

Fiche projet 2021-n°84- BOECIS

Etude du transfert des contaminants organiques des nappes alluviales d'accompagnement des eaux de surface du Rhône sud - Une inter-comparaison multi traceurs et multi échelles de deux champs captant : le champ captant de Comps et de la Barthelasse.

TITRE DU PROJET : Etude du transfert des contaminants organiques des nappes alluviales d'accompagnement des eaux de surface du Rhône sud - Une inter-comparaison multi traceurs et multi échelles de deux champs captant : le champ captant de Comps et de la Barthelasse.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DU PROJET :

Université de Nîmes : Pr. Corinne Le Gal la Salle, Dr. S Khaska, I.R. Patrick Verdoux.

EQUIPES DE RECHERCHES ZABR CONCERNEES et CONTACT SCIENTIFIQUE DE L'EQUIPE

- EA 7352 CHROME ; Université de Nîmes : Pr. Corinne Le Gal la Salle
- CNRS CEREGE : Dr. Jérôme Labille

AUTRES PARTENAIRES

- Recherche : **UMR EMMAH**, Université d'Avignon : Dr. A. Mayer, Dr. Vincent Marc.
L'UMR EMMAH a mené des recherches sur les champs captant sur la Barthelasse. Elle maintient un suivi de mesures de piézométrie et de conductivité sur site. L'UMR EMMAH sera en charge de la coordination et du suivi des mesures et échantillonnage sur ce site. UMR EMMAH fera partie du comité de pilotage du projet et sera impliquée, comme partenaire de recherche, dans l'exploitation des résultats.
- Institutionnel : Gestionnaires et délégataires des champs captant de :
Comps : **Nîmes Métropole, Eau de Nîmes Métropole ;**
Nîmes Métropole et la société délégataire ont montré un intérêt soutenu pour le projet, ayant déjà soutenu une thèse sur le sujet, ils donnent accès au site pour les prélèvements ainsi qu'aux données de suivi des forages et seront impliqués dans le comité de pilotage

la Barthelasse : **Syndicat des eaux Rhône-Ventoux**
Syndicat des eaux Rhône-Ventoux a montré un intérêt soutenu pour le projet, ils donneront accès au site pour les prélèvements ainsi que les données de suivi des forages et seront impliqués dans le comité de pilotage.

THEME DE RATTACHEMENT ZABR : Flux polluants, Écotoxicologie, Écosystèmes – FPEE

THEME DE RATTACHEMENT AGENCE DE L'EAU -QUESTIONS AGENCE DE L'EAU

Thème : La protection, la restauration des milieux et les gains écologiques

Thématique : Restauration, fonctionnement physique

SITE OU OBSERVATOIRE DE RATTACHEMENT ZABR : Observatoire Homme-Milieu Vallée du Rhône OHM

RESUME DU PROJET GLOBAL (15 lignes max)

Les champs captant de la nappe alluviale du Rhône exploitent une ressource dans un continuum eau de surface-eau souterraine dont l'interconnexion oblige à considérer l'unicité de la ressource en termes de quantité et de qualité. Aussi l'impact des activités anthropiques sur le bassin versant représente un risque pour les champs captant pour un nombre croissant de contaminants organiques (DIRECTIVE U.E 2020/2184) pour laquelle nous nous devons de caractériser les risques au regard de la réglementation existante et d'anticiper les évolutions réglementaires. Nous proposons de mener une étude comparative des processus de transfert de contaminants organiques des eaux du Rhône vers les eaux de deux champs

captant, le champ captant de Comps (Nîmes Métropole) et celui de la Barthelasse (Syndicat des Eaux Rhône Ventoux) pour une centaine de composés sélectionnés pour leurs fréquences de détection importantes, leurs concentrations élevées dans les eaux et les évolutions réglementaires. L'objectif du projet est d'obtenir des éléments génériques de compréhension du transport des contaminants et d'aide à la décision pour la gestion de la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable en s'appuyant sur une inter-comparaison des deux sites étudiés individuellement. Les processus d'atténuation des composés y seront étudiés à deux échelles, celles des interfaces de la nappe (études sur colonnes) et de la nappe (suivi des forages). Ce projet AE-ZABR est proposé en parallèle d'un projet déposé pour financement dans le cadre du plan de relance en partenariat avec « Eau de Nîmes Métropole ». Prévu sur deux années, ce projet débutera en octobre 2021 et focalisera, sur l'étude du transfert de contaminants au droit des forages du champ captant de Comps. Le projet déposé dans le cadre de la ZABR permettra de capitaliser sur ce projet pour établir une inter-comparaison entre les champs captant étudiés.

- Livrables : Synthèse de l'inter-comparaison des comportements des contaminants in situ

ENCART 2021- - n°84 - BOECIS -EQUIPE 1 : CHROME (Corinne Le Gal la Salle)

La contribution de l'Unité Propre de Recherche (UPR) CHROME, pilotée par Corinne Le Gal La Salle, mènera la coordination des campagnes d'étude des champs captant de la Barthelasse et de Comps avec :

- o Campagne de prélèvement mensuelle des masses d'eaux des champs captant de la Barthelasse
- o Analyses géochimiques, éléments majeurs, isotopes et des composés organiques, des prélèvements réalisés

sur le champ captant de la Barthelasse .

L'équipe UPR CHROME encadre le travail d'un post doc de 10 mois, dédié à la mise en place de l'étude sur colonne d'un échantillon représentatif des berges du champ captant de Comps. Ce post doct travaillera en collaboration avec l'équipe 3 et sera amené à travailler dans les locaux du CEREGE selon les besoins du projet.

L'UPR CHROME sera en charge du screening et des analyses quantitatives des contaminants suivis en s'appuyant sur le développement analytique mis en place dans le cadre du Plan de Relance.L'équipe UPR CHROME produira in fine une synthèse comparative du comportement des composés sur les deux sites d'étude.

ENCART 2021 - n°84 – BOECIS - EQUIPE 2 : CEREGE (Jérôme Labille)

Les contributions de l'équipe du CEREGE, pilotée par Jérôme Labille, dans le cadre de ce projet sont les suivantes :

- Collaboration pour le développement et dimensionnement des études sur colonnes menées par l'UPR CHROME (Sélections des molécules d'intérêts, paramètres).
- Mener les expérimentations sur colonnes prévues sur les sédiments du site de la Barthelasse.
- Accueil du personnel postdoc recruté en CDD par l'UMR CHROME, durant 3 mois cumulés.
- Accompagnement pour le travail d'inter-comparaison du pouvoir auto épurateur des berges des deux champs captant.

ENCART 2021 - n°84 – BOECIS - : Partenaires : EMMAH (Vincent Marc, Adriano Mayer)

L'équipe de l'UMR EMMAH, pilotée par Vincent Marc, contribuera principalement à l'étude du champ captant de la Barthelasse avec :

- Collaboration pour la mise en place des campagnes de prélèvements
- Mise à disposition et déploiement des sondes de mesures autonomes de la conductivité électrique sur le site de la Barthelasse
- Mise à contribution des connaissances et des acquis développés sur l'étude du fonctionnement hydrogéologique du site de la Barthelasse.
- Accompagnement pour le travail d'inter-comparaison des sites d'étude.
- Mise au point et installation d'un système de suivi en continu du radon dans la nappe sur les 2 sites

FINALITES ET ATTENDUS OPERATIONNELS :

Lopez et. al (2015) a mis en évidence la contamination des eaux souterraines en France par des molécules organiques utilisées à des fins phytosanitaires, pharmaceutiques, industrielles ainsi que leurs métabolites. Même à de faibles concentrations (ng/L) l'introduction en continu par les activités anthropiques via les rejets industriels, urbains et agricoles constitue un risque potentiel. L'intérêt de l'opinion publique et du législateur sur l'impact de ces composés est croissant et l'évolution des normes de qualité des eaux destinées à la consommation, comme par exemple vis-à-vis des perfluorés ou encore des perturbateurs endocriniens (DIRECTIVE UE 2020/2184), témoignent de cette prise en compte. Ainsi cette problématique concerne particulièrement les gestionnaires de la ressource en eau potable qui ont pour obligation de maîtriser les risques en amont afin de garantir la continuité et la qualité de leur service. Ces éléments appellent à étendre la compréhension des mécanismes d'atténuation naturels de ce type de contaminants via la filtration sur berge

ainsi qu'au sein des matrices aquifères dans une perspective de leurs valorisations (AquaNes Project : Arampatzis, 2020; Haas, 2018). L'objectif du projet est d'obtenir des éléments génériques de compréhension et d'aide à la décision pour la gestion de la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable à partir d'études :

- multi sites : les champs captant de Comps et de la Barthelasse
- multi échelles : les interfaces de la nappe et la nappe dans son ensemble

Le projet s'appuiera sur les études récentes menées sur les nappes alluviales de Comps, Barthelasse et Jouve (Thèse Jean-Baptiste 2016-2020 – UPR CHROME ; Post Doct Poulain 2018-2021 – UMR EMMAH; Thèse Texier 2018-2021, CEREGE).

En parallèle une demande de financement pour un projet de poursuite de l'étude sur le champ captant de Comps est déposée dans le cadre du plan de relance. Ce projet vise à évaluer l'exposition de la ressource pour une centaine de contaminants afin d'évaluer les mécanismes naturels d'atténuation, sur le champ captant de Comps uniquement. Aussi seront pris en charge par le projet « plan de relance » le suivi des eaux de 6 forages ainsi que celui du Rhône pour les paramètres suivants : éléments majeurs, ^{18}O & ^2H , conductivité électrique, température, radon et contaminants organiques. Le projet déposé dans le cadre de la ZABR permettra de capitaliser sur le projet "Plan de relance" pour étendre le suivi des contaminants sur les autres champs captant. Le projet ZABR permettra d'étendre :

- i) l'investigation au champ captant de la Barthelasse permettant de poursuivre les collaborations entre les structures impliquées, de mutualiser les outils et les connaissances des équipes opérantes sur ces sites.
- ii) de mener des études sur colonne afin d'investiguer le rôle de l'interface eau de surface-berge en synergie avec les études menées par les équipes du CEREGE.
- iii) de mener l'inter-comparaison entre sites.

Les attendus opérationnels sont de :

- Renforcer notre compréhension du fonctionnement des nappes d'accompagnement.
- Définir l'exposition des sites d'étude aux contaminants organiques : phytosanitaires, industriels et pharmaceutiques, ainsi que leurs métabolites. Une centaine de composés seront sélectionnés pour leurs fréquences de détection importantes, leurs concentrations élevées dans les eaux et les évolutions réglementaires apportées par la directive cadre 2020/2184, et ce, en concertation avec les parties prenantes.
- Quantifier et mieux comprendre les mécanismes de protection de la ressource à savoir les éléments déterminants pour l'atténuation des contaminants mis en évidence au droit des interfaces de la nappe et lors du transit des eaux jusqu'aux forages.
- Produire une synthèse comparative des processus à 3 échelles : celles des interfaces de nappe, celle du champ captant et enfin à l'échelle inter-champs captant.

La collaboration avec les exploitants des champs captant permettra un transfert direct des connaissances en vue de définir des outils opérationnels de gestion de la ressource.

L'étude pourra contribuer à la mise en place d'indicateurs de contamination pertinents pour le suivi du transfert des contaminants ainsi que pour le monitoring de la contamination dans le Rhône et définir des niveaux seuil pour le déclenchement d'alertes. Enfin la compréhension du fonctionnement des champs captant permettra d'optimiser les configurations d'exploitation des champs captant en vue (i) de maximiser l'atténuation naturelle des contaminants, (ii) d'aider les exploitants à la décision en cas de pollution accidentelle dans le Rhône, et ainsi (iii) améliorer la qualité de l'eau distribuée.

Le projet proposé s'inscrit dans le cadre des questions 18 et 34 de l'Agence de l'eau (Vulnérabilité des eaux souterraines aux pollutions émises en surface, évaluation des échanges eaux souterraines-eaux superficielles).

OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1) Objectif

Les objectifs du projet s'inscrivent dans la continuité des travaux menés dans le cadre de la caractérisation et de l'évaluation du pouvoir-auto épurateur des transferts nappes/rivières, vulnérabilité et pollution des captages AEP en nappe alluviale ». Les captages implantés dans les nappes d'accompagnement des eaux de surface sont exposés aux contaminants que drainent ces dernières. Or la loi cadre définit les exigences minimales sur la

qualité des eaux destinées à la consommation humaine. L'objectif de ce projet est donc d'identifier et quantifier sur des champs captant d'alimentation en eau potable, les processus physico-chimiques et biologiques permettant d'atténuer naturellement les concentrations des contaminants organiques transférés à partir des eaux de surface. Nous nous attacherons à évaluer ces processus naturels d'atténuation de composés organiques émergents pour une centaine de composés. Ils seront sélectionnés pour leur fréquences de détection importantes, leurs concentrations élevées dans les eaux et les évolutions réglementaires apportées par la directive cadre 2020/2184, et ce, en concertation avec les parties prenantes. Basée sur une approche multi-sites, cette étude visera à dériver des processus génériques, tout en caractérisant les spécificités de sites qui favorisent l'atténuation des composés. Notre objectif est de répondre aux questions spécifiques suivantes :

1. "Est-il possible de dériver des processus génériques à l'échelle d'un champ captant"
2. "Est-ce que les structures naturelles et artificielles, telles que les casiers Girardon et ou encore les lônes, permettent une meilleure atténuation des contaminants ?".

La compréhension de ces processus permettra à terme de contribuer à l'optimisation de l'implantation et la gestion des champs captant afin de maximiser et capitaliser sur le pouvoir auto-épurateur des interfaces eaux de surface/eaux souterraines, en vue de permettre, *in fine*, la mise en place d'une éco-ingénierie.

2) Résultats des Etudes Précédentes

Le projet permettra de prolonger les travaux menés sur deux champs captant de la nappe alluviale du Rhône ayant déjà fait l'objet d'études préliminaires et ainsi de capitaliser sur les résultats : Le Champ captant de Comps (JEAN-BAPTISTE, Doctorat 2016 à 2020) et celui de la Barthelasse, ainsi que sur les études de transport de contaminants effectués sur colonnes avec les sédiments du site de la Jouve (TEXIER, Doctorat en cours). La première investigation a eu comme objectif d'étudier le transfert de 31 contaminants organiques (composés industriels, résidus pharmaceutiques, pesticides, métabolites), des eaux de surface vers les eaux des captages, tout en s'appuyant sur une approche de multi-traçage géochimique afin de caractériser le fonctionnement hydrogéologique du système. Les études dans le secteur de Sorgues incluant les champs captant de la Barthelasse et de la Jouve, ont permis de caractériser le fonctionnement des hydrogéosystèmes, de réaliser un modèle hydrodynamique 2D sur le champ de Jouve et d'étudier le rôle des colloïdes dans le transport des contaminants à l'échelle du laboratoire et ce à partir de prélèvements de sédiments sur le site de Jouve.

Les deux sites présentent des similitudes, tous deux implantés dans la nappe alluviale du Rhône, et à quelques dizaines de mètres de ses berges. Distants de 30 km, et sans affluents majeurs les deux sites sont, majoritairement alimentés par une même eau en provenance du Rhône. Néanmoins chacun des sites présentent des spécificités intéressantes : alors que le site de Comps présente une configuration simple avec une implantation en bordure de berges enrochées, le site de la Barthelasse, est positionné en bordure de casiers Girardon et à proximité des lônes du Rhône. Du point de vue hydrodynamique, le niveau du Rhône est beaucoup plus contraint au niveau de Sorgues par le barrage implanté en amont, ne permettant qu'un battement d'un mètre maximum alors que sur Comps les battements observés atteignent les cinq mètres.

Sur chacun de 2 sites considérés, une étude de multi-traçage géochimique et isotopique a permis de construire un modèle conceptuel. Les deux sites de la Barthelasse et de Comps présentent des fortes similitudes qui permettront d'asseoir une inter-comparaison. Les forages à proximité des berges sont alimentés par les eaux du Rhône, à plus de 95 %. A partir d'un suivi isotopique et de conductivité, les temps de résidence moyens des eaux dans les aquifères sont du même ordre de grandeur, de plusieurs dizaines de jours pour les deux sites. Ces deux sites présentent également des spécificités complémentaires venant enrichir l'inter-comparaison. Du point de vue de leurs alimentations, le site de Comps présente l'intérêt de présenter des forages alimentés directement par les eaux du Rhône, ce qui permet de s'affranchir des phénomènes des mélanges dans l'étude du devenir de contaminants. Sur le site de la Barthelasse, les forages sont alimentés en partie par une contribution des eaux du Rhône ayant transitées par les lônes, et, quantifiable par isotopie et géochimie. En ce qui concerne les temps de transfert, les études des concentrations en ^{222}Rn des eaux des captages mettent en évidence un autre contraste d'intérêt. Sur le site de la Barthelasse, le régime d'alimentation des forages montre peu de variations temporelles, tandis que sur le site de Comps les pics de crue entraînent une accélération des temps de transit, qui ne sont de l'ordre que de quelques jours seulement.

Fort d'une solide compréhension du système hydrodynamique, l'étude du devenir des composés organiques a été menée sur le site de Comps, au droit des forages, alors que des études sur le pouvoir auto-épurateur des berges, menées sur colonnes, ont été priorisées sur le site de Jouve. Sur le site de Comps, 11 des 31 contaminants suivis (perfluorés, résidus pharmaceutiques et pesticides), ont été retrouvés en continu dans les eaux du Rhône de 2017 à 2018 à des concentrations de l'ordre de plusieurs ng/l (Acétaminophène, Metformine, Sulfaméthoxazole, Carbamazépine, Simazine; Atrazine, DEA, Acide salicylique, PFOA). Les autres

composés sont détectés à une fréquence moins importante, néanmoins non négligeable, de l'ordre de 20 à 50 %. Sur la base de la compréhension du système hydrogéologique et des parts de mélanges, un processus d'atténuation globale, incluant sorption et biodégradation, a pu être évalué pour chacun des composés.

, Les études sur colonnes ont été menées sur des sédiments de berges remaniés, récoltés en fond de Rhône sur le site de Jouve. Les expérimentations ont permis de calculer les K_d et d'évaluer le rôle de la phase colloïdale sur la rétention de 6 composés : 3 pesticides (métolachlore, diuron et atrazine) et 3 composés perfluorés (TEXIER, thèse). Le suivi de leurs percées respectives, menées en condition agrégeantes et dispersantes, a permis de mettre en évidence la mobilité des colloïdes mais sans augmentation de la mobilité des molécules. Par la suite un forage en condition inclinée a permis de récolter des sédiments de la berge à l'interface eau de surface/eaux souterraines, sans pour autant permettre de récolter des sédiments non perturbés. Ces sédiments issus du forage incliné, perturbés, sont disponibles pour expérimentations futures.

3) Objectifs détaillés

Cette étude a pour objectif de développer une compréhension générique des mécanismes d'atténuation à partir d'une comparaison inter-site complétée par une approche en laboratoire. La comparaison inter-site est facilitée par le fait que les sites considérés sont, à priori, de nature similaire, car implantés dans la même nappe alluviale du Rhône et à proximité. Les études précédentes nous lèguent un terrain d'observation déjà bien caractérisé (cf ci-dessus) mais laissant des questions ouvertes, à savoir :

- Sur le site du champ captant de Comps, les études à l'échelle de la nappe ne permettent pas de différencier la part de l'atténuation liée à la sorption et celle liée à la biodégradation ni de tenir compte des variabilités temporelles du Rhône.
- De même sur le site du champ captant de la Barthelasse, les concentrations en composés organiques n'ont pas été investiguées au droit des forages, ne permettant pas l'évaluation de contaminants dans cette nappe.
- Sur le site de Jouve, les investigations menées sur les paramètres de transport de 6 composés, en conditions agrégeantes ou dispersante, ne permettent pas l'évaluation des mobilités d'autres composés ni de tenir compte de l'influence de conditions de transport différente.
- Les paramètres de transports ont été évalués sur des sédiments récoltés en fond de Rhône. L'éventuelle variabilité des sédiments n'est pas prise en compte.

Les approches méthodologiques de ces études récentes, sur les deux champs captant, ont été menées à des échelles distinctes et complémentaires. Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus sur les différents sites, il conviendra d'adopter une approche commune en harmonisant les suivis afin d'évaluer le devenir d'une centaine de composés à différentes échelles et identifier le rôle des processus impliqués dans leur atténuation. A la suite d'études sur colonne, les livrables à l'échelle des interfaces eau de surface/ eau souterraine, sont les suivantes i) définir les rôles respectifs des compositions organo-minérales des milieux traversés dans l'atténuation, via la sorption et la biodégradation, des composés, ii) définir le rôle des caractéristiques chimiques du micropolluant sur son devenir dans le milieu poreux, et iii) produire un bilan de la mobilité des micropolluants en relevant les composés les plus à risques. A l'échelle de la nappe, il s'agira de définir, en plus de l'atténuation, le rôle du fonctionnement hydrogéologique sur l'abatement des composés par des phénomènes de mélanges, de dispersion hydrodynamique. Ces résultats permettront alors de discriminer et hiérarchiser le rôle des processus d'atténuation étudiés pour chaque composé.

Cette approche déployée en parallèle sur les deux sites facilitera l'inter-comparaison des résultats obtenus et permettra de vérifier la cohérence du comportement global des composés identifiés aux différentes échelles. Enfin les processus les plus efficaces pourront être valorisés dans une perspective d'éco-ingénierie de protection de la ressource

3) Méthodologie à trois échelles

a) A l'échelle de l'interface eau de surface – eau souterraine

Les processus d'atténuation seront étudiés à l'échelle de l'interface eau de surface/eau souterraine que ce soit au niveau des berges, des Lônes, ou encore des casiers Girardon. Le mécanisme de rétention et de biodégradation des contaminants par les berges sera étudié par le biais d'expériences en colonne de percolation. Ce dispositif expérimental permet de simuler les propriétés filtrantes via un milieu poreux représentatif du sédiment considéré. Ces tests sont complémentaires des études de terrains et permettront l'interprétation des observations de l'atténuation des contaminants sur les champs captant. L'injection des polluants sélectionnés dans ce milieu poreux permet de mesurer en sortie de colonne leur mobilité effective, leur rétention ou leur dégradation par le milieu. Des colonnes de petite dimension (30 cm long x 3 cm dia. au CEREGE et 40 cm long x 10 cm dia. à CHROME) sont utilisées pour ces expériences. Elles permettent de quantifier le transfert des

polluants en zone saturée dans une large gamme de mobilités (lents ou rapides) et en conditions, oxiqes biotiques,abiotiques et en conditions réduites). Afin de reconstituer au mieux les conditions du système, les sédiments de l'interface eaux de surface-eaux de nappes, issus du forage incliné sur le site de Sorgue, seront utilisés. Pour le site de Comps, des sédiments seront prélevés à partir des berges. Ces sédiments seront séchés, tamisés, puis, en fonction de leur conductivité hydraulique, mélangés avec du sable quartzique pour permettre l'infiltration de l'eau dopée. La vitesse d'injection de la solution liquide sera calée pour reproduire l'hydrologie dans la berge à proximité du champ captant. Les polluants étudiés seront injectés sous forme de cocktail à une concentration représentative de celles observées dans les eaux de surface et leurs percées seront suivies dans le temps. Trois expérimentations sur colonnes seront menées par site en conditions biotiques, abiotiques et anoxique (sur sédiment autoclavés) ainsi qu'une colonne « Blanc » constitué uniquement de quartz. Les colonnes seront conditionnées pendant 48 h avant l'injection des contaminants. Le Br sera utilisé comme traceur conservatif. Chaque expérience sera menée en duplicat, pour un total de 280 échantillons. Par ailleurs, les matériaux constituant le sédiment et la roche aquifère seront également échantillonnés sur le terrain et caractérisés sur le plan minéralogique, granulométrique et chimique. Ceci permettra d'identifier les constituants organiques ou minéraux susceptibles de jouer un rôle sur la rétention des polluants.

b) A l'échelle des forages

Les mécanismes d'atténuation à l'échelle berge / forage se baseront sur une compréhension préliminaire exhaustive et fine du fonctionnement hydrogéologique des systèmes. Cette approche a pour but d'identifier au sein des aquifères à la fois des phénomènes de mélange existants et la dispersion hydrodynamiques des écoulements. Ce premier travail se base sur :

- a. Le suivi piézométrique et géochimiques, incluant éléments majeurs, isotopes stables de la molécule d'eau et contaminants organiques,
- b. des masses d'eaux en jeu (Rhône, Lône, Forages) Le déploiement de sondes autonomes de conductivité électrique et de ^{222}Rn ,
- c. L'utilisation de modèles hydrogéochimiques (modèles de mélange réactifs) et hydrodynamiques (déconvolution des chroniques de conductivité électrique).

Ce suivi sera réalisé sur 18 mois afin de couvrir à minima deux périodes de hautes eaux du Rhône, périodes où le fonctionnement hydrogéologique des systèmes est le plus susceptible de varier. Ce suivi sera réalisé au droit des eaux de surfaces du Rhône, des Lônes et des eaux souterraines, sur 3 forages par champ captant soit 420 échantillons, avec une fréquence des campagnes de prélèvements bi mensuelles ou mensuelles sur les deux sites. Pour rappel, le suivi sur le champ captant de Comps pour cette tâche est pris en charge dans le cadre du projet "Plan de relance".

c) Analyses des composés organiques

Les analyses seront effectuées par HPLCMSMS au laboratoire CHROME. Les molécules seront extraites sur cartouches par extraction en phase solide (Sassine et al; 2015). Les échantillons seront dopés avec standards internes et surrogates pour évaluer le rendement de la méthode de préparation et d'analyse de chaque échantillon. Les échantillons seront analysés en triplicat. Une inter-comparaison avec un laboratoire accrédité Cofrac ou universitaire, selon les limites de détection nécessaires et atteignables par les laboratoires, sera menée sur un maximum de 6 échantillons.

DUREE DU PROJET: 24 mois

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Directive (UE) 2020/2184 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte) (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)
- Haas R, Opitz R, Grischek T, Otter P. The AquaNES Project: Coupling Riverbank Filtration and Ultrafiltration in Drinking Water Treatment. *Water*. 2019; 11(1):18. <https://doi.org/10.3390/w11010018>
- Hiscock, Kevin & Grischek, Thomas. (2001). Attenuation of groundwater pollution by bank filtration. *Journal of Hydrology*. 266. 139-144. 10.1016/S0022-1694(02)00158-0.

- Julien Jean-Baptiste. Exposition d'une nappe d'accompagnement aux contaminants organiques et au changement climatique : Une approche par l'isotopie et la géochimie. Hydrologie. Université de Nîmes, 2020. Français. (NNT : 2020NIME0003). (tel-03178442)
- Lopez, Benjamin & Ollivier, Patrick & Togola, Anne & Baran, Nicole & Ghestem, Jean-Philippe. (2015). Screening of French groundwater for regulated and emerging contaminants. *The Science of the total environment*. 518-519C. 562-573. 10.1016/j.scitotenv.2015.01.110.
- Nofal, Salah & Travi, Yves & Cognard-Plancq, Anne-Laure & Marc, Vincent. (2019). Impact of infiltrating irrigation and surface water on a Mediterranean alluvial aquifer in France using stable isotopes and hydrochemistry, in the context of urbanization and climate change. *Hydrogeology Journal*. 27. 1-19. 10.1007/s10040-019-01989-y.
- Paufler S, Grischek T, Benso MR, Seidel N, Fischer T. The Impact of River Discharge and Water Temperature on Manganese Release from the Riverbed during Riverbank Filtration: A Case Study from Dresden, Germany. *Water*. 2018; 10(10):1476. <https://doi.org/10.3390/w10101476>
- Sassine L, Occurrence des pesticides et des contaminants émergents dans une nappe alluviale (2015). Contraintes apportées par l'origine et le temps de résidence de l'eau. Cas de la nappe de la Vistrenque. Université Aix-Marseille.
- Poulain, A., Marc, V., Gillon, M., Mayer, A., Cognard-Plancq, A.-L., Simler, R., Babic, M., Leblanc, M., 2021. Enhanced pumping test using physicochemical tracers to determine surface-water/groundwater interactions in an alluvial island aquifer, river Rhône, France. *Hydrogeol J*. <https://doi.org/10.1007/s10040-021-02331-1>