

Programmes Transverses 2021



IDENTIFICATION

Civilité/NOM/Prénom du contact pour le projet	Blanchon David Le Tourneau François-Michel
Nom du laboratoire	iGLOBES IRL 3157

Projet

Titre long du projet (150 caractères maximum)	Connexions, déconnexions et reconnexions dans les socio-hydrosystèmes.
Acronyme du projet	HYDECO

Identification des équipes travaillant sur le projet

OHM concernés	Code Unité (UMR, UPR, EA, etc.)	Nom du laboratoire et/ou de l'équipe	Civilité/NOM/Prénom des personnes impliquées
Pima County	IRL 3157	iGLOBES	François-Michel Le Tourneau
Pima County	IRL 3157	iGLOBES	David Blanchon
Pima County		University of Arizona	Sharon Megdall
Pima County		University of Arizona	Adriana Zuniga
Pima County		University of Arizona	Tom Meixner
Vallée du Rhône	UMR 151	LPED	Carole Barthelemy
Vallée du Rhône	UMR 5600	EVS	Hervé Piegay
Vallée du Rhône			Frédéric Paran
Vallée du Rhône	Research laboratory on Radionuclide Transfer in Aquatic Ecosystems	IRSN	Olivier Radakovitch
Vallée du Rhône	UMR 5600	EVS	Yves-François Le Lay
Vallée du Rhône	UMR 5600	EVS	Bertrand Morandi
Nunavik		U Laval, Québec	Najat Bhiry
Nunavik	UMR 6554	LETG-Nantes	Armelle Decaulne
Nunavik	UMR 1019	UNH, INRAE Clermont-Fd	Véronique Coxam
Nunavik		U Laval, Québec	Danielle Cloutier
Nunavik	UMR 6590	AgroCampus Ouest - Angers	Fabienne Joliet
Nunavik		U Lausanne	Laine Chanteloup

Nunavik		German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv)	Thora Herrmann
Nunavik	UMR 6554	LETG – Université de Rennes 2	Anne-Julia Rollet
Fessenheim	UMR 7362	LIVE – Université de Strasbourg	Dominique Badariotti
Fessenheim	UMR 7362	LIVE – Université de Strasbourg	Laurent Schmitt
Fessenheim	ENGEES & UMR 7362	ENGEES & LIVE	Cybill Staentzel
Fessenheim	UMR 7063	ITES – Université de Strasbourg	François Chabaux
Fessenheim	UMR 7063	ITES – Université de Strasbourg	Gwenaël Imfeld
Fessenheim	ENGEES & UMR 7362	ENGEES & LIVE	Jean-Nicolas Beisel
Fessenheim	IEP	IEP	Frederique Berrod
Fessenheim	UMR 7362	LIVE – Université de Strasbourg	Caline Lykeng
Fessenheim	UMR 7362	LIVE – Université de Strasbourg	Cassandra Euzen
Fessenheim	CNRS UMR Citeres CNRS UMR LIVE	UNESCO Chair River Culture/ Fleuves et Patrimoine	Prof. Dr. Karl Matthias Wantzen
Estarreja	UMR 5023	LEHNA-IAPHY	Jean-Philippe Bedell
Estarreja		U. Aveiro	Eduardo Ferreira da Silva
Estarreja		U. Aveiro	Anabela Cachada
Estarreja		U. Aveiro	Carla Patinha
Estarreja		U. Aveiro	Susana Loureiro
Estarreja		U. Coimbra	Isabel Henriques
Littoral Méditerranéen			Olivier Barreteau
Littoral Méditerranéen			Stéphane Ghiotti
Littoral Méditerranéen	UMR 6134	SPE	Frédéric Huneau
Littoral Méditerranéen	UMR 6134	SPE	Vanina Pasqualini
Littoral Méditerranéen	UMR 6134	SPE	Emilie Garel
Pyrénées-Vicdessos	UMR 7327	ISTO	Stéphane Binet
Pyrénées-Vicdessos	UMR 5245	Ecologie & Fonctionnement	Gael Le Roux
Pyrénées-Vicdessos	UMR 5245	Ecologie & Fonctionnement	Laure Gandois
Pyrénées-Vicdessos	UMR 5245	Ecologie & Fonctionnement	Sophia Hansson
Pyrénées-Vicdessos	UMR 5602	GEODE	Didier Galop

PROJET DE RECHERCHE

1 - Résumé (10 lignes maximum)

La relation entre les sociétés et leurs hydrosystèmes peut s'appréhender comme une série de connexions et de déconnexions qui interviennent dans tous les domaines et dimensions. Ainsi, l'utilisation des cours d'eau ou des ressources hydriques crée des connexions matérielles ou symboliques, l'aménagement des déconnexions physiques (barrages) ou sociales (hydrosystèmes invisibilisés) et les politiques récentes, qui mettent l'accent sur les flux entre les différents éléments et compartiments des hydrosystèmes, insistent sur la « reconnexion » à tous les niveaux.

Dans ce contexte, l'objectif du projet HYDECO est d'utiliser la variabilité des situations proposées par les OHM pour tester l'efficacité de la grille de lecture connexion/déconnexion/reconnexion appliquée aux socio-hydrosystèmes et de réexplorer de manière critique et exemplifiée la notion de connectivité.

Notre hypothèse est que, au-delà de la variabilité des situations locales, le trio de relations apparaît de manière constante dans les différents milieux concernés par les 7 OHM engagés et qu'il propose une manière fertile de retravailler le concept de socio-hydrosystème et de son état socio-écologique mettant l'accent à la fois sur les évolutions socio-culturelles et sur les interactions fonctionnelles entre tous leurs composants.

Pour valider cette hypothèse, nous utiliserons deux fils conducteurs qui seront déclinés à travers les différentes tâches : l'opposition visible/invisible et la notion de point de bascule (tipping point). Le projet est organisé en six tâches. La première vise à définir les objets d'étude dans leur profondeur sociale et historique. Les tâches 2 à 5 explorent les différentes dimensions des connexions/déconnexions/reconnexions (verticale, longitudinale, latérale, flux). La dernière tâche visera à l'organisation du projet et à permettre la production d'un ouvrage de synthèse et/ou numéro spécial de revue mettant en avant les résultats obtenus.

2 – Mots-clés (5 maximum)

Socio-hydrosystèmes, déconnexions, reconnexions, invisibilités, points de bascule

3 – Type de projet (exploratoire, rétrospectif, les deux)

Projet exploratoire destiné à produire de la nouvelle recherche tout en valorisant les acquis des OHM

4 - Exposé scientifique du projet

4.1 La connectivité au cœur des socio-hydrosystèmes.

Apparu dans les années 1980, à partir de l'application des notions de systémiques à l'hydrologie et à la géomorphologie (Chorley, 1962 ; Schumm, 1977), le concept d'hydrosystème (Roux, 1982 ; Amoros & Petts, 1993) est une manière holistique d'envisager le cycle de l'eau sur un cours d'eau, en insistant sur les relations fonctionnelles en 4 dimensions (trois dimensions de l'espace + temps) entre les différents éléments, objets hydrologiques ou compartiments du système (lit mineur, lit majeur, alluvium) (Amoros et Roux, 1982 ; Bravard, 1998) (Figure 1). D'abord fluviale, la notion d'hydrosystème peut s'entendre également dans sa dimension lacustre ou lagunaire et donc, concerne tout système ouvert et régi par un flux d'eau. L'ajout de la composante sociale (socio-hydrosystème) dans les années 1990-2000 (Bethemont, 1999 ; Bravard et Piégay, 2000 ; –(Alexandre, 2004) (Figure 1) permet d'ajouter à cette vision non seulement les éléments techniques d'artificialisation mis en œuvre par les sociétés occupant les territoires considérés, mais aussi la composante culturelle tournant autour des usages, pratiques ou symboliques de l'eau ou des différents éléments d'un hydrosystème (lits fluviaux, lagunes, nappes alluviales, eaux souterraines, etc.). La connectivité et les interactions à différentes échelles spatiales et temporelles, entre les dimensions sociale, environnementale et biophysique sont donc devenues centrales dans le concept de socio-hydrosystème (Bravard et Malavoi, 2010).

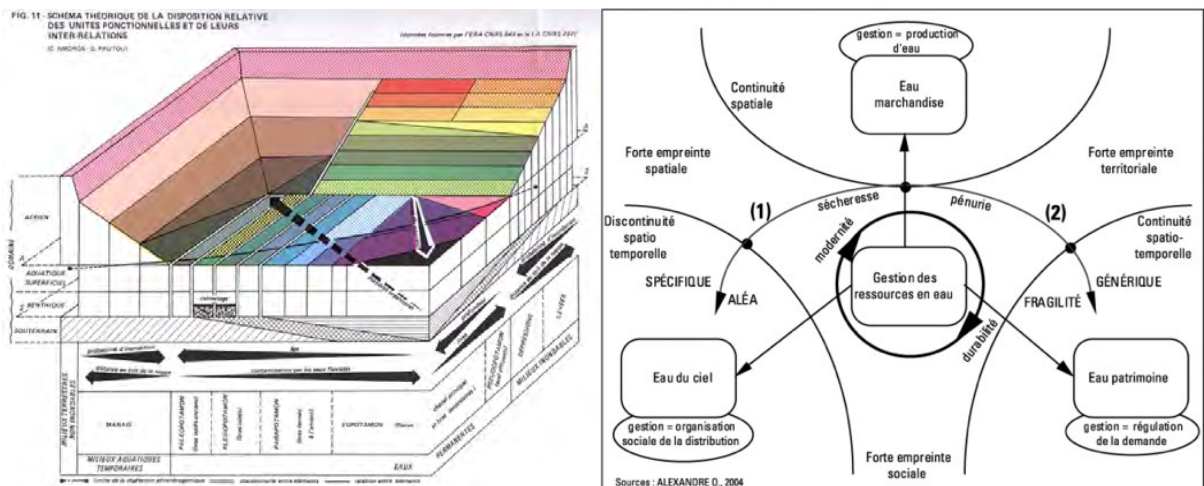


Figure 1 Les différentes dimensions de l'hydrosystème (Amoros et Roux, 1982) et du socio-hydrosystème (Alexandre, 2004)

Cette évolution a eu des conséquences importantes dans la perception et la gestion des cours d'eau. Les concepts de continuum fluvial et plus largement de connectivité (*fluvial continuity/discontinuity*) ont été utilisés lors de l'évaluation des impacts des barrages et des digues dès les années 1980 (Vannote *et al.*, 1980 ; Statzner & Higler, 1985 ; Stanford & Ward, 1983 ; 2001) et ils sont encore largement utilisés aujourd'hui. Devant l'échec des zonages classiques de protection des écosystèmes, la question de la connectivité s'est imposée comme un des enjeux importants pris en compte dans la gestion dans l'ensemble des milieux aquatiques à l'interface milieu-société, comme le montrent par exemple, dès les années 1990, la constitution des réseaux Natura 2000, la mise en place des « trames vertes et bleues » ou encore l'émergence de la notion de « solidarité écologique » (Mathevet *et al.*, 2010). Pour les cours d'eau, la notion « d'espace de liberté » ou de corridor érodable repose largement sur l'idée d'une connectivité retrouvée entre les différentes dimensions de l'hydrosystème (Piégay *et al.*, 1996).

Cette attention particulière portée à la connectivité entre les éléments des hydrosystèmes souligne, en creux, que ceux-ci ont vu leurs composantes appréhendées, formalisées et gérées de manière déconnectée

pendant des décennies. La construction d'infrastructures, la focalisation sur tel ou tel type de ressources ou d'exploitations ou l'importance symbolique d'un composant plutôt qu'un autre, ont créé des déséquilibres systémiques parfois perceptibles uniquement à certaines échelles spatiales ou temporelles, ou seulement en prenant en compte l'ensemble du système et non certains compartiments isolés. On peut ainsi citer la construction de barrages créant des déconnexions entre amont et aval des cours d'eau ; l'exploitation et la gestion différenciée des nappes phréatiques et des cours d'eau sans prendre en compte le lien organique entre les deux ; la non-prise en compte du caractère intégré des hydrosystèmes littoraux dans lesquels existe une interaction complexe entre les eaux de surface, les nappes et les eaux de mer ; ou encore les relations complexes eaux souterraines/eaux superficielles/zones humides. On peut aussi pointer souligner l'absence de prise en compte de certaines déconnexions, camouflées par la connexion physique que seule une analyse quantifiée permet de voir. Ainsi, si l'eau pompée par une centrale électrique est finalement réinjectée dans le système à peu de distance à l'aval, l'élévation de la température crée une déconnexion écologique...

Plus récemment, et dans le cadre de la prise de conscience de l'aspect intégré des socio-hydrosystèmes, des dynamiques de reconnexions ont commencé à apparaître, qu'elles soient spatiales (*connectedness*) ou fonctionnelles (*connectivity*) (Kondolf *et al.*, 2017). Celles-ci visent soit à rétablir de la connectivité (par exemple pour les flux de gènes, pour les sédiments, etc.) ou de la relation (par exemple entre une collectivité et son cours d'eau), soit à mettre en valeur les connexions avec des éléments à une échelle plus large, comme le changement climatique. La problématique de connexion ou de reconnexion des éléments d'un socio-hydrosystème selon une approche intégrée doit prendre en compte les risques de transfert de contaminants, voire de polluants liés à la restauration des flux entre un ou plusieurs compartiments. Ceci est particulièrement prégnant dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués.

4.2 Les différentes dimensions de la connectivité dans les socio-hydrosystèmes des OHM

Les questions de connexion/déconnexion/reconnexion et les modalités de (non) gestion et de (non) gouvernance qui lui sont associées peuvent se décliner sur plusieurs plans, à la fois spatiaux, environnementaux et socio-politiques :

- Entre le « grand cycle » et le « petit cycle de l'eau » ;
- Entre l'amont et l'aval (effet des barrages, gestion différenciée de territoires culturellement distincts comme les sources en montagne et les cours d'eau en plaine) ;
- Entre le linéaire fluvial et la plaine alluviale (digues, inondations, restauration des annexes, rôle écotonal des ripisylves, zones humides...);
- Entre deux rives (fleuve-frontière comme à Fessenheim ; frontières urbaines) ;
- Entre eaux de surface et eaux souterraines (voire zones humides) avec notamment l'enjeu des refuges thermiques dans un contexte de résilience vis-à-vis du changement climatique, et celui de l'alimentation en eau des nappes à partir du fleuve ou l'inverse ;
- Entre une société locale et ses cours d'eau (villes qui « tournent le dos » à leur rivière/*waterfront*, projets de reconquête des fronts d'eau en ville) ;
- Entre les prises d'eau au sein des fleuves ou rivières et les lieux d'utilisation de ces eaux (canaux d'irrigation ou d'alimentation en eau).

Ces différents plans peuvent se résumer en **trois dimensions spatiales (verticale, longitudinale et latérale)** dans lesquelles s'expriment des flux d'eau et de matière à différentes échelles temporelles et **une dimension de flux qui les met en relation** (Figure 1).

4.3 De nouvelles approches de la connectivité

L'objectif principal du projet est de **tester l'efficacité de la grille de lecture connexion/déconnexion/reconnexion appliquée aux socio-hydrosystèmes** en utilisant les situations

proposées par les sept OHM impliqués comme un échantillon de la variabilité des situations empiriques correspondant à cette approche théorique. L'objectif secondaire est de **réexplorer de manière critique et exemplifiée la notion de connectivité**, perçue très (peut-être trop) positivement par la communauté scientifique. **Notre hypothèse** est que **le trio de relations apparaît de manière constante dans les différentes régions** et qu'il propose une manière fertile de **retravailler le concept de socio-hydrosystème et de son état socio-écologique** mettant l'accent à la fois sur les évolutions socio-culturelles et sur les interactions fonctionnelles entre tous leurs composants. Pour valider cette hypothèse, nous utiliserons **deux fils conducteurs** qui seront déclinés à travers les différents tâches et OHM.

Le premier est l'**opposition visible/invisible** qui, bien qu'elle puisse représenter un catchword, peut se décliner à la fois comme « **ce qui n'est pas connu** » mais en « **ce qui n'est pas activement considéré** » (Wantzen *et al.*, 2016 ; 2019). Celle-ci est présente par exemple dans la différence entre eaux de surface (visibles) et les eaux souterraines (invisibles), pouvant expliquer une plus grande attention des sociétés aux premières qu'aux secondes, dont la disparition est plus difficile à estimer alors même que leur évolution dans un contexte de changement climatique est centrale pour les riverains comme pour les communautés vivantes, changement climatique qui est lui-même imperceptible et pourtant déjà bien réel dans ses effets sur les hydrosystèmes (Durand *et al.*, 2005). Elle se voit aussi dans le traitement des questions de pollution des eaux (ou des sédiments), les pollutions invisibles étant plus délicates sur le plan de la prise de conscience que les pollutions visibles des eaux de surface (Eschbach *et al.*, 2018 ; Jeannot *et al.*, 2019). Dans tous ces champs, la question de « rendre visible » les phénomènes aux yeux des sociétés concernées est capitale (Comby *et al.*, 2014 ; Gould, 1993).

Un deuxième fil conducteur sera la notion de « **point de bascule** » ou *tipping points*: "*Point or threshold at which small quantitative changes in the system trigger a non-linear change process that is driven by system-internal feedback mechanisms and inevitably leads to a qualitatively different state of the system, which is often irreversible. This new state can be distinguished from the original by its fundamentally altered (positive and negative) state-stabilizing feedbacks*" (Milkoreit *et al.*, 2018). Cette notion fait actuellement l'objet de nombreux débats scientifiques tant en sciences humaines et sociales qu'en sciences de l'environnement (Blanchon *et al.*, à paraître), tant sur leur existence même que sur leur prise en compte dans les politiques de gestion, et ce à toutes les échelles, de l'écosystème local aux limites planétaires (Hillebrand *et al.*, 2020; Otto *et al.*, 2020).

L'apport novateur de ce projet est d'utiliser le concept de point de bascule pour comprendre comment et où s'opèrent les connexions et déconnexions dans les socio-hydrosystèmes. Existe-t-il des seuils au-delà desquels le fonctionnement des socio-hydrosystème sera altéré de façon irréversible ? Est-il possible de les prévoir ? Inversement, les connexions/déconnexions peuvent-elles entraîner un basculement des socio-hydrosystèmes dans des modes de fonctionnement radicalement différents ? Ce questionnement, exploré par W. Graf dès 1979 à propos des hydrosystèmes de l'Ouest américain, rejoint les débats sur « l'effet cascade » (un petit changement et/ou la multiplication de petits changements pourrait entraîner un socio-hydrosystème dans un mode de fonctionnement très différent) ou encore plus largement sur les questions d'équilibre/déséquilibre des socio-écosystèmes après la construction/destruction d'ouvrages.

4.4 Méthodologie

L'approche proposée par ce projet consiste à ce que **chaque OHM prenne comme focus un socio-hydrosystème** dans l'espace géographique qu'il observe, et que ce système/objet **soit alors réexaminé systématiquement dans la perspective ternaire de connexion/déconnexion/reconnexion**, avec une insistance particulière sur les deux fils conducteurs évoqués plus haut. Les systèmes/objets observés possèdent une définition géographique (tableau 1) mais ils incluent d'autres dimensions/natures. Ils sont en effet des **milieux** (tourbière, lagune, champ captant, fleuve dans sa plaine alluviale...), **des objets techniques** (pont, barrage hydroélectrique, puits), des pratiques (pêche, agriculture...) ou encore **des espaces de**

gestion. On analysera ces systèmes/objets en considérant en parallèle les compartiments « hydro » (physique, pollutions, hydrologie, hydrogéologie, climat...), « éco » (exploitation, rôle économique) et « socio » (pratiques, exploitation économique, dimension culturelle).

Etant des territoires géographiquement situés, tous les OHM sont des socio-hydrosystèmes et dans le cas de ceux qui sont engagés dans le projet, cette dimension apparaît intimement liée à leur triptyque objet focal/événement fondateur/fait structurant : présence du Rhin expliquant l'installation de la centrale à Fessenheim, changement de philosophie d'aménagement du fleuve pour Vallée du Rhône, conséquences éventuelles de l'ouverture d'une mine open pit sur la nappe phréatique à Pima County, pollution du système lagunaire à Estareja, etc.

Tableau 1 : socio-hydrosystèmes envisagés pour chaque OHM impliqué

OHM	Socio-hydrosystème envisagé
Littoral méditerranéen	Lagune littorales et plaine alluviale associée
Vallée du Rhône	Corridor fluvial du Rhône
Fessenheim	Corridor fluvial du Rhin, chenaux secondaires et île du Rhin au droit du CNPE
Vicdessos	Hydrosystèmes en tête de bassin versant (tourbière et Bernadouze et lacs d'altitude)
Pima County	Zone de gestion des eaux « Tucson Active Management Area » correspondant au linéaire de la rivière Santa Cruz
Nunavik	Socio-hydrosystème de la rivière Umiujaq
Estareja	Hydrosystème fluvial et lagunaire d'Estareja

L'approche de chacun de ces objets de recherche sera double, comprenant une **révision des acquis des recherches précédentes** de l'OHM à son sujet afin de présenter les connexions/déconnexions/reconnexions qui s'y observent, et une **identification d'angles morts dans cette perspective, qui feront l'objet de recherches nouvelles** afin de les combler.

Les données et analyses produites pour l'ensemble des socio-hydrosystème seront alors **examinées dans une perspective et selon des méthodes comparatives** (Detienne, 2000 ; Vigour, 2005) et **interdisciplinaire** (Billaud, 2003 ; Claeys et Thiann-Bo, 2015 ; Chenorkian, 2021). L'objectif sera de trouver s'il existe des **déterminants communs** aux connexions/déconnexions/reconnexions, mais également si l'on peut identifier des **effets récurrents** qui pourraient servir pour anticiper les évolutions futures au sein des territoires observés ou plus largement dans l'ensemble des socio-hydrosystèmes mondiaux soumis aux mêmes conditions. Cette montée en généralisation suivra les principes de l'étude de cas (Woodside et Wilson, 2003) associée à une montée en généralité permise par la diversité de la palette analysée. Cette comparaison et le dialogue entre les différentes situations observées seront rendus possibles par l'élaboration d'un lexique commun basé sur le vocabulaire largement accepté par la communauté scientifique pour les socio-hydrosystèmes (Schumm, 1977 ; Neso, 1992 ; Amoros & Petts, 1993 ; Bravard & Petit, 1997).

Le projet est divisé en 6 tâches :

- **Tâche 1** : finalisation de la définition par les OHM des objets/systèmes analysés, constitution de la base de référence sur l'objet de recherche (compilation des travaux existants pour identifier les connexions/déconnexions/reconnexions, approche historique des connexions/déconnexions et de leur constitution) ; identification des angles morts qui feront l'objet de la recherche dans le cadre de ce projet : quelles déconnexions/reconnexions n'ont pas été identifiées ou explicitées, quel mécanisme précis veut-on analyser ? en quoi ils se relient aux deux fils conducteurs principaux ? quelles données manquent-elles ? etc. Le WP1 pourra s'appuyer sur la réalisation de frises chrono-systémiques pour synthétiser les observations et permettre la comparaison.

- **Tâche 2** : dimension verticale des connexions/déconnexions/reconnexions : le lien entre eaux de surface et eaux souterraines
- **Tâche 3** : dimension longitudinale des connexions/déconnexions/reconnexions : liens amont/aval
- **Tâche 4** : dimension latérale des connexions/déconnexions/reconnexions : liens entre les rives, frontières, flux latéraux
- **Tâche 5** : flux entre les différentes dimensions, pollutions, contaminations, mais aussi flux immatériels comme les solidarités amont/aval, les controverses de responsabilité, etc.
- **Tâche 6** : interaction entre OHM, avancement du projet ; organisation de 3 séminaires du projet, gestion et coordination.

OHM	Tâche 1	Tâche 2 Verticale	Tâche 3 Longitudinale	Tâche 4 Latérale	Tâche 5 Flux	Tâche 6 Coordination
Pima County	X	X	X			X
Estoreja	X	X		X	X	
Nunavik	X		X	X	X	
Littoral Méditerranéen	X	X	X	X	X	
Fessenheim	X	X	X	X	X	
Vallée du Rhône	X	X		X	X	
Vicdessos	X	X		X	X	

Annexe 1 Définition des objets de recherche et recherches/stages envisagés pour chaque OHM impliqué

OHM Estareja :

- Objet de recherche principal : hydrosystème fluvial et lagunaire situé à l'ouest de l'OHM, présence des antibiotiques dans les eaux de surface, contamination métallique et organique des eaux de surface et souterraines, salinisation des eaux douces par l'intrusion saline
- Nouvelles recherches
 - Les microplastiques dans les rivières Estarreja et leur rôle dans la propagation des agents pathogènes et de la résistance aux antibiotiques (**WP 5**)
 - La contamination métallique sélectionne-t-elle les bactéries dangereuses pour la santé humaine ? (**WP5**)
 - Délimitation interface eau douce/eau salée dans la zone de Baixo Vouga Lagunar (Aveiro) à l'aide de techniques géochimiques et géophysiques. (**WP 2**)
 - Évaluation de la qualité des sols agricoles après application d'engrais organiques. (**WP 4**)
 - L'effet de multiples facteurs climatiques sur la toxicité des sols historiquement contaminés. (**WP 5**)
 - Évaluer les effets des facteurs climatiques combinés (température, CO₂ et humidité du sol) sur les invertébrés du sol, en utilisant le sol contaminé du champ dans la région d'Estarreja et cela sera réalisé dans le cadre du projet METOXCLIM (**WP 4**)

OHM Nunavik :

- Objet de recherche principal : socio-hydrosystème de la rivière Umiujaq ; évolution de l'hydrosystème depuis la déglaciation (profondeur temporelle) ; évolution de l'hydrosystème en réponse au réchauffement climatique, entamé vers 1850 (fin de Petit Age Glaciaire en Amérique du Nord) et suite à l'établissement récent du village d'Umiujaq en 1986 ; impacts des changements affectant l'hydrosystème sur les résidents d'Umiujaq (hausse de turbidité de la rivière causée par les glissements de terrain, présence des contaminants dans l'eau, croissance des arbustes dans le bassin-versant engendrant le déclin de la végétation endémique produisant des petits fruits, apparition des étangs de thermokarst suite à la dégradation du pergélisol, apparition des barrages de castor, etc.)
- Nouvelles recherches :
 - Analyse diachronique des photographies aériennes de l'hydrosystème de Umiujaq (**WP 1**)
 - Évaluer la turbidité de la rivière de l'amont vers l'aval et déterminer les sources de cette turbidité en lien avec les conditions météorologiques (**WP 3**)
 - Évaluer la qualité de l'eau du point de vue toxicologique (**WP 5**)
 - Perception sociale de la qualité de l'eau et de la transformation du bassin-versant de la rivière Umiujaq (**WP 3**)

OHM Pima County

- Objet de recherche principal : zone de gestion des eaux (« Tucson Active Management Area ») et linéaire de la rivière Santa Cruz
- Nouvelles recherches :
 - Décisions des fermiers entre l'usage des eaux souterraines et des eaux de surface : connexions, seuils, déconnexions (**WP 2**)
 - Utilisation des eaux, entre surface water et ground water en fonction des seuils climatiques et sociaux (**WP 3**)

- Les problèmes écologiques et économiques causés par la déconnexion de gestion des eaux souterraines et des eaux de surface dans la Tucson AMA (**WP 2**)
- Inféro-flux et écoulement de surfaces, perception sociale et fonctionnement écologique (**WP 3**)

OHM Pyrénées - Vicdessos

- Objets de recherche principaux : Hydrosystèmes en tête de bassin versant (tourbière et Bernadouze et lacs d'altitude) ; stockage et soutien des étiages ; flux et transferts de contaminants ; Contaminations aux microplastiques ; impacts des pratiques sociales sur les hydrosystèmes ; trajectoires historiques des interactions sociétés/hydrosystèmes d'altitude.
- Nouvelles recherches :
 - Comprendre les configurations paysagères qui favorisent le stockage en période hivernale par l'analyse des flux verticaux de neige et des nappes d'eau souterraines dans le but de permettre une gestion active des territoires pour favoriser le stockage et le soutien des étiages (**WP 2**)
 - Rôle des usagers de la montagne sur la connectivité hydro-éco-géochimique en milieu montagnard ? Les flux de nutriments et micropolluants sont impactés par les espèces invasives, elles-mêmes associés à des pratiques très spécifiques et ponctuelles (spatialement et temporellement) comme l'alevinage. L'objectif est de construire un réseau d'interaction pour 3 bassins versants (Largentière, Bernadouze & Arbu, vallée de Bassiès) (**WP 3 et WP 5**)
 - Reconstitution géo-éco-historiques des connectivités amont/aval sur la longue durée (XVIII-XXI^e siècles) en liaison avec l'aménagement et l'exploitation de la ressource hydrique (**WP 3**)

OHM Fessenheim

- Objet de recherche principal : corridor fluvial du Rhin, chenaux secondaires et île du Rhin au droit du CNPE (situations contrastées de relation nappe-rivière).
- Nouvelles recherches :
 - Reconnexions hydro-sédimentaires et invisibilité des dynamiques de nappes dans le cadre de la réhabilitation des Mines de potasse d'Alsace sur l'île du Rhin au droit de la centrale – Quelles effets sur la fonctionnalité écologique du site ? (**WP 2**)
 - Événements de connexion/déconnexion hydro-sédimentaires sur les teneurs en polluants dans les sédiments alluviaux et les processus écologiques – modélisations chimiques, physiques et écologiques de points de bascule (**WP3**)
 - L'invisible dans la planification des actions de restauration induisant la remobilisation de sédiments (*e.g.* relargage, shear stress) ou de nouveaux flux de nappe dans un socio-hydrosystème (**WP4**)
 - Spéciation, mélange et concentration des contaminants provenant de l'environnement industriel et agricole : quelles influences sur la fonctionnalité de la biodiversité aquatique et riveraine des cours d'eau à différents niveaux trophiques par rapport au forçage hydro-climatique ? Notion de biodisponibilité (**WP5**)
 - Acteurs du Rhin et gestion des sédiments pollués : existe-il un cadre réglementaire de gestion des sédiments pollués ? (connexion ou déconnexion entre la réglementation/ la société avec l'existence de polluants dans le fleuve) ? (**WP5**)

OHM Vallée du Rhône

- Objet de recherche principal : corridor fluvial du Rhône
- Nouvelles recherches :
 - Approche interdisciplinaire sur les contaminants : flux, mesures versus perceptions sociales d'éléments invisibles (**WP 5**)

- En cas de pollution accidentelle sur le Rhône, la connexion des milieux serait-elle ou pas un atout? Réflexions croisées entre déconnexion, connexion, reconnexion (**WP 5**)
- Enjeux croisés Eaux Souterraines/Eaux de surface dans le cadre du changement climatique (**WP 2**)
- Le réinvestissement des berges du fleuve dans la ville : de la déconnexion à la reconnexion ? (**WP 4**)

OHM Littoral méditerranéen

- Objet de recherche principal : lagune littorales et plaine alluviale associée
- Nouvelles recherches :
 - Représentation fonctionnelle de la dépendance des lagunes littorales aux flux d'eau douce d'origine souterraine et de leur prise/non-prise en compte dans les politiques de gestion (connectivité aquifères/lagunes). (**WP2**)
 - Flux contaminants archivés dans les eaux souterraines et transferts de polluants vers les lagunes littorales. Impact de la prise en compte de la connectivité/non-connectivité aquifère/lagune dans les dégradations qualitatives observées (cas de polluants émergents et des produits phytosanitaires). (**WP5**)
 - Connectivité mer/lagunes/plaine-littorale, impact des modifications anthropiques des gaux et aménagements hydrauliques (récents et historiques) sur l'équilibre hydrologique et écologique des hydrosystèmes lagunaires (écologie, biseau salé, salinisation des sols, ...). (**WP3**)

Annexe 2 Bibliographie

- AMOROS C., PETTS G.E. (éds.) (1993) : *Hydrosystèmes fluviaux*. Paris : Masson, 1993. 300 p.
- BETHEMONT J. (1999) : *Les grands fleuves : entre nature et société*. Paris : Armand Colin/Masson, 1999. 256 p.
- BILLAUD J.-P. (2003), « De l'objet de l'interdisciplinarité à l'interdisciplinarité autour des objets », *Nature Sciences Sociétés*, 11, 29-36.
- BLANCHON D., WEISS D., FERRIERE R., à paraître, « Do Tipping Points Really Exist in Socio-ecological Systems? », *COSUST*.
- BRAVARD J.-P. et PETIT F. (1997). *Les cours d'eau : dynamique du système fluvial*. Paris : A. Colin.
- BRAVARD J.-P. (1998) : Le temps et l'espace dans les systèmes fluviaux, deux dimensions spécifiques de l'approche géomorphologique. *Annales de Géographie*, 1998, n°599, p.3-15.
- BRAVARD J.-P. et MALAVOI J.-R. (2010) : *Éléments d'hydromorphologie fluviale*. Vincennes : Éditions ONEMA.
- BRAVARD J. P. et PIEGAY, H. (2000) : « L'interface Nature Société dans les hydrosystèmes fluviaux ». *Geocarrefour*, vol 75 4/2000, p. 273-274.
- CHENORKIAN R. (2021), "Conception and implementation of interdisciplinarity in the human-environment observatories (ohm, cnrs)", *Nature, Sciences, Sociétés*, doi : 10.1051/NSS/2021003
- CHORLEY R. J. (1962) : *Geomorphology and general systems theory, US Geological Survey Professional Paper, No. 500-B, 1962*.
- CLAEYS C. et THIANN-BO M. (2015). « L'apport de la sociologie à l'analyse des invasions biologiques : retour d'expériences et pistes de recherche pour dépasser déceptions méthodologiques et irritation épistémologiques », *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 70, 12, 175-190.
- COMBY E., LE LAY Y.-F. et PIEGAY H., (2014). "How chemical pollution becomes a social problem. Risk communication and assessment through regional newspapers during the management of PCB pollutions of the Rhône River (France)". *Science of the Total Environment*, 482-483, p. 100-115.
- DETIENNE M. (2000) *Comparer l'incomparable*, Paris, Éd. du Seuil, 134 p.
- DURAND, S., CHABAUX, F., RIHS, S., DURINGER, P., & ELSASS, P. (2005). U isotope ratios as tracers of groundwater inputs into surface waters: example of the Upper Rhine hydrosystem. *Chemical Geology*, 220(1-2), 1-19.
- ESCHBACH, D., SCHMITT, L., IMFELD, G., MAY, J. H., PAYRAUDEAU, S., PREUSSER, F., ... & SKUPINSKI, G. (2018). Long-term temporal trajectories to enhance restoration efficiency and sustainability on large rivers: an interdisciplinary study. *Hydrology and earth system sciences*, 22(5), 2717-2737.
- GOULD K., (1993) « Pollution and Perception: Social Visibility and Local Environmental Mobilization », *Qualitative Sociology* 16, n° 2, pp. 157-178,.
- GRAF W.L. (1979) : Catastrophe theory as a model for change in fluvial systems. In RHODES D.D., WILLIAMS G.P. (éds.) *Adjustment of the fluvial System*, p.13-32.
- HILLEBRAND H., DONOHUE I., HARPOLE W. S. *et al.* (2020), "Thresholds for ecological responses to global change do not emerge from empirical data". *Nature Ecology & Evolution*. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1256-9>.
- JEANNOT, B., WEILL, S., ESCHBACH, D., SCHMITT, L., & DELAY, F. (2019). Assessing the effect of flood restoration on surface–subsurface interactions in Rohrschollen Island (Upper Rhine river–France) using integrated hydrological modeling and thermal infrared imaging. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(1), 239-254.
- KONDOLF GM. et PINTO PJ, (2017), "The social connectivity of urban rivers", *Geomorphology*. [Volume 277](#), pp. 182-196

- MATHEVET, R., THOMPSON, J., DELANOË, *et al.* (2010). « La solidarité écologique : un nouveau concept pour une gestion intégrée des parcs nationaux et des territoires », *Natures Sciences Sociétés*, 4(4), 424-433. <https://doi.org/>
- MILKOREIT M., HODBOD J., BAGGIO J., *et al.* (2018): “Defining tipping points for social-ecological systems scholarship—an interdisciplinary literature review”, *Environmental Research Letters*, 13 (3), 033005.
- NESO M. (1992). *Land, Water and development, River Basin Systems and their sustainable Management*. Routledge, London.
- OTTO I.M., DONGES J.F., CREMADES R., *et al.*, 2020. Social tipping dynamics for stabilizing Earth’s climate by 2050. *Proc Natl Acad Sci USA* 117, 2354. <https://doi.org/10.1073/pnas.1900577117>
- PETTS G.E., 1984: *Impounded Rivers*. Wiley, Chichester.
- PIEGAY H., BARGE O., BRAVARD J.-P., LANDON N. et PEIRY J. -L (1996) : Comment délimiter l’espace de liberté des rivières ? Congrès de la SHF, 24èmes journées de l’Hydraulique, *L’eau, l’homme et la nature*, Paris, 18-19-20 sept 1996, p. 275-284
- ROUX A.-L. (1982) : *Cartographie polythématique appliquée à la gestion écologique des eaux : étude d’un hydrosystème fluvial : le haut Rhône français*, PIREN Rhône. Paris : Editions CNRS , 113 p
- SCHUMM S.A.. (1977) : *Fluvial system*. New York : John Wiley. 338 p.
- STANDFORD J.V. et WARD J.A. (1983) : « The Serial Discontinuity Concept of Lotic Ecosystem », in Fontaine T.D. et Bartell S.M. (eds) *Dynamic of Lotic Ecosystems*, Ann Arbor science, p. 29-42.
- STANDFORD J.V. et WARD J.A. (2001) : « Revisiting the Serial Discontinuity Concept », *Regulated Rivers*, vol. 17, n°4-5, p. 303-310.
- STATZNER B. et HIGLER B. (1985), “Questions and comments on the River Continuum Concept”, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 42, p. 1038-1044.
- VANNOTE RL, MINSHALL GW., CUMMINS KW *et al.* (1980), « The River Continuum Concept », *Can. J. Aquat. Sci.* 37, p.130-137.
- VIGOUR C. (2005) *La comparaison dans les sciences sociales. Pratiques et méthodes*, Pris : La Découverte, 336 p.
- WANTZEN K.M., ALVES C.B., BADIANE S.D., *et al.* (2019): Urban stream and wetland restoration in the Global South – a DPSIR analysis. *Sustainability* 2019, 11, 4975 (48pp); doi:10.3390/su11184975, <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/4975>
- WANTZEN K.M., BALLOUCHE A., LONGUET I. (2016): River Culture: an eco-social approach to mitigate the biological and cultural diversity crisis in riverscapes. *Ecohydrology & Hydrobiology* 16 (1): 7-18 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecohyd.2015.12.003>
- WARD J.V., STANFORD J.A. (1995) : The serial discontinuity concept : extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers : Research and Management*, 1995, vol 10, n°2-4, p. 159-168.
- WOODSIDE A. G. & WILSON E. J. (2003). “Case study research methods for theory building.”, *Journal of Business & Industrial Marketing*, 18(6-7), 493-508.