

Titre complet de l'action	INTERPOL : INTERcomparaison de la POLLution des fleuves français par les métaux lourds et les micropolluants organiques : stocks sédimentaires, gradients et trajectoires historiques
Action n°	N
Programmation AFB	22.4 « Risques liés à la contamination chimique des milieux aquatiques »
Résumé de l'action	<p>INTERPOL propose la création d'un dispositif national de comparaison des tendances à long terme de la contamination dans les principaux fleuves de métropole. Ce dispositif sera basé sur des archives sédimentaires prélevées au niveau de sites de référence des zones ateliers partenaires. L'ambition de ce projet est de réaliser une synthèse exposant l'influence du choix des stations, des pratiques de collecte et des méthodes de caractérisation des paramètres d'intérêt, ceci afin de proposer une approche méthodologique visant à répondre de façon optimisée à une question donnée. Il s'articule autour de deux tâches complémentaires et d'un atelier prospectif. La première tâche vise à synthétiser les données existantes acquises à partir d'archives sédimentaires déjà analysées au niveau des grands fleuves français. Celle-ci permettra d'identifier les besoins de connaissances supplémentaires pour chaque bassin. La seconde tâche étudiera la représentativité des environnements de dépôt et la qualité de l'enregistrement sédimentaire des stocks de contaminants sur la base de travaux menés sur des sites de référence localisés dans chaque bassin. L'atelier prospectif permettra de croiser les approches entre microbiologistes, géochimistes et sédimentologues afin de faire émerger des questions de recherche sur les relations entre biodiversité microbienne, structure des communautés et contamination des sédiments dans différents compartiments du lit majeur.</p> <p>Les finalités opérationnelles de ce projet sont d'évaluer le dispositif du réseau de contrôle et de surveillance des sédiments de surface en les comparant à ces rétro-observations.</p> <p>Aussi, les travaux d'INTERPOL permettront d'identifier des sites de référence, d'élaborer des stratégies d'échantillonnage et de faciliter la comparaison inter-site et inter-bassin sur le long terme. Enfin, ce projet permettra de visualiser à large échelle l'impact de la mise en place des réglementations nationales et internationales concernant les rejets dans le milieu aquatique récepteur sur la qualité des sédiments de surface.</p>
Contexte de l'action	<p>Les conséquences du développement des zones urbaines et de l'implantation d'industries le long des grands fleuves nécessitent d'être appréhendées dans un contexte de développement socio-économique des territoires à moyen et long terme, mais aussi au regard de la protection des milieux aquatiques et de la ressource en eau. Les sédiments fins accumulés dans les rivières piègent une grande part des contaminants de la colonne d'eau, contribuant ainsi à leur stabilisation plus ou moins pérenne dans des stocks sédimentaires présents en différents points du lit majeur. D'un point de vue réglementaire, la prise en compte du compartiment sédimentaire dans l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques est encore très limitée. S'ils ne définissent pas de normes de qualité environnementale (NQE), la directive du 16 décembre 2008 (2008/105/EC) du parlement européen (DCE) et le guide concernant le monitoring des substances chimiques dans le sédiment (European Commission, 2010) définissent néanmoins le besoin de « contrôler les sédiments à une fréquence raisonnable afin de fournir des données suffisantes à une analyse de tendance fiable à long terme des substances prioritaires qui tendent à s'accumuler dans ceux-ci ».</p> <p>Cependant, si la DCE vise à mieux prendre en compte la contamination des</p>

	<p>sédiments, il manque encore pour ce compartiment des connaissances complémentaires sur les modalités de surveillance, l'harmonisation des pratiques et la prise en compte de paramètres de contrôle permettant une comparaison des teneurs et des tendances. Ce constat engendre donc des besoins de recherche nombreux, notamment pour améliorer les procédures d'évaluation de la qualité de l'eau sur le long terme, sur l'évaluation des risques environnementaux associés et sur l'effet des réglementations nationales et internationales concernant les rejets dans le milieu aquatique récepteur.</p> <p>Un des moyens d'intégrer la dimension temporelle aux stratégies de surveillance de la qualité de l'eau est de procéder à des rétro-observations à partir d'archives sédimentaires. Dans les quatre grands bassins versants français (Seine, Rhône, Loire et Garonne/Gironde), des carottes sédimentaires ont ainsi fait l'objet de nombreuses études permettant de reconstituer l'évolution historique des concentrations de contaminants. Celles-ci ont permis des avancées significatives sur la connaissance du fonctionnement des milieux péri-fluviaux, notamment sur le lien entre évolution de la qualité de l'eau et les changements socio-économiques et/ou réglementaires. Ces travaux ont également permis d'identifier des verrous scientifiques complémentaires dans le domaine de la gestion des sédiments. En effet, la représentativité des carottes dans leur environnement de dépôt (caractère continu et/ou discontinu du dépôt, représentativité par rapport au flux qui transite dans le corridor principal) et les durées d'enregistrement sont encore mal maîtrisées et ne sont généralement pas les mêmes d'un fleuve à l'autre (voire d'un site à l'autre dans un même bassin). Cela limite les extrapolations possibles à partir d'observations réalisées à des échelles moins complexes, notamment dans le cadre du réseau de surveillance de la qualité des eaux.</p> <p>D'autre part, on observe une certaine disparité en ce qui concerne les familles de contaminants étudiées dans ces différents hydrosystèmes fluviaux, qui varient, entre autres, selon les préoccupations et enjeux environnementaux de chaque bassin mais aussi selon les spécialités des équipes de recherche en charge.</p> <p>Un dispositif national de comparaison des tendances à long terme de la contamination, basé sur des sites de référence, reposant sur l'homogénéisation des pratiques et sur une meilleure caractérisation des paramètres influençant ces tendances permettrait de mieux évaluer l'efficacité des politiques publiques en matière de réduction des émissions de substances dangereuses.</p> <p>Parmi les principaux défis et enjeux de cette action, le développement d'outils permettant 1- d'établir une inter-comparaison de l'état de contamination sur le long terme des principaux bassins français métropolitains et, 2- une meilleure compréhension des mécanismes hydro-sédimentaires influençant la répartition du stock de contaminants représentent donc un enjeu particulièrement important en vue de maîtriser les conséquences de la présence des contaminants sur la qualité écologique et la biodiversité des milieux récepteurs.</p>
<p>Objectifs de l'action au titre de la convention 2016-2018</p>	<p>L'action proposée s'inscrit dans la feuille de route 22.4 « Risques liés à la contamination chimique des milieux aquatiques », de l'agence française de la biodiversité en ciblant principalement les sous-thèmes « Enjeux émergents liés aux contaminants et solutions innovantes » et « Sédiments contaminés » (développement et validation d'outils et de méthodes d'évaluation des risques).</p> <p>Sur la base du constat dressé en préambule, il nous semble essentiel d'établir un état des lieux précis de la situation des grands fleuves français en terme de contamination du réservoir sédimentaire par différentes familles chimiques. De nombreuses questions restent encore pour l'instant sans réponse :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quelles sont les caractéristiques et qualités essentielles d'un site qui serait

	<p>représentatif de la contamination du fleuve ? Sont-elles les mêmes pour toutes les familles de contaminants ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • En quoi la dynamique hydro-sédimentaire (différente d'un fleuve à l'autre) influence-t-elle l'état de la contamination et son gradient amont-aval ? • Peut-on comparer l'historique des contaminations à l'échelle des quatre grands corridors fluviaux français ? • En prenant le cas de contaminants ubiquistes, quelles sont les trajectoires spécifiques liées à la dynamique hydro-sédimentaire du système fluvial ? • À concentration égale d'un contaminant, la matrice sédimentaire d'un fleuve (granularité, composition minérale et organique des particules sur lesquelles les micropolluants hydrophobes se fixent) engendre-t-elle des différences de séquestration ? • L'archivage sédimentaire de la contamination dépend-il surtout des caractéristiques du site (i.e. influence de l'historique du bassin, proximité de la source, ...) ou de celles de l'environnement de dépôt (dynamique sédimentaire, granularité, saisonnalité...)?
<p>Résumé de l'action au titre de la convention 2018-2021</p>	<p>Pour répondre à ces questions, nous proposons un programme de quatre ans construit autour de deux axes et un atelier prospectif dédiés respectivement à (i) une action de synthèse de données sur l'inter-comparaison des chroniques de contaminants (métaux, micropolluants organiques, contaminants émergents) déjà disponibles auprès des équipes impliquées sur les 4 corridors fluviaux ; (ii) une action de recherche sur la représentativité des environnements de dépôt et la qualité de l'enregistrement sédimentaire des stocks de contaminants dans chaque fleuve et (iii) la mise en place d'un atelier prospectif sur les relations à établir entre la biodiversité d'une station, la mobilité des contaminants et de la matrice sédimentaire. Ce programme s'appuie sur le réseau des zones ateliers (ZA) du CNRS et sur les travaux en cours au sein des équipes de chaque ZA.</p> <p>1. Inter-comparaison des chroniques de contaminants à partir d'archives sédimentaires déjà établies : évaluation rétrospective des bruits de fond, des niveaux de concentrations, des tendances et de la variabilité des chroniques de contamination afin d'accompagner des décisions sur la surveillance de demain.</p> <p>La tâche 1 aura pour but d'établir un protocole de comparaison des tendances temporelles de chaque famille de contaminants disponibles pour les quatre bassins principaux. Cet état des lieux comparatif n'a pas encore été réalisé et le cadre de cette tâche permettra d'aborder une comparaison inter-bassin de l'état de contamination en prenant en compte la signification des bruits de fond, des tendances décennales et la résilience des milieux vis à vis de chaque type de contaminants. Il s'agira de synthétiser et de trouver les moyens de comparaison des données existantes ou en cours d'acquisition et de proposer un inventaire des pratiques (choix des stations, collection, conditionnement, analyses) accompagné d'un argumentaire détaillé à destination des équipes du réseau inter-ZA et des gestionnaires.</p> <p>L'intérêt opérationnel a pour but d'évaluer le dispositif du réseau de contrôle et de surveillance sur les sédiments de surface actuellement en place en regard de ces études rétrospectives. Cette tâche a également pour but de proposer des sites de référence sur chaque fleuve qui seront étudiés dans la tâche 2.</p> <p>Mots clefs : tendances long-terme, comparaison inter-bassin, traitement de données, contaminants ubiquistes (Métaux, micropolluants organiques) et émergents</p> <p>2. Représentativité des environnements de dépôts pour la comparaison des chroniques de contaminants : identification des paramètres de contrôle les plus influents (environnement de dépôt, matrice sédimentaire</p>

	<p>et comportement géochimique des contaminants).</p> <p>A partir de l'état des connaissances sur les archives disponibles dans les laboratoires des ZA, la tâche 2 permettra d'identifier des sites pilotes appartenant aux différents compartiments du lit majeur : annexes fluviales, ouvrages, marge et plaine d'inondation. Au moins un site sera choisi dans chaque ZA impliquée, soit <i>a minima</i> 4 sites. Le stock de contaminants dans le réservoir sédimentaire sera évalué et les facteurs influençant le plus les chroniques de contaminants seront identifiés.</p> <p>Préalablement à tout prélèvement, des sondages géophysiques aquatiques et terrestres (sondeur de sédiment type Shirp, radar géologique type GPR) pourront être réalisés en fonction des sites. L'intérêt de cette pré-approche est que les profils sismiques permettent d'imager en détail la géométrie des corps sédimentaires, et d'orienter le positionnement des zones de carottage. Deux à trois carottes de référence, prélevées à terre et sous tranche d'eau, permettront de représenter la variabilité bio-physico-chimique des volumes sédimentaires de chaque site pilote. Ces carottes feront l'objet d'une caractérisation à haute résolution (XRF core scanner, granulométrie, matière organique) et seront datées à partir de mesures de radionucléides (¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb) et de l'identification d'événements hydrologiques présents sur les séquences. Les mesures de contaminants (métaux, micropolluants organiques et contaminants émergents) seront ciblées en fonction des besoins de connaissances de chaque bassin. Des mesures de spéciation solide (XRF, MEB, microsonde) et de mobilité potentielle (batch) des contaminants permettront d'évaluer les facteurs physico-chimiques qui contrôlent leur distribution et leur évolution temporelle.</p> <p>L'objectif est d'obtenir des jeux de données comparables sur les tendances des contaminants pour chaque bassin en suivant un protocole harmonisé. Une compréhension précise du fonctionnement de ces sites références et de la dynamique des contaminants associée permettra de restituer des tendances robustes sur le long terme (échelle pluri décennale). Ces tendances seront interprétées au regard de la synthèse de données (tâche 2). Les finalités opérationnelles associées à cette tâche seront d'identifier des sites de référence et d'élaborer des stratégies d'échantillonnage, de faciliter la comparaison inter-bassin sur le long terme.</p> <p>Mots clefs : Sédimentologie fluviale, géophysique, chronologie et géochimie des contaminants</p> <p>3. Un atelier prospectif sur les relations entre la biodiversité, les structures de communautés et la qualité des environnements sédimentaires fluviaux.</p> <p>A partir des différents travaux en cours au sein de chaque ZA, cet atelier a vocation à croiser les approches mettant en œuvre des mesures de diversité et de structure des communautés sur des sédiments. L'objectif est de favoriser les échanges entre différentes communautés des ZA (sédimentologues, géochimistes et (micro-)biologistes). La structuration de cet atelier facilitera les discussions autour des méthodologies les plus pertinentes pour étudier l'évolution conjointe de la nature des sédiments, de la contamination historique, de la biodiversité et de la structure des communautés (bactériennes par exemple) sur une sélection de carottes de sédiments correspondant à un enregistrement pluri-décennal.</p> <p>Mots clefs : sédiment, biodiversité, long terme, prospective</p>
Budget Prévisionnel	<p>1 postdoc environné (18 mois, tâche 1), 1 thèse environnée (36 mois, tâche2), 1 budget pour le comité d'expert et l'atelier prospectif</p>

	Responsable Coordinateur Inter-ZA - ZA Bassin du Rhône	Brice Mourier (UMR LEHNA, Univ. Lyon)	
	Autres correspondants - ZA Loire	Cécile Grosbois (coordinatrice) et Marc Desmet (EA GeHCO, Univ. Tours)	
	Autres correspondants - ZA Seine amont	Sophie Ayrault et Olivier Evrard (UMR LSCE, Univ. Paris-Saclay)	
	Autres correspondants - ZA Seine aval	Maxime Debret (UMR M2C, Univ. Rouen)	
	Autres correspondant – ZA Bassin du Rhône	Thierry Winiarski (UMR LEHNA, Univ. Lyon)	
	Autres correspondants – BV Garonne-Gironde (en cours de sollicitation)	Pierre Labadie (UMR EPOC, Bordeaux)	
	Correspondant AFB	Olivier PERCEVAL (DREC)	
	Autres correspondants AFB		
	Autres correspondants		
Actions liées		Néant	
Date de rédaction de la fiche	21/06/2017	Version	5

Programme détaillé de l'action

1. Cadrage

Périmètre et finalité de l'action

Besoins visés :

- amélioration des procédures d'évaluation des tendances temporelles et des risques liés aux substances chimiques dans les sédiments
- identification de besoins de connaissances sur les mécanismes de stockage de la contamination des sédiments à l'échelle des grands fleuves français

Apport du projet :

- élaboration de protocoles adaptés pour l'inter-comparaison des tendances long terme de contamination à partir d'indicateurs acceptables prenant en compte la diversité des données actuelles
- validation et application de ces approches dans les différents environnements des milieux péri-fluviaux dans le réseau inter-ZA.

Utilisateurs cibles (bénéficiaires):

- Gestionnaires des milieux aquatiques (AFB, Agences de l'eau...)
- Bureaux d'études
- Scientifiques

Communication

Publications scientifiques et techniques

Participation à des congrès nationaux et internationaux

2 journées thématiques INTERPOL à destination des gestionnaires

Valorisation et transfert

Rédaction d'un document guide présentant la méthodologie d'inter-comparaison et son applicabilité dans le compartiment sédimentaire

2. Travaux antérieurs ou en cours

Le développement de ces approches fait l'objet d'une partie des travaux réalisés dans le cadre de différents programmes :

Bassin de la Loire

- Projets MétOrg 1 et 2 (Université de Tours, Poitiers) – 2012-2016
- Projet MetMin (Université de Limoges) – 2012-2016
- Projet SPAL (Université de Tours) – 2013-2014
- Projet Dynamics (Université de Clermont-Ferrand)
- Projet METEOR (Collab ZA Seine) : ModElisation et Traçage de l'Erosion dans la IOiRe (LSCE) - 2016 – 2020

Bassin du Rhône

- Projet ArchéoRhône (ISRN Cadarache, ISTEA Lyon, CEREGE, ENTPE) – 2017-2018
- Observatoire des sédiments du Rhône (OSR I, II, III, IV), - 2009-en cours
- TSIP-PFC (IRSTEA) 2011-2014
- TSIP-PCB (IRSTEA, ex. CEMAGREF) 2007-2009
- PCB-Axelera (ENTPE) 2008-2011

Bassin de la Seine

- Projet OSS 2776 (Université de Rouen) 2016-2019
- Programme PIREN-Seine (1989-...) <https://www.piren-seine.fr/>

Projet Inter-ZA ROZA : projet fédératif pluriannuel, qui vise à favoriser la réutilisation et la méta-analyse des archives naturelles étudiées au sein des ZAs, au-delà de la communauté classique des paléosciences. (Coordinateur, laboratoire EDYTEM) 2015 – en cours

3. Jalons, étapes et calendrier

Time Table - Projet INTERPOL			2018												2019												2020												2021											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recherche	Tâche 1	Postdoc	■												■												■												■											
		Master 2	■						■						■						■						■						■																	
	Tâche 2	Thèse	■												■												■												■											
		M2R	■						■						■						■						■						■																	
	Comité d'expert INTERPOL			■											■												■													■										
Echanges	Atelier Prospectif						■																																											
	Journée Thématiques																																																	

- Réunions du comité d'expert 2 fois /an
- Identification et choix des indicateurs, familles de substances, environnements de dépôts, sites pilotes (fin-2018) – Ce travail représente une première étape nécessaire pour pouvoir mettre au point les protocoles qui seront développés et évalués. Il fera l'objet d'un travail de thèse/postdoc qui débutera fin 2018
- Mise en œuvre des protocoles et validation (mi-2019)
- Mise en place de l'atelier prospectif (Oct. 2018 ?)
- Journées de restitution à destination des gestionnaires fin 2019 et 2020, plus invitation à la journée de restitution finale (2021)

4. Résultats prévus pour atteindre les objectifs de l'action

Résultats prévus	Niveau de connaissance requis pour utiliser les résultats *	Date prév. (T1/T2/T3/T4) et année
Protocoles de mesure	Avertis	T4 2018
Livret récapitulatif des différentes pratiques d'échantillonnage	Avertis	T2 2019
Publications scientifiques	Expert	T4 2019
Journée de restitution	Novice	T4 2020

* novice, avertis, expert

5. Perspectives de l'action (le cas échéant)

L'action proposée se veut être une première étape en vue du transfert à destination des gestionnaires et des opérateurs de terrain (bureaux d'études) afin de développer l'utilisation de l'approche sédimentologique pour évaluer la qualité des milieux aquatiques en lien avec la contamination chimique. L'une des applications particulièrement prometteuse de ces travaux concerne la généralisation de cet outil innovant pour évaluer l'impact sur le long terme des politiques publiques, une généralisation qui pourra se faire soit sur de nouveaux sites, soit pour des contaminants qui n'auraient pas encore été étudiés sur l'un des quatre bassins fluviaux.

Une autre perspective de ce projet, en lien avec les conclusions de l'atelier prospectif (tâche 3), vise à identifier des enjeux de connaissances et à proposer des pistes de recherche sur les interactions entre le fonctionnement des systèmes écologiques et la dynamique physique et chimique des milieux aquatiques. L'étude de ces interactions est clairement encouragée dans les échanges prospectifs du CNRS-INEE (cf conclusions du colloque 2017).

6. Gouvernance

Comité de pilotage incluant les différents responsables et correspondants de la fiche action. Celui-ci sera composé de :

- Laboratoires impliqués dans le projet (LEHNA, GÉHCO, LSCE, M2C)
- Olivier Perceval (représentant de l'AFB)

- Agences de l'eau (RM&C, Seine, Loire, Adour Garonne)

A noter que l'ensemble des membres de ce comité de pilotage fera partie du comité de la thèse / postdoc réalisée en parallèle de la fiche action (recherche amont)

Comité d'expert incluant les différents responsables et correspondants de la fiche action, l'AFB et différentes personnalités des ZA (cf liste ci-dessous).

Comité d'expert du projet INTERPOL

Personnalités des laboratoires impliqués dans le projet

- Brice Mourier et Thierry Winiarski (UMR LEHNA, Univ. Lyon, ZA Bassin du Rhône, coordination)
- Cécile Grosbois et Marc Desmet (EA GéHCO, Univ. Tours, ZA Loire, coordination)
- Sophie Ayrault et Olivier Evrard (UMR LSCE, Univ. Paris-Saclay, ZA Seine)
- Maxime Debret (UMR M2C, Univ. Rouen, ZA Seine)
- Pierre Labadie (UMR EPOC, Bordeaux) – **en cours de sollicitation**

Zone Atelier Seine

- UMR METIS, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6 : Michel Meybeck et Jean-Marie Mouchel

Zone atelier Loire

- IC2MP, Poitiers - Jérôme Labanowski
- EA GRESE, Université de Limoges : Alexandra Courtin-Nomade

ZA bassin du Rhône

- IRTEA Lyon : Aymeric Dabrin, Marc Babut
- IRSN Cadarache : Hugo Lepage, Frédérique Eyrolles-Boyer

BV Garonne/Gironde

- UMR EPOC Bordeaux : Hélène Budzinski, Alexandra Coynel, Gérard Blanc, Pierre Labadie
- UMR GEODE, Université de Toulouse : Emmanuel Chapron

Zone Atelier Moselle

- UMR LIEC, Nancy : Laurence Mansuy-Huault et Emmanuelle Montarges-Pelletier

Zone atelier Alpes

- UMR EDYTEM, Université de Savoie Mont Blanc : Fabien Arnaud