microbienne. UCB Lyon. Dir.: S. Favre-Bonté & A. Richaume-Jolion, S. Nazaret.

Duwig C., Coquery M., Martins J.M.F. et al. Journée publique de présentation des projets PharmaBV, IDESOC et Bactresist de l'Agence de l'Eau RMC et la ZABR. Site Olivier de Serres, Mirabel [F]. 28/11/2023.



Remerciements : L'Agence de l'Eau RMC et la ZABR pour le financement du projet Bactresist. Le plateau AIRCOSI (analyses chimiques) et la plateforme PGÉ (analyses moléculaires). L'OHMCV INSU et le site OZCAR Olivier de Serres.





## BIOKARST

### Développement de BIO-indicateurs pour la qualité des eaux souterraines en milieu KARSTique

**Bassin(s)  
versant(s)  
concerné(s)**  
Cèze

2022-2025

#### Parties prenantes scientifiques et opérationnelles

- UMR 5023 LEHNA, Université Claude Bernard Lyon 1
- UMR 5204 EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc
- UMR 5151 HSM, IMT Mines Alès
- CDS07, Comité Départemental Spéléologie Ardèche
- Grand Chambéry



#### Thématique(s) de recherche

- ☒ Caractérisation des bassins versants
- ☐ Interactions sociétales et gouvernance
- ☐ Effets des changements climatiques
- ☐ Processus écosystémiques
- ☒ Autre : Caractérisation des pollutions



La perte de la Clayse dans la Grotte de Sauvas (Ardèche)

#### Question(s) de recherche du projet

- Quels sont les régimes de fonctionnement du système Karstique de Cruzière ?
- Les biofilms microbiens sont-ils de bons indicateurs des pollutions en milieu karstique ?

#### 3 résultats marquants du projet

##### Mise en place d'un réseau de mesure

Mise en place d'un réseau de mesure hydrologique souterrain (hauteur, pression, température, conductivité).

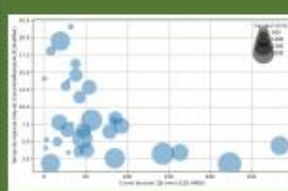
Mise en place d'un suivi des biofilms



##### Fonctionnement hydrogéologique du système karstique

Estimation des temps de réponse aux différents exutoires

Les temps de réponse sont variables et dépendent du cumul de pluie passée



Les temps de réponse hydrogéologiques du réseau souterrain sont de l'ordre de plus de 10 heures/jours : lorsque le niveau est bas, les temps de réponse sont plus variables ; plus le cumul de pluie est important, plus les temps de réponse sont courts.

##### Développement de bioindicateurs

Les échantillons du site de Cruzière sont en cours d'analyse

La même méthode a montré son potentiel dans les pré-Alpes (réseaux des Fermes et de la Doria)



Photo : Les biofilms qui se développent sont analysés par microscopie électronique afin de déterminer la production qui se développe en fonction de la pollution des eaux et de leur type de contamination.

#### Principales publications et communications

- Valentin Wendling, Judicaël Arnaud, Anne Johannet, Lina Fabre, Yves Perrette, Séverin Pistre, Clémentine François & Florian Mermillod-Blondin, Setting up a monitoring network to characterize the hydrological functioning regimes the Saint-André-de-Cruzières karst system (south France), Eurokarst 2024, June 2024, Rome, Italy.
- Lina Fabre, Yves Perrette, Clémentine François & Florian Mermillod-Blondin, Dynamics of Microbial Biofilms in Response to Contamination in Karstic Systems: A Case Study in the Bauges Massif (French Alps), Eurokarst 2024, June 2024, Rome, Italy.





## ZONE ART Un réseau de recherche-création-action en construction au sein du RZA

### Zones ateliers impliquées

ZA Alpes, ZA Bassin du Rhône, ZA Brest Iroise, ZA Environnementale Urbaine, ZA Loire, ZA Pyrénées Garonne, ZA Territoires Uranifères, ZA Argonne

### 1<sup>ère</sup> résidence

#### Art-Science:

Décembre 2023

### 2<sup>ème</sup> résidence

#### Art-Science:

Septembre 2024

### Parties prenantes scientifiques et opérationnelles



### Thématiques de recherche

- ☐ Caractérisation des bassins versants
- ☐ Interactions sociétales et gouvernance
- ☐ Effets des changements climatiques
- ☒ Processus écosystémiques
- ☒ Autre: Art-Science

### Questions de recherche du projet

- Comment penser et pratiquer les interactions socioécologiques autrement ?
- Comment les relations arts & sciences dans les démarches de recherche peuvent renouveler les questionnements socio-écologiques ?



Production artistique réalisée par Laura Quendera à la suite de la première résidence Art-Science, 2024.

### 3 résultats marquants du projet

#### Des projets Arts & Sciences en Cévennes



Ateliers Art-Science avec des habitants à Saint Félix de Palézieux (à gauche) et Saint Germain de Calberte (à droite)

Tessa Bonincontro et Fabienne Errero-Brancato ont mobilisé des approches à la frontière entre Arts et Sciences, l'une pour collecter des savoirs sensibles sur le vivre en territoire contaminé, l'autre pour explorer le rôle de la pensée-dessin dans la progression de la recherche sociohydrologique. Ces approches ont fait l'objet d'ateliers et d'expositions menés auprès des acteurs locaux.

#### 2 résidences Arts & Sciences organisées en Cévennes



Résidence Art-Science à Faveyrolles

En décembre 2023, à Alès, la 1<sup>ère</sup> résidence a rassemblé 23 participants (chercheurs, artistes, acteurs opérationnels) de 6 ZA. La 2<sup>ème</sup> a réuni un collectif similaire en septembre 2024, à Faveyrolles. Le choix de ce lieu d'accueil a permis d'inscrire nos réflexions sur les liens Art-Science-Société dans une dynamique locale de Laboratoire Vivant.

#### La structuration d'un collectif transdisciplinaire



Aquarelle réalisée par des chercheurs explorant ce que la couleur et l'eau peuvent inspirer comme questionnements sociohydrologiques

L'exploration des interstices entre Arts et Sciences implique de créer des passerelles entre différentes formes de recherche, de dépasser des frontières et des postures disciplinaires tant en science qu'en art, d'explorer les portées politique et transformative d'une recherche-création-action. Ainsi, l'animation d'un tel collectif est complexe et implique un co-apprentissage et dépassement de soi.

### Principales publications et communications

Becerra, S., Cerceau, J., Mariel, C., Mariel, J., 2024. ZONE ART, un réseau de recherche-création-action... en construction. 6<sup>ème</sup> colloque du Réseau des Zones Ateliers CNRS, 17-19 septembre 2024, Sainte Menheould, France.



## LabOVivant(s)

Un laboratoire vivant pour s'adapter au manque d'eau en Cévennes, une expérimentation à l'échelle de la Communauté de Communes Causses Aigoual Cévennes

**Bassin(s)  
versant(s)  
concerné(s)**

Gardons

2024-2026

**Parties prenantes  
scientifiques et  
opérationnelles**

- Commune des Plantiers
- Communauté de Communes Causses Aigoual Cévennes
- UMR G-EAU, CIRAD - INRAE
- UMR Espace, CNRS
- IMT Mines Alès



**Thématique(s) de  
recherche**

- ☒ Caractérisation des bassins versants
- ☒ Interactions sociétales et gouvernance
- ☒ Effets des changements climatiques
- ☐ Processus écosystémiques
- ☐ Autre: [préciser]



Réunion publique, les Plantiers © Viviane Dalles

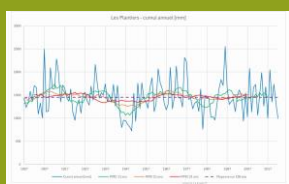
## Question(s) de recherche du projet

- Comment accompagner les habitants à vivre dans un territoire en tension avec la ressource en eau ?
- Comment les territoires peuvent-ils s'organiser autour d'espaces et d'infrastructures d'eau résilients ?

## 3 résultats marquants du projet

### Mise en perspective historique de la sécheresse

Sur la base du traitement et de la complémentation des données de stations météo présentes sur le territoire, une détection statistique des années de sécheresse en Cévennes a été réalisée pour une mise en perspective historique des épisodes de sécheresse actuelle, partagée et discutée avec les habitants.



Cumul annuel et moyennes centrées sur 11 ans, 21 ans et 31 ans aux Plantiers (source: Guillaume Artigue)

### Mise à l'échelle des dynamiques participatives

Le LabOVivant(s) bénéficie d'une dynamique participative initiée dès 2023 au sein des hameaux des Plantiers, commune devenue l'épicentre du projet. Le défi de la mise à l'échelle (des hameaux à la communauté de communes) invite les chercheurs à questionner les échelles spatiales et organisationnelles ainsi que les stratégies de diffusion et de consolidation des démarches participatives.



Les différentes échelles du LabOVivant(s)

### Expérimentations co- construites avec les habitants

En réponse aux enjeux identifiés et priorisés par les habitants, 2024 sera consacrée à l'élaboration et à la mise en œuvre de protocoles participatifs de suivi pluviométrique ainsi que de la qualité de l'eau en fonction des débits. Ces protocoles documenteront les usages potentiels de l'eau de pluie, l'évolution des concentrations de certains métaux (arsenic) ainsi que l'impact de l'activité touristique sur la qualité de l'eau de surface (utilisation de crèmes solaires et d'antimoustiques).



Suivi pluviométrique participatif © Viviane Dalles

## Principales publications et communications

Cerceau, J., Errero-Brancato, F., Juhe, C., Ayrat, P-A, Daré, W., Hertzog-Adamczewski, A. 2024. Territoires en manque d'eau en Cévennes : quels référentiels pour s'adapter aux changements globaux ? VIIIe Colloque de l'Association francophone de Géographie physique (AFGP), Avignon, janvier 2024.

Cerceau, J., Ayrat, P-A, 2024. Un « laboratoire vivant » pour s'adapter au manque d'eau en Cévennes. Journées du Patrimoine de Pays et Moulins, Saint Jean du Gard, juin 2024.

Cerceau, J., Hertzog-Adamczewski, A., Ayrat, P-A, Barreateau, O. 2024. Quelle(s) échelle(s) pour penser et s'adapter aux tensions sur la ressource en eau ? Retour d'expérimentations d'un laboratoire vivant en Cévennes. 6e colloque Du Réseau des Zones Ateliers CNRS, Sainte-Menehould, septembre 2024.

Hertzog-Adamczewski, A., Ayrat P-A., Cerceau, J., Daré, W., Errero-Brancato, F., Jahel, C., 2023. Projet Eau: un laboratoire vivant pour s'adapter au manque d'eau en cévennes. Forum de l'eau Val d'Aigoual, Mai 2023.





## Thèses soutenues ou en cours sur le Site Atelier Rivières Cévenoles

- ❑ 17 thèses dont 7 en cours
- ❑ 12 sur les Gardons, 4 sur l'Ardèche et 1 sur la Cèze
- ❑ 7 laboratoires impliqués (Mines Saint-Etienne (EVS), IGE, G-EAU, Mines Alès (HSM), CHROME, ESPACE, EDYTEM)

Thématiques de la ZABR			
Changement climatique et ressources	Flux, formes, habitats, biocénoses	Flux polluants, écotoxicologie, écosystèmes	Observation sociale des territoires fluviaux
10	2	5	7

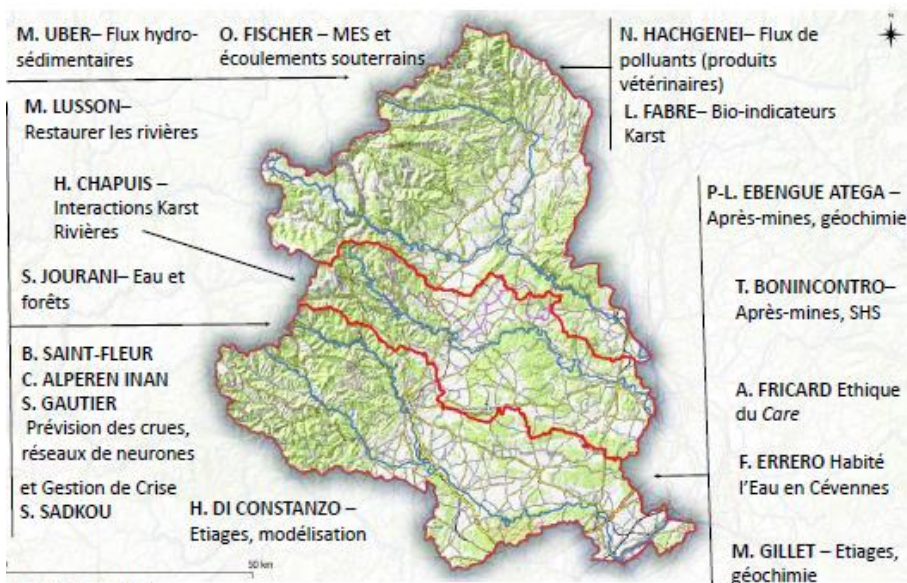
Thématiques du Site Atelier			
Changement climatique	Fonctionnement des rivières	Interactions sociales et gouvernance des bassins versants	Processus écosystémiques et leurs perturbations
1	12	8	4

Des thèses peuvent être référencées dans plusieurs thématiques



Nuage de mots réalisé à partir des titres des thèses

### Cartographie des thèses



### Synthèse

- ❑ Une grande diversité de thématiques
- ❑ Dynamique forte sur les SHS
- ❑ Forte activité sur les Gardons (déséquilibre)
- ❑ Pas de thèses couvrant les 3 bassins versants
- ❑ Peu de thèses co-dirigées par plusieurs laboratoires