

Livret de résumés des présentations du colloque 2025 du PIREN-Seine

De la donnée aux trajectoires du bassin

Table des matières

Session 1 : Transferts biogéochimiques le long du continuum Homme-Terre-Mer sous changements socioclimatiques.....	2
1. Mesures <i>in situ</i> de la couleur de l'eau, la physicochimie et le déploiement de mesures haute fréquence sur le réservoir Marne.....	2
2. Caractérisation des groupements fonctionnels complexant les métaux de la matière organique par spectroscopie d'absorption et de fluorescence dans l'UV-vis.....	3
3. Sources et devenir du CO ₂ le long du continuum sol-aquifère-cours d'eau-atmosphère (Bassin versant de l'Orgeval, France).....	4
4. Devenir des pesticides et résidus de médicaments dans les chevesnes et leurs parasites acanthocéphales.....	5
Session 2 : Les contaminants — niveaux et effets dans les écosystèmes et sur la santé.....	5
1. Eau'listic : Évaluation intégrée de l'impact écologique de la saisonnalité des transferts de pesticides vers les cours d'eau dans un contexte de bassin versant agricole drainé : premiers résultats.....	5
2. Microplastiques dans le Bassin versant de l'Orgeval (Avenelles) : stocks et dynamiques de transfert.....	7
Session 3 : Histoire, paysages, territoires et restauration écologique.....	8
1. Représentation de la complexité des usages, du temps, de l'espace et des cours d'eau : les cas de l'Aube-Troyes et de l'axe de la Seine.....	8
2. Justice environnementale et restauration écologique : inventaire et analyse spatio-temporels des opérations menées sur les petites rivières urbaines franciliennes (2000-2023)...	8
3. Des connaissances pour l'action - Retour sur la construction d'un fascicule.....	9
Session 4 : Vulnérabilités du bassin de la Seine et de ses territoires face au changement climatique	10
1. Synthèse des résultats des projections hydro-climatiques de diverses origines sur le bassin de la Seine	10
2. Trajectoires hydrologiques du bassin de la Seine : analyse, critique et première sélection issue des modèles climatiques globaux CMIP6.....	10
3. Imaginer l'avenir en étudiant l'ancien : quel scénario climatique en cas de réchauffement extrême ?	11
Session 5 : Les flux de matières dans les filières et leurs impacts territoriaux	12
1. Économie politique des granulats de la Bassée et du Grand Paris.....	12
2. Réflexivité sur la circulation des savoirs dans le projet Baignade en Seine et en Marne....	12
3. Les politiques publiques territorialisées de lutte contre le plastique : approche multiscalaire.....	13
4. Quels liens entre les Projets Alimentaires Territoriaux (PAT) et les Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) ?.....	14

Session 1 : Transferts biogéochimiques le long du continuum Homme-Terre-Mer sous changements socioclimatiques

1. Mesures *in situ* de la couleur de l'eau, la physicochimie et le déploiement de mesures haute fréquence sur le réservoir Marne

V. Thieu¹, P. Passy², J. Garnier¹, N. Escoffier¹, B. Mercier¹, A. Martinez¹

¹ UMR Metis 7619, Sorbonne Université, CNRS EPHE, 4 Place Jussieu, Paris 75005, France

² UMR 8586 PRODIG, Université de Paris, 8 rue Albert Einstein, 75013 Paris, France

Résumé

Le long du continuum aquatique, les barrages-réservoirs jouent un rôle important dans la consommation, le stockage et la transformation du carbone et des nutriments. Véritables réacteurs biogéochimiques, ils intègrent une multitude de processus interconnectés, régis par des dynamiques temporelles très variées : de quelques heures (cycle nyctéméral du phytoplancton, gestion hydrologique) à plusieurs mois (saisonnalité de l'activité biologique, du cycle de remplissage/vidange), voire plusieurs années (stockage dans les sédiments).

Les travaux antérieurs du programme PIREN-Seine ont mis en évidence la complémentarité entre mesures de terrain et modélisation pour mieux comprendre le fonctionnement biogéochimique du lac du Der (réservoir de la Marne). Ces recherches, notamment la thèse de Yan (2022) et le développement du modèle RIVE-BarMan, ont permis de préciser le rôle du réservoir dans le cycle du carbone inorganique et dans les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Cependant, la variabilité spatiale et temporelle de certains processus demeure encore insuffisamment contrainte, ce qui justifie de nouvelles investigations. Il est en particulier nécessaire d'améliorer la prise en compte des hétérogénéités spatiales du plan d'eau, de mieux représenter la stratification saisonnière, et d'affiner la quantification de processus clés tels que la précipitation de la calcite, étroitement liée au métabolisme auto/hétérotrophe du lac.

Au cours de cette première année de la phase 9 du PIREN-Seine, un dispositif de mesures a été déployé sur le lac du Der au printemps 2025 dans le cadre de l'action CoMod'Eau (Couleurs des Eaux et Modélisation Biogéochimique des Réservoirs). Ce dispositif associe des mesures physicochimiques, à la fois haute et basse fréquence, à plusieurs profondeurs, avec des mesures de réflectance *in situ*. Ces dernières visent à développer un modèle d'inversion robuste reliant propriétés optiques et concentrations, adapté aux conditions spécifiques du lac du Der. À terme, ce modèle permettra l'exploitation régulière de données satellitaires de télédétection passive (Sentinel-2), offrant une résolution spatiale de 10 m et une revisite tous les 5 jours. Cette densification spatiale et temporelle de toutes ces observations constituera un atout majeur pour la modélisation biogéochimique du réservoir de la Marne par les outils développés au sein du PIREN-Seine.

2. Caractérisation des groupements fonctionnels complexant les métaux de la matière organique par spectroscopie d'absorption et de fluorescence dans l'UV-vis

Rémi Marsac (marsac@ipgp.fr) et Charlotte Catrouillet (catrouillet@ipgp.fr)
Université Paris Cité, Institut de physique du globe de Paris, CNRS, F-75005 Paris, France

Résumé

La matière organique naturelle (MO) est présente dans tous les compartiments à la surface de la Terre (sols, sédiments, eaux souterraines, rivières, océans...). Elle joue un rôle clé non seulement sur le climat et le fonctionnement des sols, mais aussi sur la dynamique dans l'environnement de nombreux polluants, comme les métaux toxiques. La complexation des métaux par la MO dissoute affecte leur transport dans l'environnement, mais aussi leur biodisponibilité et leur toxicité pour les organismes. Il est donc crucial de mieux comprendre et prédire les interactions entre métaux et MO. Cependant, la quasi-totalité des méthodes de caractérisation de la MO (IR, RMN, spectrométrie de masse, techniques chromatographiques, etc.) ne permettent ni de déterminer les teneurs des principaux groupements fonctionnels complexant de la MO ni de caractériser leur réactivité vis-à-vis des métaux dans des conditions naturelles, car les concentrations en carbone organique dissous sont faibles ([COD] $\lll 100 \text{ mg L}^{-1}$). Ces principaux groupements sont acido-basiques et les plus réactifs et abondants sont les groupements carboxyliques (COOH) et phénoliques (PhOH), ainsi que les groupements thiols (SH). Notre équipe a mis au point un outil automatisé permettant de doser les COOH et PhOH *via* une détection par spectroscopie UV-vis,¹ et d'après la littérature, il est possible de quantifier les SH par fluorescence.² Néanmoins, les protocoles actuellement mis en place n'ont été testés et éprouvés que sur des échantillons de MO purifiée en métaux, or les métaux peuvent interagir avec les groupements COOH, PhOH et SH ce qui affecte le signal spectroscopique.

L'objectif de ce projet est de mieux prendre en compte l'effet de la MO sur la spéciation de métaux dans l'eau de la Seine, au travers de l'analyse des groupements COOH, PhOH, et SH. Des échantillons prélevés dans le cadre du PIREN-Seine seront analysés pour leurs teneurs en COD (analyseur TOC), anions (chromatographie ionique), cations majeurs et traces (ICP-OES et ICP-MS haute-résolution). Nous présenterons les pistes que nous souhaitons explorer pour développer une nouvelle méthode d'analyse des groupements complexant les métaux. Elle pourrait faire intervenir une nouvelle procédure de préparation des échantillons (ex. : utilisation de résine de purification), un nouveau protocole d'analyse (ex. : conditions d'analyses), qu'il faudra tester et optimiser, une nouvelle méthode de traitement des données spectroscopiques pour extraire le signal d'intérêt, et/ou des calculs de complexation en solution des métaux par la MO avec le logiciel PHREEQC.³

Références

- (1) Tesfa, M.; Dia, A.; Mahé, F.; Janot, N.; Marsac, R. Estimating the Acid-Base Properties and Electrical Charge of Organic Matter Using Spectrophotometry. *Environ. Sci. Technol.* **2023**, *57* (32), 12053–12062. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c04965>.
- (2) Joe-Wong, C.; Shoenfelt, E.; Hauser, E. J.; Crompton, N.; Myneni, S. C. B. Estimation of Reactive Thiol Concentrations in Dissolved Organic Matter and Bacterial Cell Membranes in Aquatic Systems. *Environ. Sci. Technol.* **2012**, *46* (18), 9854–9861. <https://doi.org/10.1021/es301381n>.

(3) Catrouillet, C. ; Davranche, M. ; Dia, A. ; Bouhnik-Le Coz, M. ; Pédrot, M. ; Marsac, R. ; Gruau, G. Thiol Groups Controls on Arsenite Binding by Organic Matter: New Experimental and Modeling Evidence. *J. Colloid Interface Sci.* **2015**, 460. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2015.08.045>.

3. Sources et devenir du CO₂ le long du continuum sol-aquifère-cours d'eau-atmosphère (Bassin versant de l'Orgeval, France)

Josette Garnier, Sophie Guillon, Hocine Hénine, Gilles Billen, Nicolas Escoffier, Benjamin Mercier, Anun Martinez, Jean-Marie Mouchel

josette.garnier@sorbonne-universite.fr

Résumé

Les concentrations en CO₂ dissous, en HCO₃⁻ et en carbone organique dissous (COD), ainsi que des variables auxiliaires (pH, alcalinité totale [TA] et ions majeurs [Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻]) ont été mesurées mensuellement pendant 5 ans (2019-2023) dans l'eau de l'aquifère de Brie, grâce à six piézomètres situés à trois niveaux dans deux pentes, du plateau, à mi-pente et en bas de pente, ainsi que dans les rus adjacents. Un tel continuum a été étudié dans le bassin carbonaté de l'Orgeval, soumis à une agriculture intensive.

Les flux d'eau et des éléments chimiques ont été calculés à l'aide du modèle hydrologique calibré HYPE dans le sous-bassin des Avenelles, où les débits sont mesurés à une fréquence journalière.

En tenant compte des réactions d'altération et en analysant le bilan des flux de carbone dissous, il apparaît que le flux d'alcalinité totale (sous forme de HCO₃⁻) atteignant la rivière (29 Mmol/an, soit 79 kgC/ha/an) provient pour environ un tiers de la respiration du CO₂ du sol, un tiers issu de la dissolution des carbonates induite par la réaction avec le CO₂, et pour un autre tiers résultant de la dissolution des carbonates induite par l'acidité générée par la nitrification des engrais azotés ammoniacaux (75 % dans le bassin).

Le flux de CO₂ provenant des eaux souterraines vers le cours d'eau (13 Mmol/an, soit 36 kgC/ha/an) est toutefois bien moins important (130 fois moins) que le flux total direct de CO₂ émis dans l'atmosphère par le sol (1700 Mmol/an, soit 4700 kgC/ha/an). La majeure partie (au moins 95 %) des flux de CO₂ provenant des eaux souterraines est dégazée dans les rus. L'apport de CO₂ dissous dans les précipitations vers le système sol-aquifère constitue moins de 1 % du flux total de carbone dissous vers les rus.

Le flux de carbone organique dissous vers le cours d'eau est faible, environ 2 % du flux total de carbone dissous vers le cours d'eau.

Le flux d'alcalinité généré par l'altération des carbonates par le CO₂ pourrait constituer un puits de CO₂, compte tenu des pH assez élevés jusqu'à l'aval, possiblement transitoire toutefois, en cas de précipitation de la calcite.

4. Devenir des pesticides et résidus de médicaments dans les chevesnes et leurs parasites acanthocéphales

Léa Lorrain-Soligon, Fabrice Alliot, Sira Traore, Aurélie Goutte
UMR 7619 METIS, Sorbonne Université, EPHE-PSL, CNRS, Paris, France

Résumé

Le bassin versant de la Seine est soumis à une contamination chimique croissante, liée aux activités humaines. Les pesticides et produits pharmaceutiques figurent parmi les substances les plus préoccupantes, car ils sont fréquemment détectés et biologiquement actifs. Leur devenir dans les organismes aquatiques est encore mal connu, en particulier, leur distribution dans les différents tissus des poissons (organotropisme). Par ailleurs, les parasites peuvent modifier ces dynamiques : certaines espèces, notamment les helminthes, sont capables d'accumuler fortement divers polluants, influençant ainsi la contamination globale de leurs hôtes. Dans cette étude, nous avons quantifié 60 contaminants émergents (pesticides, antibiotiques et autres médicaments) dans l'eau, les tissus de poissons issus de plusieurs rivières du bassin de la Seine (branchies, foie, muscles de chevesnes, *Squalius cephalus*), ainsi que dans leurs parasites intestinaux (acanthocéphales). Quarante substances ont été détectées dans l'eau, tandis que 28, 18, 17 et 8 ont été retrouvées respectivement dans les parasites, les branchies, le foie et les muscles. Les niveaux de contamination dans les tissus augmentaient significativement avec la présence dans l'eau, mais sans relation directe avec les concentrations dans l'eau. Les concentrations en différents types de polluants varient entre les différents organes, les branchies affichant les niveaux les plus importants, avec des niveaux très importants retrouvés également dans les parasites acanthocéphales. Cette accumulation, notamment de molécules comme le paracétamol et la fluoxétine, illustre leur rôle potentiel de « puits » à contaminants. Nos résultats soulignent l'importance d'intégrer la présence de parasites dans l'évaluation du devenir des contaminants dans les écosystèmes d'eau douce.

Session 2 : Les contaminants — niveaux et effets dans les écosystèmes et sur la santé

1. Eau'listic : Évaluation intégrée de l'impact écologique de la saisonnalité des transferts de pesticides vers les cours d'eau dans un contexte de bassin versant agricole drainé : premiers résultats

Léo PERSAT ⁽¹⁾, Hocine HENINE ⁽¹⁾, Julien TOURNEBIZE ⁽¹⁾, Arnaud BLANCHOUIN ⁽¹⁾, Fatima JOLY ⁽¹⁾, Cédric CHAUMONT ⁽¹⁾, Virginie ARCHAIMBAULT ⁽¹⁾, Romane NESPOULET ⁽¹⁾, Sophie GUILLON ⁽²⁾, Jérémie D. LEBRUN ⁽¹⁾

(1) Université de Paris-Saclay, INRAE, UR HYCAR-Artemhys, 92761, Antony, France

(2) MINES Paris PSL, Fontainebleau, France

Résumé

Chaque année, entre 55 000 et 70 000 tonnes de pesticides sont utilisées en France pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies. Cependant, leur utilisation intensive entraîne une

contamination des eaux de surface et souterraine par ruissellement et lessivage lors d'épisodes pluvieux. Dans les agrosystèmes, la présence de drains enterrés facilite le transfert des pesticides et d'autres intrants agricoles vers les cours d'eau, impactant ainsi la biodiversité aquatique. Ces transferts sont soumis à une forte saisonnalité, en lien avec les pratiques agricoles et l'hydrologie des bassins versants. Dans ce contexte, il est essentiel de quantifier l'impact de cette dynamique chimique sur la biodiversité afin de prévenir de multiples altérations écologiques dans les cours d'eau. C'est dans ce cadre que s'inscrit l'action **EAU'listic**, dont l'objectif général est d'évaluer l'impact écologique de la saisonnalité des transferts de pesticides vers les milieux aquatiques, à travers une approche intégrée et multiéchelle. Le bassin de l'Orgeval, site expérimental du PIREN-Seine, est un lieu d'étude particulièrement pertinent : environ 80 % de sa surface agricole utile (SAU) est drainée. Il est en effet représentatif des bassins agricoles du bassin de la Seine, où environ 30 % de la SAU est drainée. La stratégie adoptée repose sur l'instrumentation de six stations réparties sur des sous-bassins emboîtés, permettant le suivi continu de paramètres hydrologiques (débit, hauteur d'eau...) et physicochimiques (température, conductivité, oxygène dissous...) au cours de deux cycles hydrologiques complets (2023-2024 et 2024-2025). Sur ces stations, des préleveurs automatiques et des trappes à sédiments ont été déployés pour caractériser les flux chimiques (pesticides et métabolites, métaux...) à la fois dissous et particulaire. Parallèlement, des suivis écotoxicologiques (mesure de biomarqueurs biochimiques et comportementaux chez des gammarus encagés) et écologiques (réalisation de prélèvements normés et déploiement de sacs à litière) ont été menés afin d'évaluer l'impact à différents niveaux d'organisation biologique (de la cellule à la communauté).

En ce début de phase 9 du PIREN, les travaux se sont focalisés sur l'analyse des données issues de la première saison hydrologique (2023-2024). L'objectif spécifique était d'évaluer la variabilité interspécifique des biomarqueurs entre deux espèces de gammarus communes du bassin de la Seine (*Gammarus pulex* et *Gammarus fossarum*), leur sensibilité aux fluctuations saisonnières des pesticides, ainsi que l'influence de paramètres environnementaux confondants, afin d'isoler la part imputable aux pesticides. Les résultats ont confirmé l'existence de variations saisonnières de concentrations en pesticides, liées à leur période d'application. Ils montrent également que les deux espèces diffèrent par la variabilité de leurs réponses aux contaminants, en particulier leur sensibilité aux métabolites de pesticides et métaux. Toutefois, les fluctuations de facteurs naturels, notamment la température et l'oxygène dissous, semblent exercer un impact plus marqué que les pressions chimiques sur les réponses biologiques. Ces premiers résultats, qui restent à consolider avec l'exploitation des données de la seconde saison hydrologique (2024-2025), confirment la pertinence des biomarqueurs pour identifier des effets précoces d'écotoxicité en contexte agricole. Le couplage des réponses cellulaires et individuels observés chez le gammare encagé aux déplacements structurels des communautés, prévu dans la poursuite de cette action, apporte des pistes de recherche pour mieux relier expositions et impacts fonctionnels. En outre, cette démarche permet de caractériser les effets impactant qui se propagent le long de l'organisation biologique.

2. Microplastiques dans le Bassin versant de l'Orgeval (Avenelles) : stocks et dynamiques de transfert

Lucas Fricreau¹, Guilherme Calabro Souza¹, Kelsey Smyth¹, Corentin Mettetal¹, Mikael Kedziarsky², Leo Doumaut², Amaud Blanchouin³, Hocine Hénine³, Benoit Laurent⁴, Bruno Tassin¹, Rachid Dris¹

Résumé

Depuis 2013, les recherches menées dans le cadre du programme PIREN-Seine ont mis en évidence l'impact des activités urbaines sur la pollution plastique. Ces travaux ont notamment permis d'estimer, pour la première fois, les flux de microplastiques dans la Seine. Les concentrations annuelles de microplastiques (MPs) y ont été évaluées à $5,19 \times 10^{12}$ particules par an, correspondant à un flux massique de 816 tonnes par an (Stratmann et al., 2024). Ces premières études ont contribué à améliorer la compréhension des sources urbaines de MPs. À l'échelle du bassin versant de la Seine, les zones urbaines représentent 7 % de l'occupation des sols, tandis que les surfaces agricoles couvrent près de 66 %. Bien que les MPs soient majoritairement associés aux zones urbaines, leur présence est également observée dans les milieux agricoles, notamment dans les sols (Palazot et al., 2024). L'étude des flux dans ces territoires agricoles est essentielle pour mieux évaluer leur contribution aux flux de MPs à l'échelle du bassin versant de la Seine.

Dans ce contexte, le bassin versant des Avenelles (45 km², composé de 80 % de surfaces agricoles) constitue un site d'étude privilégié pour caractériser la pollution issue des activités agricoles. Ce territoire présente en outre une forte réactivité aux événements pluvieux du fait de sa grande proportion de surfaces agricoles drainées (80 % des surfaces agricoles utiles), offrant ainsi un cadre pertinent pour analyser l'influence des conditions hydrologiques sur la dynamique fine des MPs.

Cette étude vise à dresser un bilan de la contamination par les MPs en milieu agricole dans les différents compartiments environnementaux (air, sol, rivière) et à étudier leurs interactions, notamment les transferts entre sol et milieu aquatique. Pour atteindre ces objectifs, un dispositif de suivi est en cours sur chacun des trois compartiments. Concernant l'air, les retombées atmosphériques sont collectées afin de réaliser un suivi spatio-temporel à l'échelle du bassin. Pour le sol, plusieurs parcelles agricoles d'usages différents (conventionnel vs serre) ont fait l'objet d'un échantillonnage. Une attention particulière est portée au compartiment aquatique, avec une analyse fine de la dynamique temporelle en lien avec les variations des conditions hydrologiques de 2023 à 2024.

Les résultats du suivi temporel réalisé sur le site des Avenelles mettent en évidence l'influence déterminante des conditions hydrologiques sur les quantités de MPs exportées à l'exutoire du bassin versant. En période de hautes eaux, le flux médian atteint $5,1 \cdot 10^{10}$ MPs an⁻¹ (n = 34), contre $1,8 \cdot 10^9$ MPs an⁻¹ en période de basses eaux (n = 18). Ces contrastes sont encore plus marqués lors d'événements de crue, au cours desquels les flux peuvent dépasser d'un ordre de grandeur la valeur médiane observée en période de hautes eaux. Le suivi d'un événement de crue extrême a confirmé ces observations. Les flux de MPs ont considérablement augmenté entre les niveaux pré-crue ($1,2 \cdot 10^{10}$ MPs an⁻¹) et le pic de crue ($1,8 \cdot 10^{12}$ MPs an⁻¹). Quatre jours après le pic, les flux sont revenus à leur niveau pré-crue ($1,5 \cdot 10^{10}$ MPs an⁻¹), soulignant ainsi le rôle majeur des conditions hydrologiques dans le transfert des MPs. Par ailleurs, les concentrations de MPs et de matières en suspension (MES) ont suivi une évolution similaire, indiquant que le comportement de ces deux paramètres est étroitement lié. Ces résultats mettent en évidence l'importance de prendre en compte l'ensemble des conditions hydrologiques lors de l'évaluation du transport et de la

dynamique des MPs. Ce suivi à haute résolution a permis de démontrer le rôle prépondérant des événements de crue dans le transfert des MPs issus du milieu agricole vers le bassin de la Seine.

Session 3 : Histoire, paysages, territoires et restauration écologique

1. Représentation de la complexité des usages, du temps, de l'espace et des cours d'eau : les cas de l'Aube-Troyes et de l'axe de la Seine

Zuzanna Sliwiska¹, Laurence Lestel²

¹chercheuse indépendante, Paris, France,

²UMR 7619 METIS, Sorbonne Université-CNRS-EPHE, Paris, France

Résumé

La croissance économique et démographique de Paris entre le milieu du XVIII^e siècle et le XX^e siècle a considérablement accru la demande en ressources de la capitale et amélioré la navigation. Cela a conduit à des interventions menées par l'État qui ont reconfiguré la Seine et modifié les utilisations locales du fleuve dans tout son bassin au service de Paris. À travers une analyse historique comparative, cette étude examine comment ces interventions ont provoqué des réactions sociopolitiques divergentes dans les communautés en amont et en aval. Dans la région en amont de l'Aube-Troyes, les conflits liés au flottage du bois et, plus tard, aux infrastructures de contrôle des crues ont donné lieu à une résistance soutenue, fondée sur des revendications d'autonomie économique locale et, dans une certaine mesure, sur le patrimoine hydraulique. En revanche, l'axe de la Seine en aval ou l'estuaire moyen-supérieur a mieux accepté les changements propices à la navigation, qui a facilité le développement industriel, même si cela a également généré des impacts négatifs localisés et une réaction conséquente de la part d'acteurs locaux.

S'appuyant sur des sources d'archives et des cartes historiques, et s'inscrivant dans la perspective conceptuelle des « valeurs fluviales », cette présentation soutient que la Seine a fonctionné à la fois comme une infrastructure matérielle et comme une arène politique. C'est là que se sont négociées des visions territoriales concurrentes, entre le service fonctionnel à la capitale et les systèmes de valeurs ancrés localement, s'alignant ou s'opposant aux priorités de Paris. Les conclusions soulignent comment les relations économiques avec la capitale, le positionnement géographique et la capacité d'action collective ont finalement façonné la capacité des communautés périphériques à résister, à s'adapter ou à s'accommoder des politiques de gestion fluviale centrées sur Paris.

2. Justice environnementale et restauration écologique : inventaire et analyse spatio-temporels des opérations menées sur les petites rivières urbaines franciliennes (2000-2023)

RABIA Aïda, GERMAINE Marie-Anne

Résumé

Cette communication présente un inventaire spatio-temporel des projets de réhabilitation écologique portant sur 93 petites rivières urbaines (PRU) franciliennes entre 2000 et 2023.

L'inventaire a été construit à partir des informations associées aux aides attribuées par l'Agence de l'Eau Seine Normandie — principal financeur des projets de restauration écologique — et complété par des entretiens menés auprès d'acteurs des syndicats de rivières. Pour chaque opération, la base documente la localisation, la temporalité et la nature des interventions. Elle a été enrichie par des variables sur l'état écologique (indices disponibles et proxies biologiques/physicochimiques), le contexte politico-institutionnel (statut réglementaire, présence de syndicats, existence de zones protégées), les risques hydrologiques et la densité du tissu associatif dédié à la protection de l'environnement.

L'analyse de la répartition spatiale et temporelle des opérations montre que la présence de projets est davantage associée à des facteurs institutionnels et de gouvernance (reconnaissance réglementaire du statut du cours d'eau, animation territoriale durable, tissu associatif structuré) qu'à l'état écologique initial des milieux.

3. Des connaissances pour l'action - Retour sur la construction d'un fascicule

Julie Gobert (1), Jean-Louis Grimaud (2)
(1) ENPC/LEESU/IPP - UPEC
(2) PSL University/ MINES Paris/Centre de Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau Cedex, France

Résumé

Cette présentation vise à montrer comment le collectif acteurs-chercheurs de la Bassée a cherché à rendre plus visibles et appropriables un certain nombre de recherches menées sur le territoire par les chercheurs du PIREN Seine, ainsi que des acteurs du territoire. La construction d'une plaquette avait donc pour ambition de produire un document qui soit accessible au plus grand nombre et qui puisse donner à voir l'évolution du territoire jusqu'à aujourd'hui avec une réflexion sur les futurs désirables.

Dans un premier temps il s'agit de donner à voir comment les données sur les paléo-chenaux de la Bassée, acquises depuis la phase 8 du Piren ont été utilisées pour construire les blocs diagrammes d'évolution du paysage présentés dans le fascicule de la Bassée.

En combinant l'analyse de ces chenaux avec les données paléo-environnementales issues de la littérature, un premier schéma d'évolution peut être dégagé. (1) Les chenaux du début et du milieu de l'Holocène (9500 à 4500 ans cal. BP) étaient 2 à 4 fois plus larges que la Seine actuelle, impliquant des débits et des taux de migration latérale plus forts. (2) La taille et le débit de ces chenaux ont diminué au cours de l'Holocène. (3) Une rupture est identifiée à la transition entre le Néolithique et l'âge du Bronze avec une diminution forte de la taille des chenaux qui s'accompagne du développement de la forêt alluviale d'après les données polliniques. Cette transition est interprétée en Bassée comme le résultat de l'augmentation du niveau des nappes phréatiques.

Dans un second temps sont exposés les résultats de l'étude menée sur le temps actuel concernant les solidarités à l'échelle inter- et extra-territoriale avec la négociation d'un certain nombre de mesures de négociations, à l'ombre des grands projets qui aujourd'hui impactent la Bassée. Ce travail vient alimenter et s'alimente réciproquement des travaux de la commission locale de l'eau qui a pour objectif la constitution d'un SAGE sur la Bassée-Voulzie.

La présentation de ce travail et de la méthodologie utilisée participe de la réflexion des chercheurs et des acteurs d'un territoire de créer des « savoirs actionnables » ou « connaissances pour l'action » (Mach et al. 2020).

Session 4 : Vulnérabilités du bassin de la Seine et de ses territoires face au changement climatique

1. Synthèse des résultats des projections hydro-climatiques de diverses origines sur le bassin de la Seine

Julien Boé, Juliette Deman

Résumé

L'objectif de cette présentation est d'évaluer la cohérence des résultats des principales études depuis une dizaine d'années sur les changements hydro-climatiques futurs du bassin de la Seine. Ces études sont basées sur différents types d'outils numériques (modèles hydrologiques, modèles climatiques globaux et régionaux) et différentes chaînes méthodologiques (incluant les étapes de désagrégation et de correction de biais).

Après avoir décrit les différentes étapes générales des études des impacts du changement climatique sur l'hydrologie, les études retenues pour cette présentation sont introduites. Une étude comparative de leurs résultats est alors proposée. Nous nous intéressons principalement aux changements en fin de 21^{ème} siècle pour un scénario d'émission de gaz à effet de serre sévère, afin de mieux mettre en lumière les différences éventuelles, avec un focus sur les changements annuels, plus aisément comparables entre les différents outils.

Malgré la diversité des outils et chaînes de modélisation considérés, aucune incohérence majeure n'est constatée dans ce contexte. En effet, en médiane d'ensemble, des changements faibles des débits annuels sont notés dans tous les cas, parfois faiblement négatifs, parfois faiblement positifs. Cette relativement bonne cohérence est en partie due à des compensations entre les changements des précipitations et de l'évapotranspiration.

Cependant, pour tous les types d'outils et de chaînes de modélisation considérés, selon les modèles climatiques et/ou hydrologiques utilisés, il est possible d'obtenir des changements annuels substantiels à la hausse comme à la baisse, signe d'incertitudes encore importantes.

2. Trajectoires hydrologiques du bassin de la Seine : analyse, critique et première sélection issue des modèles climatiques globaux CMIP6.

N. Gallois ^{1,2}, J. Schuite ^{1,3}, N. Flipo¹

¹ Mines Paris/² ARMINES - Université PSL, Centre de Géosciences, Fontainebleau.

³ TerraScience, Terrasson-Lavilledieu.

Résumé

Caractériser les impacts du changement climatique sur la ressource en eau est essentiel au soutien efficace de stratégies de gestion à l'échelle régionale. Ce défi scientifique implique d'identifier, au préalable, les différentes sources d'incertitude impactant les trajectoires hydrologiques simulées

dans les chaînes de modélisation d'impact liant modèles climatiques globaux (MCG) et hydrologiques régionaux. Dans ce contexte, il est crucial de chercher à minimiser les sources d'erreur qui peuvent l'être, mais également à estimer de façon ciblée les incertitudes irréductibles, telles que celles liées à la variabilité interne du climat. Cet enjeu est particulièrement majeur pour les hydrosystèmes où les évolutions climatiques projetées demeurent très incertaines, comme dans le cas du bassin de la Seine.

Afin de renforcer la pertinence décisionnelle des projections hydrologiques régionales, des travaux seront présentés visant à instaurer un cadre novateur d'analyse critique des sorties de MCG, en mobilisant l'application hydrologique CaWaQS-Seine récemment recalibrée (phase 8). Ceux-ci se fondent sur un critère d'évaluation dans le domaine fréquentiel pour détecter, dans les champs historiques de précipitations issus des MCG, la présence de marqueurs d'une échelle de variabilité caractéristique (inter-décennale - 15-17 ans), effectivement observée dans les enregistrements hydroclimatiques du bassin (*i.e.*, précipitations, débits, piézométrie). Cette approche permet d'inclure dans cette évaluation critique l'influence de processus climatiques de large échelle — notamment l'Oscillation nord-atlantique, à l'origine de ces marqueurs de variabilité — conditionnant fortement le comportement long-terme du cycle hydrologique régional.

Quinze trajectoires hydrologiques issues du plus récent exercice du GIEC (CMIP6) ont été simulées sur 150 ans à partir de cinq MCG soigneusement présélectionnés sur des critères de représentativité et d'indépendance. Une analyse de cohérence fréquentielle appliquée aux précipitations a permis d'identifier, pour certaines projections, des mésestimations de cette gamme de variabilité. Selon ce critère, les MCG les moins cohérents ont été exclus. La première mise en œuvre de ce cadre méthodologique propose ainsi un premier jeu de trajectoires régionalement pertinentes pour l'évaluation d'impacts et la construction de scénarios plus avancés. Une analyse d'impact a ensuite été menée, centrée sur les changements de distribution de magnitudes, de fréquences et de durées d'événements hydrologiques par rapport aux conditions historiques. L'étude a porté sur les débits moyens saisonniers (hivernaux et estivaux), longueur et sévérité de périodes d'étiage et débits de crues majeures. Les biais d'évaluation en termes d'impacts hydrologiques associés aux projections exclues ont néanmoins été évalués.

Ces travaux constituent une étape préliminaire importante pour orienter les travaux futurs de la phase en cours, qui consisteront en une sélection plus exhaustive de sorties climatiques spécifiquement adaptées au bassin de la Seine pour permettre une caractérisation ciblée des incertitudes d'impacts.

3. Imaginer l'avenir en étudiant l'ancien : quel scénario climatique en cas de réchauffement extrême ?

*Damien Huyghe¹,
Centre de Géosciences, Mines Paris, PSL*

Luca

Di

Filippo¹

Résumé

Le changement climatique en cours est une question majeure des prochaines décennies. Cette question est largement abordée au travers de modèles climatiques. Une manière alternative d'aborder cette question est de s'intéresser à des périodes de réchauffement passées, pouvant être considérées comme analogues du changement climatique actuel.

Ainsi, la Terre a connu dans son histoire des périodes de réchauffement extrêmes pouvant être considérées comme des analogues du scénario RCP 8.5, qui est le scénario le plus pessimiste sur les siècles à venir. Ces analogues correspondent au début de l'ère tertiaire et plus particulièrement à l'Optimum climatique de l'Éocène inférieur (EECO ; 53-49 Ma) et à l'Optimum climatique de l'Éocène moyen (MECO ; 40 Ma).

Le travail en cours vise à reconstituer les conditions paléoclimatiques au cours de ces périodes chaudes dans le bassin de Paris. Pour cela, nous analysons la composition géochimique ($\delta^{18}\text{O}$) de coquilles de mollusques d'eau douce (Unios) et littorales (Huîtres et Potamides) afin de contraindre le gradient saisonnier de températures par des mesures multiples sur chaque coquille.

Les premiers résultats pour l'EECO démontrent que le bassin de Paris était soumis à des températures élevées durant cet optimum. Ainsi, les températures de l'eau de mer étaient supérieures à 30 °C durant l'été et supérieures à 15 °C durant l'hiver. Le gradient saisonnier était donc élevé (15 °C) et témoignait d'un climat méditerranéen chaud.

Session 5 : Les flux de matières dans les filières et leurs impacts territoriaux

1. Économie politique des granulats de la Bassée et du Grand Paris *Julie Candan*

Cette étude porte sur les évolutions récentes de l'exploitation et de l'usage des granulats en Île-de-France, dans un contexte où les granulats alluvionnaires qui sont massivement extraits de Seine-et-Marne pour la construction en Île-de-France s'épuisent. Ce travail repose sur une enquête qualitative. Les acteurs de la filière ont été interrogés sur leurs contraintes et opportunités dans le domaine de l'approvisionnement, l'emploi, la vente et la finance. Il en ressort que c'est dans la définition de la qualité du produit que se joue la concurrence entre les différents acteurs aujourd'hui. Dans un contexte de financiarisation croissante (fusion, acquisition des entreprises et actionnariat de fonds d'investissement) et de régulations environnementales plus contraignantes, cette industrie subit une crise de l'approvisionnement, parce que le granulat alluvionnaire s'épuise. Pour satisfaire une demande qui croît, les acteurs dominants de la filière ont réussi à imposer leur propre système de normes privées et désormais les commandes de matériaux ne précisent plus le type de granulat souhaité (concassé, alluvionnaire, sous-cyclé) mais les performances attendues, qui sont satisfaites par les grandes entreprises en utilisant du matériau concassé générique auquel il est ajouté des adjuvants qui permettent d'atteindre les performances attendues, mais dont la composition n'est pas divulguée. Cela pose des questions sur les nouveaux matériaux qui sont ainsi mis en circulation dans la construction, notamment dans le bassin de la Seine étudié par le PIREN-Seine.

2. Réflexivité sur la circulation des savoirs dans le projet Baignade en Seine et en Marne

Océane Joie, Gabrielle Bouleau, et Jean-Marie Mouchel

Résumé

Cette présentation propose les résultats d'un travail réflexif à destination des chercheurs du PIREN-Seine sur l'usage des savoirs produits dans le cadre de programme de recherche par les acteurs opérationnels de l'eau dans le bassin de la Seine. Cherchant à observer comment des connaissances du PIREN-Seine — nous incluons dans cette catégorie celles qui n'ont pas été strictement produites par ce dernier, mais que nous considérons comme telles dans la mesure où elles ont été l'objet d'une appropriation et d'une diffusion relative par les chercheurs du programme — orientent ou non les décisions politiques et techniques, nous nous intéressons à un cas d'étude permettant d'observer sur un temps court et illustratif des processus décisionnels incluant la mobilisation d'expertises scientifiques : le projet d'ouverture de baignades en Seine, à Paris. Nous retraçons donc les conditions de prises de décisions visant à rendre le fleuve baignable, processus au cours duquel un travail politique de chaînage entre des problèmes publics identifiés et des solutions portées par des coalitions d'acteurs est opéré par les décideurs politiques, et durant lequel des savoirs PIREN-Seine ont parfois été laissés de côté. Pour ce faire, nous nous appuyons sur 19 entretiens réalisés auprès des acteurs concernés en parallèle d'une recherche documentaire de rapports et autres notes de travail, et avec l'appui théorique de notions issues de sociologie de l'action publique, et de science politique.

3. Les politiques publiques territorialisées de lutte contre le plastique : approche multiscalaire

Sacha Gasselín, Julie Gobert, Rachid Dris

Résumé

Pollution ubiquiste, le plastique est un hyperobjet au sens développé par Timothy Morton dans la mesure où on ne peut plus lui assigner de contours et de limites, tellement il est présent partout dans l'air, les eaux sous toutes leurs formes. « Ce sont des choses qui sont massivement diffusées [distributed] dans l'espace et le temps par rapport aux humains ».

Avant de devenir des déchets et de poser des problèmes significatifs de pollution, les plastiques sont des « objets » (contenus et contenants) utilisés dans la vie quotidienne ou des composants de ces objets et matériaux du quotidien. Aussi les pouvoirs publics prennent-ils conscience depuis plusieurs années que pour diminuer les flux de plastique dans les milieux naturels, plusieurs instruments d'action publique sont possibles (mais pas toujours acceptés et mis en œuvre) soit en termes de prévention de l'usage des plastiques soit en termes de gestion des déchets : réglementations visant à la disparition de certains « objets » du quotidien (cf. emballages et sacs plastiques), promotion des bioplastiques, sensibilisation des citoyen.nes, etc. (Knoblauch et Mederake 2021 ; Diana et al. 2022).

Si les collectivités sont encore en tâtonnement pour formaliser, structurer et étendre de nouvelles modalités de traiter les « déchets », modalités qui les amènent à chercher à éviter la transformation des « objets » en déchets, elles n'en demeurent pas moins, en lien avec la société civile (associations...), des espaces d'expérimentations, dont il faut pouvoir analyser les dynamiques et inerties (Gobert et Deroubaix 2021).

Il s'agit de mieux comprendre comment ces politiques sectorielles (gestion des déchets, travail sur la commande publique dans la restauration collective notamment, etc.) s'intercalent et répondent aux objectifs d'une diminution de la pollution plastique.

In fine, l'enjeu reste de savoir d'une part comment l'action publique se saisit du problème de la pollution plastique (qui a connu une inscription particulière à l'agenda public national et local, guidé par des campagnes d'information, des images chocs, des événements, l'intermédiation d'associations, etc. (Vince et al. 2022)) et d'autre part si cette dernière dans la diversité de ses formes, des cibles et des échelles d'application a des incidences sur la production réelle de déchets plastiques et sur la manière de penser ce type de déchets.

Au travers de deux stages, menés en 2024 et 2025, nous mettons en exergue un certain nombre de résultats à la fois sur la manière dont les actions publiques s'intercalent à plusieurs échelles, sur des « objets » plastiques différents, montrant que la politisation du plastique et sa prise en charge « publique » restent encore fragmentaires et l'objet d'une politisation ambiguë, à la fois dans les moyens déployés, dans les acteurs moteurs ou sollicités et dans les modalités d'action.

4. Quels liens entre les Projets Alimentaires Territoriaux (PAT) et les Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) ?

Nabil Touili
UMR SADAPT- INRAe

Les territoires franciliens connaissent un fort développement de Projets Alimentaires Territoriaux (PAT) et l'essor de filières alimentaires locales (exemple de la restauration collective) visant à nourrir les villes et la métropole du Grand Paris. Le nombre croissant des PAT (plus de 440 en France, et 12 en Île-de-France) concrétise la politique nationale d'une souveraineté alimentaire par une re-territorialisation de l'agriculture et l'alimentation sur des échelles locales et régionales. Ces PAT répondent ainsi à une forte demande citoyenne en produits locaux, via des circuits courts ou de proximité (vente directe, AMAP, etc.). L'objectif de produire (et de consommer) localement implique désormais un changement dans les usages agricoles de l'eau : une agriculture diversifiée s'accompagne d'une forte demande en eau avec des prélèvements futurs qui risquent de s'accroître sous l'effet du changement climatique. En mobilisant des données territorialisées (climatiques, hydro-climatiques, enquêtes de terrain), une démarche prospective à l'horizon 2060 sur les prélèvements actuels et futurs en eau a été menée sur des profils d'exploitations diversifiées (maraichers, vergers-maraichers, céréaliers diversifiés en production de légumes, saladiers) à l'échelle d'un territoire de PAT francilien. Notre principal résultat indique que la demande en eau d'irrigation (à l'échelle des exploitations diversifiées) risque une hausse d'au moins 40 % d'ici 2060 par rapport à l'an 2000, sans changements de pratiques agricoles ni de choix de cultures/choix alimentaires. Ces besoins en eau méritent donc d'être mis en perspective avec les PTGE (Projet de territoire pour la Gestion de l'Eau) qui se mettent aujourd'hui en place en vue d'assurer des équilibres quantitatifs entre besoins et ressources disponibles en eau.

L'articulation entre PAT et PTGE s'avère d'autant plus nécessaire qu'il convient d'anticiper l'émergence de solutions locales, telles que le stockage de l'eau ou des projets de REUT (Réutilisation des eaux usées et traitées) envisagé pour pérenniser cette agriculture diversifiée pour une alimentation locale. Peut-on concilier des objectifs de souveraineté alimentaire avec les impératifs de durabilité (préservation de la ressource en eau) sur des échelles territorialisées ? Nos résultats invitent à faire converger les démarches des PAT avec celles des PTGE pour construire des territoires durables tant sur le plan alimentaire que pour celui de la gestion de l'eau à l'échelle du bassin de la Seine.