

# Recueil des posters

Présentation FR/ENG des 18 posters exposés

International Symposium of LabEx DRIIHM

Inter-Disciplinary Research Facility on Human-Environment Interactions

ANR-11-LABX-0010

June 5th-7th, 2024 – Montpellier (France)



## **OHM Bassin Minier de Provence**

---

① *Deep-sea benthic foraminiferal faunas and elemental composition to monitor ecosystem recovery after decades of bauxite residues disposal at sea / Evaluer la récupération de l'écosystème benthique du canyon de Cassidaigne depuis l'arrêt des rejets en mer de résidus de bauxite : faunes vivantes et composition élémentaire des foraminifères benthiques* par Laetitia Licari, Christian Grenz, Sophie Sepulcre, Pauline Gely, Deny Malengros, Thibault de Garidel-Thoron

## **OHMi Estarreja et interOHM (projet SASI)**

---

② *Analysis of POPs in OHM Food Systems: Towards Understanding Contamination and Dispersion / Analyse des POPs dans les Systèmes Alimentaires des OHMs : Vers une Compréhension de la Contamination et de la Dispersion* par Nathalie El Deghel, Michael Rapinski, Priscilla Duboz, Damien Davy, Richard Raymond, Eduardo Ferreira da Silva, Anaïs Vénisseau, Philippe Marchand, Jean-Philippe Bedell

## **OHM Fessenheim**

---

~~③ *Energy & Climate Transition of the Fessenheim territory (Haut-Rhin, France) towards a Smart Renewable Energy System – Scenarios simulation & Planning / Transition énergie climat du territoire de Fessenheim (Haut-Rhin, France) vers un Système Energétique Renouvelable Intelligent – Simulation de scénarios et planification* par Thierry de Larochelambert, Florian Labaude et Nadège Blond – Poster non transmis~~

④ *Cartographic diagnosis of the representations of a nuclear territory after the closure of a power plant. The case of Fessenheim (France) / Diagnostic cartographique des représentations d'un territoire nucléaire après la fermeture d'une centrale. Le cas de Fessenheim (France)* par Valentine Ern -Heintz et  ric Maire

## **OHM Littoral méditerranéen**

---

⑤ *Plastiques et AntibioRésistance en Eaux Littorales / Plastics and antimicrobial resistance of bacteria in coastal waters* par Yen Vo-Hoang, Juliette Brendl -Nicolas, Agnès Masnou, Sarah Gu rois, Sylvain, Pioch, Mylène Toubiana, Fabien Aujoulat, Patrick Monfort, Vanina Pasqualini, Chrystelle Montigny, Stefanyia Hantova, Estelle Jumas-Bilak et Patricia Licznar-Fajardo

⑥ *ECODRAPOMED - Etude COmparative de la problématique des DRAgages PORTuaires au nord et au sud de la Méditerranée / Comparative Study of the Issue of Port Dredging in the North and South of the Mediterranean* par C. Montigny, P. Monfort, C. Chouba, A. Domeau, S. Delpoux, R. Freydier, M. Toubiana, S. Hantova, A. Hzami, O. Amrouni, A. Ouni et A. Sebei

## **OHMi Nunavik**

---

- 7 *Identification of avalanche-prone areas through topographic analysis in Nunavik / Identification des zones propices aux avalanches par analyses topographiques au Nunavik* Par Vincent Fillion, Armelle Decaulne, Najat Bhiry
- 8 *Connectivity changes between slopes and Umiujaq River, Nunavik, Canada / Changement de connectivité entre les versants et la rivière d'Umiujaq, Nunavik, Canada* par Anne-Julia Rollet, Vincent Fillion, Najat Bhiry, Armelle Decaulne
- 9 *Contaminant diversity on Umiujaq territory, Nunavik, Canada / La diversité des contaminants sur le territoire d'Umiujaq, Nunavik, Canada* par Thora Herrmann, Fabienne Joliet, Julien Gigault, Manon Gibaud, Véronique Coxam, Laine Chanteloup, Gaud Dervilly, Najat Bhiry, Danielle Cloutier, Anne-Julia Rollet, Beatriz Funatsu, Armelle Decaulne

## **OHM Pays de Bitche**

---

- 10 *Renaturation of the militarized hydrosystems of the Pays de Bitche / Renaturer les hydrosystèmes militarisés du Pays de Bitche* par Denis Mathis, Emmanuel Chiffre, Anne Mathis, (LOTERR)
- 11 *Reconfigurations of the territorial organization of the Pays de Bitche following the departure of the army / Reconfigurations de l'organisation territoriale du Pays de Bitche après le départ de l'armée* par Camille Meplain, Pierric Calenge, Anne Mathis, Denis Mathis (LOTERR)
- 12 *The forests of Pays de Bitche 250 years ago: a reconstruction / Une reconstitution des forêts du Pays de Bitche d'il y a 250 ans* par Xavier Rochel (LOTERR)

## **OHMi Pima County**

---

- 13 *Seed-Based Compromises and Adaptations in Drought-Resistant Plants Facing Extreme Metal Contamination / Compromis et adaptations basés sur les graines chez les plantes résistantes à la sécheresse confrontées à une contamination métallique extrême* par Kamila Murawska-Wlodarczyk, Antony van der Ent, Tomasz Wlodarczyk, Aneta Słomka, Wojciech J. Przybyłowicz, Jolanta Mesjasz-Przybyłowicz, Raina M. Maier, Alicja Babst-Kostecka
- 14 *Utilizing Vegetation Surveys at Legacy Mine Sites to Uncover Metal Accumulation and Tolerance Strategies in Native Plants / Utilisation d'enquêtes sur la végétation dans les sites miniers historiques pour découvrir les stratégies d'accumulation et de tolérance aux métaux chez les plantes indigènes* par Tomasz Wlodarczyk, Kamila Murawska-Wlodarczyk, Owyn Stokes, Yves-Marie Legrand, Claude Grison, Raina M. Maier, Alicja Babst-Kostecka

## **OHMi Tessekere**

---

15 *Food transition in the Ferlo / La transition alimentaire dans le Ferlo* par Lucille Brunone, Priscilla Duboz, Laurence Tibère

16 *Wildlife diversity in Koyli Alpha and surroundings (Ferlo, North Senegal): reptiles, birds and large wild mammals / Biodiversité animale à Koyli Apha et environs (Ferlo, Nord Sénégal): reptiles, oiseaux et grands mammifères sauvages* par Mamadou THIAW, Ablaye DIOP, Anna NIANG, Ivan INEICH<sup>2</sup>, Papa Ibnou NDIAYE

18 *The construction of biodiversity as a boundary object within the OHMi Tessekere / La construction de la biodiversité en tant qu'objet frontière au sein de l'OHMi Tessekere* par Priscilla Duboz, Papa Ibnou Ndiaye, Gilles Boetsch et Aliou Guisse

## **OHMi Territoires Miniers du Maroc Oriental**

---

17 *Mining Territories of Eastern Morocco / Territoires Miniers du Maroc Oriental* par Abdelaziz Smouni, Clément Levard

## Deep-sea benthic foraminiferal faunas and elemental composition to monitor ecosystem recovery after decades of bauxite residues disposal at sea

---

Laetitia LICARI<sup>1</sup>, Christian GRENZ<sup>2</sup>, Sophie SEPULCRE<sup>3</sup>, Pauline GELY<sup>2</sup>, Deny MALENGROS<sup>2</sup>,  
Thibault de GARIDEL-THORON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aix Marseille Université, CNRS, IRD, INRAE, CEREGE, Aix en Provence, France; licari@cerege.fr

<sup>2</sup> Aix Marseille Université, Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO, Marseille, France;  
christian.grenz@mio.osupytheas.fr

<sup>3</sup> Université Paris-Saclay, CNRS, GEOPS, Orsay, France; sophie.sepulcre@universite-paris-saclay.fr

---

In December 2015, an almost 50yrs continuous dumping of solid bauxite residues into Cassidaigne canyon (NW Mediterranean Sea, France) was finally replaced by liquid effluent of residual waters. While impacted sediments exhibit contamination by metals such as titanium, vanadium or chromium, toxicity of red muds on deep-sea benthic communities was assumed to be negligible. Mechanical disturbance was believed to be the main environmental impact of dumping on benthic environment, downslope spreading of fine-grained residues preventing settlement by macro- and microfauna in the canyon axis (Dauvin, 2010). Assessing the recovery of benthic communities since 2015 remains critical, given the accumulation and persistence of "historical" bauxite residues in the canyon. Furthermore, it represents a unique and reachable natural laboratory to finely study recolonization of disturbed seafloor by benthic foraminifera at various spatial- and temporal scales. Between 2017 and 2020, we proceeded to a seasonal survey of living benthic foraminifera and sediment oxygen fluxes at several stations located in contrasted environments in Cassidaigne canyon (i.e., outside, and in the severely red mud-impacted axis). Our results show that standing stocks and diversity remain extremely low in the canyon axis. Fauna is still dominated by opportunistic species. We do not detect a significant recolonization of impacted sediment compared to historical faunal data analyzed before the cessation of red-mud disposal (Fontanier et al., 2012), although our data suggest a slight diversity increase, as well as amplified seasonal dynamics. Analysis of the elemental composition of several calcareous species suggests an enrichment in Fe, already observed by Fontanier et al (2012) but which cannot be explained by a methodological bias. We also observed an overall increase in Pb/Ca, Al/Ca, Ti/Ca, Zn/Ca, and Mn/Ca values, approaching values recorded in polluted sites. These results highlight the need to continue monitoring benthic ecosystem recovery in the future.

---

### *Evaluer la récupération de l'écosystème benthique du canyon de Cassidaigne depuis l'arrêt des rejets en mer de résidus de bauxite : faunes vivantes et composition élémentaire des foraminifères benthiques*

Depuis décembre 2015, près de 50 ans de rejets continus en mer de résidus de bauxite ont cessé dans le canyon de Cassidaigne (Méditerranée Occidentale, France), remplacés par un effluent liquide d'eaux résiduelles. Si les sédiments impactés présentent une contamination par divers métaux (e.g., titane, vanadium, chrome), la toxicité des résidus sur les communautés benthiques profondes a été jugée négligeable. L'envasement du milieu lié à l'important déversement de particules fines a été identifié comme le principal impact environnemental sur le milieu benthique, empêchant la colonisation par la macro- et la microfaune dans l'axe du canyon (Dauvin, 2010). Evaluer la récupération des communautés benthiques suite à l'arrêt des rejets reste d'une importance critique, compte tenu de

l'accumulation et de la persistance des résidus "historiques" dans le canyon. Ce site représente par ailleurs un laboratoire naturel unique pour l'étude de la recolonisation de fonds perturbés par les foraminifères benthiques à différentes échelles spatiales et temporelles. Entre 2017 et 2020, nous avons procédé à un suivi saisonnier des foraminifères benthiques vivants et des flux d'oxygène dans les sédiments à plusieurs stations situées dans des environnements contrastés du canyon. Nos résultats montrent que l'abondance et la diversité des faunes de foraminifères restent faibles dans l'axe du canyon. La faune est toujours dominée par des espèces opportunistes, telles que les Bulimids. La comparaison avec des données faunistiques issues d'un site proche plusieurs années avant l'arrêt des rejets n'indique à ce jour aucun changement significatif dans la recolonisation des sédiments impactés (Fontanier et al., 2012), bien que nos données suggèrent une légère augmentation de la diversité, ainsi qu'une dynamique saisonnière. L'analyse de la composition élémentaire de plusieurs espèces calcaires suggère un enrichissement en Fe, déjà observé par Fontanier et al (2012) mais qui ne peut être expliqué uniquement par un biais méthodologique. Nous avons également observé une augmentation globale des valeurs de Pb/Ca, Al/Ca, Ti/Ca, Zn/Ca et Mn/Ca, approchant les valeurs déjà observées dans d'autres sites pollués. Ces résultats soulignent la nécessité de continuer à surveiller l'évolution de l'écosystème benthique du canyon dans le futur.

## Analysis of POPs in OHM Food Systems: Towards Understanding Contamination and Dispersion /

---

Nathalie El Deghel<sup>1</sup>, Michael Rapinski<sup>2</sup>, Priscilla Duboz<sup>3</sup>, Damien Davy<sup>4</sup>, Richard Raymond<sup>2</sup>, Eduardo Ferreira da Silva<sup>5</sup>, Anaïs Vénisseau<sup>6</sup>, Philippe Marchand<sup>6</sup>, Jean-Philippe Bedell<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Claude Bernard Lyon 1, LEHNA UMR 5023, CNRS, ENTPE, F-69518, Vaulx-en-Velin, France

<sup>2</sup> UMR 7206 Eco-Anthropologie (CNRS, MNHN, Université Paris-Cité), 75116 Paris, France

<sup>3</sup> IRL 3189, Environnement, Santé, Sociétés, Dakar BP15241, Sénégal

<sup>4</sup> UAR 3456 LEEISA (CNRS, Université de Guyane, IFFREMER), Cayenne 97300, French Guiana

<sup>5</sup> Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

<sup>6</sup> Oniris, INRAE, LABERCA, 44300 Nantes, France

---

### *Analysis of POPs in OHM Food Systems: Towards Understanding Contamination and Dispersion*

In the context of the Transverse project SASI (Système Alimentaire Sous Influence), the OHMs studied, Estarreja (Portugal), Téssékéré (Senegal), Oyapock (French Guiana), Littoral-Caraïbe (Guadeloupe), have been influenced by a "disrupting event" that led to a reorganization (mutation) of dietary practices and pre-existing conceptions regarding nature, agroecological systems, and supply methods (self-production, local markets, and imports). However, food can contain persistent chemical contaminants, which can be transmitted and accumulated. Thus, a screening of levels of certain Persistent Organic Pollutants (POPs) was carried out in foods from these OHMs, using a multi-matrix approach with various sources (local and imported) to better characterize the dispersion of these contaminants. These pollutants are among the first 12 POPs (Dirty dozen) listed in the Stockholm Convention due to their persistence and toxicity. To this end, sampling campaigns were carried out in the 4 OHMs, allowing for the collection of 234 diverse samples. POPs analyses were performed at LABERCA (LABoratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments; UMR1329 INRAE/Oniris; Nantes) using the "Pressurized Liquid Extraction (PLE)" method and gas chromatography coupled with high-resolution mass spectrometry to analyze PCDD/Fs (Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs)) as well as PCBs (Polychlorinated Biphenyls) and OCPs (Organochlorine Pesticides). Two samples showed extreme values: an imported fish in Estarreja with 172.99 pg/g WHO-TEQ non-coplanar PCBs; and a local cow milk butter from the Téssékéré OHM with 16.58 pg/g WHO-TEQ PCDD. Although these values are extreme compared to other matrices studied, they remain below the maximum levels of WHO-TEQs 2005 (Toxic Equivalent Quotient) set by Commission Regulation 2023/915 of the European Commission (EC) concerning maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. This study on POPs is the first of its kind in these four observatories with such a diversity of food typologies. The next steps will include inorganic contaminants (trace elements). These results offer perspectives on the dispersion of contamination in food, an aspect that has never been explored before in these observatories, and which is a necessary preamble to any study towards health risk.

---

## *Analyse des POPs dans les Systèmes Alimentaires des OHMs : Vers une Compréhension de la Contamination et de la Dispersion*

Dans le cadre du projet Transverse SASI (Système Alimentaire Sous Influence), les OHMs étudiés, Estarreja (Portugal), Tèssékéré (Sénégal), Oyapock (Guyane), Littoral- Caraïbe (Guadeloupe), ont été influencés par un « élément fondateur » qui a engendré une réorganisation (mutation) des pratiques alimentaires et des conceptions préexistantes concernant la nature, les systèmes agroécologiques et les méthodes d'approvisionnement (autoproduction, marchés locaux et importations). Or les aliments peuvent contenir des contaminants chimiques persistants, qui peuvent être transmis et accumulés. Ainsi, un screening des niveaux de certains Polluants Organiques Persistants (POPs) a été réalisé dans des aliments de ces OHM, en utilisant une approche multi-matricielle avec divers sources (locales et importées) pour mieux caractériser la dispersion de ces contaminants. Ces polluants font partie des 12 premiers POPs (Dirty dozen) listés dans la convention de Stockholm en raison de leur persistance et de leur toxicité. Pour cela, des campagnes d'échantillonnage ont été conduites dans les 4 OHMs, permettant de prélever 234 échantillons divers. Les analyses des POPs ont été réalisées au LABERCA (LABoratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments ; UMR1329 INRAE/Oniris ; Nantes) en utilisant la méthode « Pressurized Liquid Extraction (PLE) » et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse haute résolution pour analyser les PCDD/F (Polychlorodibenzo-p-dioxine (PCDDs), Polychlorodibenzofuranes (PCDFs)) ainsi que des PCB (Polychlorobiphényles) et des POC (Pesticides Organochlorés). Deux échantillons présentent des valeurs extrêmes : un poisson importé à Estarreja à 172,99 pg/g de MG en PCB-DL non coplanaire ; et un beurre de lait de vache local de l'OHM Tessékéré à 16,58 pg/g de MG en PCDD. Bien que ces valeurs soient extrêmes par rapport aux autres matrices étudiées, elles restent inférieures aux teneurs maximales des TEQs-OMS<sub>2005</sub> (Equivalents Toxiques) fixées par le règlement 2023/915 de la Commission Européenne (CE) concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires. Cette étude sur ces POPs est la première du genre dans ces quatre observatoires avec une telle diversité de typologie d'aliments. Les prochaines étapes incluront les contaminants inorganiques (éléments traces métalliques). Ces résultats offrent des perspectives sur la dispersion de la contamination dans les aliments, un aspect qui n'a jamais été exploré auparavant dans ces observatoires, et qui est un préambule nécessaire à toute étude vers le risque pour la santé.

## Energy & Climate Transition of the Fessenheim territory (Haut-Rhin, France) towards a Smart Renewable Energy System – Scenarios simulation & Planning

---

Thierry de LAROCHELAMBERT<sup>1\*</sup>, Florian LABAUDE<sup>2</sup>, Nadège BLOND<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Franche-Comté, Institut FEMTO-ST, Besançon, France.

<sup>2</sup>Université de Strasbourg, LIVE CNRS, Strasbourg, France

---

The ESTEES project, Evaluation of Scenarios for an Energy, Economic and Social Transition of the Fessenheim Region, aims to model and simulate possible and sustainable transformations of the current energy-climate system of the French department of Haut-Rhin as sustainable pathways in respect of the Paris Agreement.

A reference scenario of the current energy system is first validated with an hourly simulation using the EnergyPLAN analysis program and a specifically built large, detailed energy-greenhouse gases (GHG) database. Second, simulations of the future energy system by 2030-2050 are completed on the basis of the regional energy-climate plans 2030-2050, exhibiting some inconsistencies between the planned structures and the goals.

Therefore, different changes in energy structures, production, storage, conversion and use are tested separately as sensitivity parameters to evaluate the corresponding improvements in energy savings, efficiency increase, reduction of GHG emissions and electricity imports. In a further step, they are combined together in a synergy methodology to achieve climate and efficiency targets, using the Smart Renewable Energy System's concepts of cross-sector coupling and flexibilities control. Simulations of this improved energy structure demonstrate its ability to phase out all fossil and nuclear fuels and rely only on renewable energy while greatly reducing electricity exchange and GHG emissions.

---

### *Transition énergie-climat du territoire de Fessenheim (Haut-Rhin, France) vers un Système Énergétique Renouvelable Intelligent – Simulation de scénarios et planification.*

Le projet ESTEES, Évaluation des scénarios pour une transition énergétique, économique et sociale de la région de Fessenheim, vise à modéliser et simuler les transformations possibles et soutenables du système énergie-climat actuel du département français du Haut-Rhin en tant que voies durables dans le respect de l'Accord de Paris.

Un scénario de référence du système énergétique actuel est d'abord validé par simulation horaire à l'aide du programme d'analyse EnergyPLAN et d'une base de données énergie-gaz à effet de serre (GES) large et détaillée construite à cet effet. Des simulations du futur système énergétique à l'horizon 2030-2050 sont ensuite réalisées sur la base des plans régionaux énergie-climat 2030-2050, montrant certaines incohérences entre les structures planifiées et les objectifs.

Différentes modifications sont alors introduites dans les structures, la production, le stockage, la conversion et l'utilisation de l'énergie et testés séparément en tant que paramètres de sensibilité pour quantifier les améliorations correspondantes en matière d'économies d'énergie, de réduction des émissions de GES et importations d'électricité, d'augmentation de l'efficacité. Elles sont ensuite

combinées dans une méthodologie de synergie pour atteindre les objectifs en matière de climat et d'efficacité, en utilisant les concepts de couplage intersectoriel et de régulation des flexibilités du Système Energétique Renouvelable Intelligent (SERI). Les simulations de cette structure énergétique améliorée démontrent sa capacité à éliminer progressivement tous les combustibles fossiles et nucléaires et à s'appuyer uniquement sur les énergies renouvelables, tout en réduisant considérablement les échanges d'électricité et les émissions de GES.

## Cartographic diagnosis of the representations of a nuclear territory after the closure of a power plant. The case of Fessenheim (France)

---

Valentine Ern -Heintz<sup>1\*</sup>,  ric Maire<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre Européen de recherche sur le Risque, le Droit des Accidents Collectifs et des Catastrophes (CERDACC), UR 3992, Université de Haute-Alsace, Mulhouse, France.

<sup>2</sup>Laboratoire Image Ville Environnement (LIVE), UMR 7362, Université de Strasbourg, Strasbourg, France.

---

The closure of the nuclear power plant questions the notions of energy and territorial transitions. Could this event be the trigger for a reconversion of the territory? And, if so, how do residents imagine it? This contribution aims to reveal spontaneous representations of a nuclearized territory, to measure the place of nuclear power in discourse and its scope of impact. The protocol was constructed so that local residents were an integral part of the scientific activity by involving them in the production of knowledge on their territory. The objective is to test their ability to tackle a question – post-nuclear – in order to analyse their representations of the territory’s issues in a particular context, that of the closure of a single nuclear industry on which an entire commune has built its development. We are testing this hypothesis with local residents in order to access the propensity to go beyond nuclear identity and to project themselves, via their local practices, into another history (whether industrial or not). The approach is innovative in two ways: on the one hand, it is interested in the denuclearization process and, on the other hand, it uses the perception-based regional mapping (PBRM) non-directive method, in order to understand how citizens represent the challenges of the territory after the closure of the plant, and if nuclear power lastingly marks the identity of a territory. To do this, it involves conducting cartographic interviews to reveal the perceived issues, the spirit of the places experienced as experienced by the site inhabitants.

---

### *Diagnostic cartographique des représentations d’un territoire nucléaire après la fermeture d’une centrale. Le cas de Fessenheim (France)*

La fermeture de la centrale nucléaire questionne profondément les notions de transitions énergétique et territoriale et leurs articulations. Cet  v nement peut-il être le déclencheur d’une reconversion du territoire ? Et si oui, comment les habitants se le représentent-ils ? Cette contribution a pour objectif de faire apparaître les représentations spontanées d’un territoire nucl aris , de mesurer la place du nucléaire dans les discours et son périmètre d’impact. Le protocole s’est construit de sorte que des riverains soient parties intégrantes de l’activité scientifique en les impliquant dans la production de connaissances sur leur territoire. L’objectif est de tester leur capacité à s’emparer d’une question – le postnucl aire – afin d’analyser leurs représentations des enjeux du territoire dans un contexte particulier, celui de la fermeture d’une mono-industrie nucléaire sur laquelle toute une commune a construit son développement. Nous testons cette hypothèse auprès d’habitants du territoire afin d’évaluer la propension à dépasser l’identité nucléaire et à se projeter, via leurs pratiques du territoire, dans une autre histoire (qu’elle soit industrielle ou non). L’approche est novatrice à double titre : d’une part, elle s’intéresse au processus de dénucléarisation et, d’autre part, elle utilise la méthode non- directive ZADA, Zone A Dires d’Acteurs, afin de comprendre comment des citoyens, des « pratiquants d’un territoire nucléaire », se représentent les enjeux du territoire après la fermeture de la centrale, et si le nucléaire marque durablement l’identité d’un

territoire. Pour ce faire, il s'agit de mener des entretiens cartographiques pour faire révéler les enjeux perçus, l'esprit des lieux vécus tels perçus par des habitants du site.

## Plastics and antimicrobial resistance of bacteria in coastal waters

---

Yen Vo-Hoang<sup>1</sup>, Juliette Brendlé-Nicolas<sup>2</sup>, Agnès Masnou<sup>2</sup>, Sarah Guérois<sup>2</sup>, Sylvain Pioch<sup>3</sup> Mylène Toubiana<sup>2</sup>, Fabien Aujoulat<sup>2</sup>, Patrick Monfort<sup>2</sup>, Vanina Pasqualini<sup>4</sup>, Chrystelle Montigny<sup>2</sup>, Stefanyia Hantova<sup>2</sup>, Estelle Jumas-Bilak<sup>1</sup>, Patricia Licznar-Fajardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HSM, Univ Montpellier, CNRS, IRD, CHU Montpellier, France.

<sup>2</sup>HSM, Univ Montpellier, CNRS, IRD, Montpellier, France.

<sup>3</sup>LAGAM ; Université Paul Valéry, Montpellier, France

<sup>4</sup>SPE, Stella-Mare, Université de Corse, CNRS, Corte, France.

---

The Mediterranean coastal socio-ecosystem is very rich and very attractive because of great diversity of use and economic activity. It leads to strong anthropogenic pressures on the environment, notably the contamination of aquatic ecosystems by plastic waste. Indeed, 600 tons of plastic waste are daily dumped into the Mediterranean Sea, 94% of these discharges being macroplastics. New ecosystems called plastisphere develop on these new plastic supports. The project hypothesizes an involvement of the Mediterranean coastal plastisphere as hot-spot for emergence, persistence and diffusion of antimicrobial resistance. The plastisphere was sampled in two OHM sites were studied: the Gulf of Aigues Mortes (Port-Camargue marina, lagoon areas, seaside areas, and watershed) and the Biguglia lagoon (Urbanized watershed, lagoon). Collected plastics were chemically characterized, the total and resistant bacterial communities were studied using a culturomic approach, antibiotic resistance was evaluated, and emerging and endemic resistance genes were detected and quantified. The results will provide elements for risk indicators in public health and thus help in decision-making upon the measures needed to reduce plastic pollution. Furthermore, individual determinants, but also political and structural determinants around the management of plastic waste were explored.

---

### *Plastiques et AntibioRésistance dans les Eaux Littorales*

Le socio-écosystème littoral méditerranéen est riche et attractif du fait de sa grande diversité d'usages et d'activités économiques. Il subit de fortes pressions anthropiques avec notamment la contamination des écosystèmes aquatiques par les déchets plastiques. En effet, 600 tonnes de déchets plastiques sont déversées quotidiennement dans la mer Méditerranée, 94% de ces rejets étant des macroplastiques. Sur ces supports plastiques se développent de nouveaux écosystèmes appelé plastisphère. Le projet pose l'hypothèse de l'implication de la plastisphère des eaux littorales méditerranéenne comme point chaud d'émergence, de persistance et de dissémination de l'antibiorésistance. La plastisphère est échantillonnée dans 2 sites de l'OHM : le Golfe d'Aigues Mortes (port de plaisance de Port-Camargue, zones lagunaires, zones balnéaires, et bassin versant) et l'Etang de Biguglia (bassin versant urbanisé, lagune). Les plastiques prélevés ont été chimiquement caractérisés, les communautés bactériennes résistantes ont été étudiées par culturomique, la résistance a été évaluée, et des gènes de résistance émergents et endémiques ont été détectés et quantifiés. Les résultats ont été interprétés afin de déterminer d'éventuels indicateurs de risque pour la santé publique et ainsi aider à une prise de décision concernant les mesures nécessaires pour diminuer la pollution plastique. Par ailleurs, les déterminants individuels, mais aussi des déterminants politiques et structurels autour de la gestion des déchets plastiques ont été explorés.

## Comparative Study of the Issue of Port Dredging in the North and South of the Mediterranean

---

C. MONTIGNY<sup>1</sup>, P. MONFORT<sup>1</sup>, C. CHOUBA<sup>1</sup>, A. DOMEAU<sup>1</sup>, S. DELPOUX<sup>1</sup>, R. FREYDIER<sup>1</sup>, M. TOUBIANA<sup>1</sup>, S. HANTOVA<sup>1</sup>, A. HZAMI<sup>1</sup>, O. AMROUNI<sup>1</sup>, A. OUNI<sup>3</sup>, A. SEBEI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire HydroSciences Montpellier (UMR UM-CNRS-IRD 5151), Montpellier, France.

<sup>2</sup>INSTM, Université de Carthage, Tunis, Tunisie.

<sup>3</sup>Laboratoire des Ressources Minérales et Environnement (FST), Tunis, Tunisie.

---

Port areas represent coastal socio-ecosystems at the land-sea interface, exposed to local pollution sources and receiving terrigenous inputs from watersheds. This project aimed to deepen the study of dredging operations in the ports of the Gulf of Aigues-Mortes and extend it to the ports of Ghar el Melah in Tunisia. Sedimentological and mineralogical analyses, as well as the determination of trace metal element concentrations in water and sediment samples from the lagoon, were conducted. These analyses revealed high levels of sediment contamination, particularly in cadmium, copper, and zinc, in both port areas, including the old port (small fishing units in the lagoon) and the new commercial port. For the most contaminated areas, the observed concentration levels are comparable in the studied French and Tunisian ports, preventing their sea disposal according to French regulations. Particular attention was given to comparing the management of dredging operations on both sides of the Mediterranean and the possibility of reusing these sediments for beach nourishment in erosion-prone areas. Finally, perception surveys were conducted among port actors and users to assess the risks of marine submersion, the perception of environmental quality degradation, dredging operations, the reuse of dredged sediments, and the various uses at different sites in France and Tunisia.

---

### *ECODRAPOMED - Etude Comparative de la problématique des DRAGAGES PORTUAIRES au nord et au sud de la Méditerranée*

Les zones portuaires représentent des socio-écosystèmes littoraux à l'interface terre-mer, exposées à des sources de pollution locales et recevant des apports terrigènes des bassins versants. Ce projet visait à approfondir l'étude des opérations de dragage dans les ports du golfe d'Aigues-Mortes et à l'étendre aux ports de Ghar el Melah en Tunisie. Des analyses sédimentologiques et minéralogiques, ainsi que la détermination des concentrations d'éléments traces métalliques dans des échantillons d'eau et de sédiments de la lagune, ont été effectuées. Ces analyses ont révélé des niveaux élevés de contamination sédimentaire, notamment en cadmium, cuivre et zinc, dans les deux zones portuaires, incluant le vieux port (petites unités de pêche dans la lagune) et le nouveau port de commerce. Pour les zones les plus contaminées, les niveaux de concentrations observés sont comparables dans les ports français et tunisiens étudiés, empêchant leur immersion en mer selon la réglementation française. Une attention particulière a été portée à la comparaison de la gestion des opérations de dragage sur les deux rives de la Méditerranée et à la possibilité de réutiliser ces sédiments pour le rechargement des plages en érosion. Enfin, des enquêtes de perception ont été menées auprès des acteurs et usagers des ports pour évaluer les risques de submersion marine, la perception de la dégradation de la qualité des milieux, les opérations de dragage, la réutilisation des sédiments dragués et les usages sur les différents sites en France et en Tunisie.

## Identification of avalanche-prone areas through topographic analysis in Nunavik

---

Vincent Filion<sup>1,2,3\*</sup>, Armelle Decaulne<sup>2</sup>, Najat Bhiry<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laval University, Quebec, Canada.

<sup>2</sup>CNRS LETG, Nantes, France.

<sup>3</sup>Centre for Northern Studies, Quebec, Canada.

---

Nunavik, a northern Quebec region located beyond the 55th northern parallel and characterized by a hilly terrain, presents topographic and meteorological conditions that may lead to slope hazards. Some villages are located in glacial valleys (*e.g.*, Umiujaq, Salluit, Kangiqsualujjuaq), while climate changes are increasing snowfall and winter thawing episodes, gathering frequent avalanche-prone conditions. The rapid population growth in the Inuit communities in permafrost thawing context lead to village expansion towards potential avalanche-prone areas, resulting in further exposure of inhabitants. However, historical data on slope events are very limited or nonexistent, thus there is a need to update and enhance knowledge related to avalanche conditions in Nunavik. This research, conducted in close collaboration with local communities and the Kativik Regional Government (KRG), relies on LiDAR data, satellite images, and photographs taken with automatic trigger cameras (Reconyx<sup>TM</sup> Hyper Fire2). Considered variables include slope steepness, wind origin and exposure, elevation, and vegetation cover. The analyses enable to validate and map the avalanche potential of specific sectors. Maximum runout distances are then estimated using empirical topographic models. This approach has so far enabled the characterization of avalanche areas near the villages of Kangiqsualujjuaq and Umiujaq.

---

### *Identification des zones propices aux avalanches par analyses topographiques au Nunavik*

Le Nunavik, un territoire québécois situé au nord du 55e parallèle et caractérisé par un relief peu accidenté, présente des conditions topographiques et météorologiques propices aux aléas de versant. Certains villages sont situés dans des vallées glaciaires (p. ex. Umiujaq, Salluit, Kangiqsualujjuaq), alors que les changements climatiques augmentent les précipitations neigeuses et les épisodes de redoux générant des conditions qui favorisent l'occurrence d'avalanches. La forte croissance démographique enregistrée dans les communautés inuites en contexte de dégel du pergélisol force l'extension des villages vers des zones potentiellement propices aux avalanches, accentuant l'exposition des habitants. Les données historiques et scientifiques des événements de versant étant très limitées, voire inexistantes, il importe d'actualiser les connaissances relatives aux conditions avalancheuses au Nunavik. Cette recherche, réalisée en étroite collaboration avec les communautés locales et l'Administration régionale Kativik (ARK), s'appuie sur des données LiDAR, des images satellitaires et des images prises par des appareils photographiques à déclenchement automatique (Reconyx<sup>TM</sup> Hyper Fire2). Les variables considérées incluent l'inclinaison de la pente, l'exposition au vent ainsi que son origine, l'élévation et le couvert végétal. Les analyses permettent de valider et de cartographier le potentiel avalancheux de certains secteurs. Les distances de parcours maximales sont ensuite estimées à l'aide de modèles topographiques empiriques. Cette approche a permis jusqu'ici de caractériser les zones d'activité avalancheuse situées à proximité des villages de Kangiqsualujjuaq et d'Umiujaq.

## Connectivity changes between slopes and Umiujaq River, Nunavik, Canada

---

Anne-Julia Rollet<sup>1\*</sup>, Vincent Filion<sup>2,3,4</sup>, Najat Bhiry<sup>2,3</sup>, Armelle Decaulne<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Université Rennes 2, CNRS LETG, France.

<sup>2</sup>Université Laval, Québec, Canada.

<sup>3</sup>Centre d'études nordiques, Québec, Canada.

<sup>4</sup>CNRS LETG, Nantes, France.

---

Over the last decades, the socio-ecosystem of Umiujaq has encountered drastic changes due to climatic and anthropogenic impacts. Permafrost degradation transfers water and suspended sediments towards the Umiujaq River. Aerial photos and satellite images document the main characteristics of environmental changes on the entire watershed. During the last year, we quantified the landform evolutions along the river, and tracked bank and slope instabilities that connect to the river. Despite a global low lateral mobility, the course and flow of the Umiujaq River evolve according to the capture of thermokarst pools that develop on its banks. Shrub development in the valley and beaver dams are also factors in modifying river processes. Fieldwork focused on a landslide deposit corresponding to a recurrent dynamic, that impacts the river morphology. Sampling was carried out in the deposits and in the source-area, to contribute to the contaminant documentation of the area; trees sampling was collected for dendrochronologic analyses, documenting the landslide multi-year dynamic. Two cameras were also installed to document (i) annual flow variation and (ii) the sediment interactions between the landslide and the river. In a context of climate warming, such slope processes and subsequent sediment sources are likely to increase. It is therefore important to understand the interaction of these compartments (slopes, watercourses, etc.) in order to understand and anticipate future changes and trajectories.

---

### *Changement de connectivité entre les versants et la rivière d'Umiujaq, Nunavik, Canada*

Au cours des dernières décennies, le socio-écosystème d'Umiujaq a subi des changements drastiques dus aux impacts climatiques et anthropiques. La dégradation du pergélisol transfère l'eau et les sédiments en suspension vers la rivière Umiujaq. Les photos aériennes et les images satellites documentent les principales caractéristiques des changements environnementaux sur l'ensemble du bassin versant. Au cours de l'année écoulée, nous avons quantifié l'évolution du relief le long de la rivière et suivi les instabilités des berges et des pentes qui se connectent à la rivière. Malgré une faible mobilité latérale globale, le cours et le débit de la rivière Umiujaq évoluent en fonction de la capture des mares thermokarstiques qui se développent sur ses rives. Le développement d'arbustes dans la vallée et les barrages de castors sont également des facteurs qui modifient les processus fluviaux. Le travail de terrain s'est concentré sur un dépôt de glissement de terrain correspondant à une dynamique récurrente, qui a un impact sur la morphologie de la rivière. Des échantillons ont été prélevés dans les dépôts et dans la zone source, afin de contribuer à la documentation des contaminants dans la région ; des échantillons d'arbres ont été prélevés pour des analyses dendrochronologiques, documentant la dynamique pluriannuelle du glissement de terrain. Deux caméras ont également été installées pour documenter (i) la variation annuelle du débit et (ii) les interactions sédimentaires entre le glissement de terrain et la rivière. Dans un contexte de réchauffement climatique, de tels processus de pente et les sources de sédiments qui en découlent

sont susceptibles d'augmenter. Il est donc important de comprendre l'interaction de ces compartiments (pentes, cours d'eau, etc.) afin de comprendre et d'anticiper les changements et les trajectoires futures.

## Contaminant diversity on Umiujaq territory, Nunavik, Canada

---

Thora Herrmann<sup>1</sup>, Fabienne Joliet<sup>2</sup>, Julien Gigault<sup>3</sup>, Manon Gibaud<sup>3</sup>, Véronique Coxam<sup>4</sup>, Laine Chanteloup<sup>5</sup>, Gaud Dervilly<sup>6</sup>, Najat Bhiry<sup>7,8</sup>, Danielle Cloutier<sup>8</sup>, Anne-Julia Rollet<sup>9,10</sup>, Beatriz Funatsu<sup>10</sup>, Armelle Decaulne<sup>10</sup>

<sup>1</sup> Oulu University, Finland.

<sup>2</sup> Institut Agro, Angers, France.

<sup>3</sup> CNRS Takuvik, Québec, Canada.

<sup>4</sup> INRAE, Clermont-Ferrand, France.

<sup>5</sup> Lausanne University, Switzerland.

<sup>6</sup> LABERCA, Nantes, France.

<sup>7</sup> Université Laval

<sup>8</sup> Centre d'études nordiques, Québec, Canada.

<sup>9</sup> Université Rennes 2, France.

<sup>10</sup> CNRS LETG, Nantes & Rennes, France.

---

The quality of the Umiujaq socio-ecosystem is assessed by examining the presence of contaminants in its territory. Various objects are of crucial interest: (i) the landfill, (ii) the river, (iii) sediments in the watersheds, (iv) fish in the river and at its mouth, (v) bivalves in the coastal zone, (vi) but also the whole of the indigenous territory. Several samples of different materials were collected at varying distances from the village, in 2022 and 2023. Despite Inuit being peoples of the sea, discussions with local residents highlighted their interest in the watercourses and the resources they support. Results show that traces of contaminants are similar to those found in other Inuit communities in the polar regions. Here, we present the preliminary, multidisciplinary results obtained over the past year, along with the most recent fieldwork. An emic approach was used to raise the question of the edibility of local foods in the vicinity of the landfill, and to study disturbances induced by climate change, in addition to chemical contamination. Questioning the Inuit animist point of view has also shown that while the word "contaminant" does not exist in Inuktitut, its translation actually covers a diversity of meanings, including the notion of ideal contamination, such as the impact of colonization and the responsibilities attributed to it in the chain of contamination. One of the perspectives envisaged is to include the study of the transfer dynamics of these contaminants (i) by integrating meteorological data to target the preferential zones of fallout of contaminants from anthropogenic fumes, but also (ii) by studying the connectivity between the different compartments (e.g. slope - watercourse).

---

### *La diversité des contaminants sur le territoire d'Umiujaq, Nunavik, Canada*

La qualité du socio-écosystème d'Umiujaq est examinée à travers la présence de contaminants sur son territoire. Différents objets sont d'un intérêt crucial : (i) la décharge, (ii) la rivière, (iii) les sédiments dans les bassins versants, (iv) les poissons de la rivière, de l'embouchure, (v) les bivalves dans la zone côtière, (vi) mais aussi le territoire autochtone de vie pratiqué dans son entièreté. Plusieurs échantillons de différents matériaux ont été prélevés à plus ou moins grande distance du village, en 2022 et 2023. Bien que les Inuit soient un peuple de la mer, les échanges avec les habitants soulignent leur intérêt pour les cours d'eau et la ressource qu'ils abritent. Les résultats montrent que les traces de contaminants sont similaires à celles d'autres communautés inuites dans les régions polaires. Nous présentons ici les résultats préliminaires et multidisciplinaires obtenus au cours de la dernière année, ainsi que les résultats des travaux de terrain les plus récents. Une approche émique a permis de

soulever la question de la comestibilité des aliments locaux à proximité de la décharge et d'étudier les perturbations induites par le changement climatique, en plus de la contamination chimique. L'interrogation du point de vue animiste Inuit a également permis de montrer que si le mot « contaminant » n'existe pas en inuktitut, sa traduction recouvre en réalité une diversité de significations, incluant la notion contamination idéale, telle que l'impact de la colonisation et les responsabilités qui lui sont imputées dans la chaîne de contamination. Parmi les perspectives envisagées, nous souhaitons inclure l'étude de la dynamique des transferts de ces contaminants (i) en intégrant les données météorologiques pour cibler les zones préférentielles de retombée des contaminants issus des fumées anthropogéniques mais aussi (ii) en étudiant les connectivités entre les différents compartiments (ex : versant – cours d'eau).

## Renaturation of the militarized hydrosystems of the Pays de Bitche

---

Denis Mathis, Emmanuel Chiffre, Anne Mathis, (LOTERR)

---

The construction of the Maginot Line and a fortified territory in the Pays de Bitche mobilized local resources, particularly water resources. These were used to develop a hydrological defense system along the Rothenbach and Schwarzbach rivers. This system was designed to be flooded in the event of conflict to create a permanent "water barrier." As a result, both rivers were extensively modified with ponds, weirs, floodgates, and mine devices.

After the war, the ruined properties of the Erbsenthal Estate, which occupied the Rothenbach valley, were destroyed and leveled, and the valley was replanted with conifers. However, it was with the abandonment of the Maginot Line that all of these structures were neutralized, rather than dismantled. Consequently, the watercourses retain a profile designed by the military, characterized by deepening, straightening, and the presence of numerous concrete structures.

To restore a more "natural" profile to the watercourses and limit sediment migration from upstream to downstream, initial efforts were made to renaturize the rivers. However, the issue is more comprehensive in this area of anthropogenic disuse. It concerns the interactions between the Tabacksdeich, Rothenbruch, and Grafenweiher protection zones, river renaturation, and the framework for the development of military tourism and outdoor activities. By changing the scale of observation, it also involves all the watersheds between the Northern Vosges Mountains and the Alsace plain.

---

### *Renaturer les hydrosystèmes militarisés du Pays de Bitche*

La construction de la Ligne Maginot et d'un territoire fortifié dans le Pays de Bitche a mobilisé les ressources du milieu et notamment la ressource en eau. Celle-ci a permis d'élaborer un hydrosystème de défense sur les cours du Rothenbach et du Schwarzbach. Il s'agit d'une zone destinée à être inondée lors du déclenchement du conflit afin de créer une « coupure d'eau » permanente. Ainsi les deux cours d'eau ont été profondément transformés avec des étangs, des seuils, des portes d'inondation, des dispositifs de mines. Avec la fin de la guerre, les propriétés ruinées du Domaine de l'Erbsenthal qui occupait la vallée du Rothenbach, ont été détruites et nivelées, la vallée est alors plantée de résineux. Cependant, c'est avec l'abandon de la Ligne Maginot que l'ensemble de ces structures ont été neutralisées, il n'y a pas eu de désaménagement. Aussi le cours d'eau conserve un profil conçu par les militaires, lié au surcreusement, à la rectification et à la présence de nombreux aménagements en béton... Afin de redonner au cours d'eau un profil plus « naturel » et limiter les migrations des sédiments de l'amont vers l'aval, une première phase de travaux a été entreprise pour renaturer les cours d'eau. Cependant la problématique est plus globale sur cette zone de déprise anthropique. Elle concerne les interactions entre les zones de protection du Tabacksdeich, du Rothenbruch ou du Grafenweiher, la renaturation des cours d'eau et le cadre du développement du tourisme militaire et des activités de plein-air. En changeant d'échelle d'observation, elle concerne également l'ensemble des bassins versants entre le massif des Vosges du Nord et la plaine d'Alsace.

## Reconfigurations of the territorial organization of the Pays de Bitche following the departure of the army

---

Camille Meplain, Pierric Calenge, Anne Mathis, Denis Mathis (LOTERR)

---

The demilitarization of the Bitche territory has accelerated the processes of territorial and functional recomposition. Thus, the reconfiguration of transport networks has favored these new dynamics, notably the residential and commercial erosion of Bitche (5,000 inhabitants) in favor of a new centrality around the rural agglomeration of Rohrbach-lès-Bitche, Bining, Petit-Réderching (4900 inhabitants) linked to Sarreguemines. Residential growth is taking place in the villages of the “open country” best connected to main roads. However, despite the importance of commuting flows towards Alsace which cross the “covered country”, the latter is increasingly organized into a tourist and recreational area with high environmental value. The UNESCO labeling of the glassmaking center of Saint-Louis-lès-Bitche highlights a region of recognized and dynamic know-how. Finally, the influence of the border with the Saarbrücken, Pirmasens, Zweibrücken axis polarizes the territory to the north. The autonomy of the Pays de Bitche seems to accentuate the fragmentation of the territory.

---

### *Reconfigurations de l'organisation territoriale du Pays de Bitche après le départ de l'armée*

La démilitarisation du territoire de Bitche a accéléré les processus de recompositions territoriales et fonctionnelles. Ainsi, la reconfiguration des réseaux de transports a favorisé ces nouvelles dynamiques notamment l'érosion résidentielle et commerciale de Bitche (5000 habitants) au profit d'une nouvelle centralité autour de l'agglomération rurale de Rohrbach-lès-Bitche, Bining, Petit-Réderching (4900 habitants) en lien avec Sarreguemines. Des bourgeonnements résidentiels s'organisent dans les villages du « pays ouvert » les mieux reliés aux axes routiers. Cependant malgré l'importance des flux pendulaires vers l'Alsace qui traversent le « pays couvert », ce dernier s'organise de plus en plus en espace touristique et récréatif à forte valeur environnementale. La labellisation UNESCO du pôle verrier de Saint-Louis-lès-Bitche souligne un territoire de savoir-faire reconnu et dynamique. Enfin l'influence de la frontière avec l'axe Saarbrücken, Pirmasens, Zweibrücken polarise le territoire au nord. L'autonomisation du Pays de Bitche semble accentuer les fragmentations du territoire.

## The forests of Pays de Bitche 250 years ago: a reconstruction

---

Xavier Rochel (LOTERR)

---

In the middle of the 18th century, the Pays de Bitche was still rich in forests, amongst regions which were beginning to experience a shortage of wood. This is why the exploitation of its high forests was then undertaken with a rational organization worthy of the Enlightenment. For this reason, we have exceptional forest archives in this territory, which allow a precise reconstruction of the composition and structure of the stands. A "topogeographic" atlas in 165 sheets associated with foresters' registers makes it possible to constitute, over a territory of 562 km<sup>2</sup>, a database of great interest for understanding regional forest environments and their evolution.

---

### *Une reconstitution des forêts du Pays de Bitche d'il y a 250 ans*

Au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, le Pays de Bitche était encore riche en forêts alors que d'autres régions commençaient à manquer de bois. L'exploitation de ses hautes futaies est alors entreprise avec une organisation rationnelle digne du siècle des Lumières. C'est sans doute pour cela que nous disposons sur ce territoire d'archives forestières exceptionnelles qui permettent de reconstituer avec précision la composition et la structure des peuplements. Un atlas « topogéographique » en 165 feuilles associé à des registres de forestiers permet de constituer, sur un territoire de 562 km<sup>2</sup>, une base de données d'un grand intérêt pour la compréhension des milieux forestiers régionaux et de leur évolution.

## Seed-Based Compromises and Adaptations in Drought-Resistant Plants Facing Extreme Metal Contamination

Kamila Murawska-Włodarczyk<sup>1</sup>, Antony van der Ent<sup>2,3,4</sup>, Tomasz Włodarczyk<sup>1</sup>, Aneta Słomka<sup>5</sup>, Wojciech J. Przybyłowicz<sup>6,7</sup>, Jolanta Mesjasz-Przybyłowicz<sup>7</sup>, Raina M. Maier<sup>1</sup>, Alicja Babst-Kostecka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Science, The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA

<sup>2</sup>Laboratory of Genetics, Wageningen University and Research, The Netherlands

<sup>3</sup>Centre for Mined Land Rehabilitation, Sustainable Minerals Institute, The University of Queensland, Queensland, Australia

<sup>4</sup>Laboratoire Sols et Environnement, INRAE, Université de Lorraine, France

<sup>5</sup>Department of Plant Cytology and Embryology, Institute of Botany, Faculty of Biology, Jagiellonian University, Poland

<sup>6</sup>AGH University of Science and Technology, Faculty of Physics & Applied Computer Science, Krakow, Poland

<sup>7</sup>Department of Botany and Zoology, Stellenbosch University, South Africa

Industrial and mining activities have significantly contaminated soils worldwide, making areas unfit for reuse or habitation. Mine tailings often have acidic pH, poor nutrient content, and low microbial biomass, with elevated metal levels toxic to many plants, challenging growth, and development. Phytoremediation, utilizing metal-tolerant or accumulating plants for metal(loid) stabilization, transformation, or extraction from contaminated sites, is gaining industrial traction. Therefore, understanding plant physiological and biochemical adaptation processes to stress is crucial. This study focuses on the halophyte *Atriplex lentiformis*, which tolerates high metal levels (Zn, Cd, As, and Pb). We investigated its reproductive strategies and metal homeostasis mechanisms in seeds using Synchrotron X-ray Fluorescence Microscopy (XFM) and tomography. Our findings show toxic metals mainly located in maternal tissues surrounding the seeds, with high zinc levels in embryos from polluted areas, indicating unique adaptation mechanisms. This research deepens our understanding of plant trace element cycling in disturbed ecosystems.

### *Compromis et adaptations basés sur les graines chez les plantes résistantes à la sécheresse confrontées à une contamination métallique extrême*

Les activités industrielles et minières ont significativement contaminé les sols à travers le monde, rendant certaines zones inaptées à la réutilisation ou à l'habitation. Les résidus de mine présentent souvent un pH acide, un faible contenu en nutriments et une faible biomasse microbienne, avec des niveaux de métaux élevés qui sont toxiques pour de nombreuses plantes, ce qui représente un défi pour leur croissance et leur développement. La phytoremédiation, qui utilise des plantes tolérantes ou accumulatrices de métaux pour la stabilisation, la transformation ou l'extraction de métaux(loïdes) des sites contaminés, gagne en traction industrielle. Par conséquent, comprendre les processus d'adaptation physiologique et biochimique des plantes au stress est crucial. Cette étude se concentre sur l'halophyte *Atriplex lentiformis*, qui tolère des niveaux élevés de métaux (Zn, Cd, As et Pb). Nous avons étudié ses stratégies reproductives et ses mécanismes d'homéostasie métallique dans les graines en utilisant la microscopie à fluorescence de rayons X par synchrotron (XFM) et la tomographie. Nos résultats montrent que les métaux toxiques se situent principalement dans les tissus maternels entourant les graines, avec des niveaux élevés de zinc dans les embryons des zones polluées, indiquant des mécanismes d'adaptation uniques. Cette recherche approfondit notre compréhension du cycle des éléments traces dans les écosystèmes perturbés.

## Utilizing Vegetation Surveys at Legacy Mine Sites to Uncover Metal Accumulation and Tolerance Strategies in Native Plants

---

Tomasz Włodarczyk<sup>1\*</sup>, Kamila Murawska-Włodarczyk<sup>1</sup>, Owyn Stokes<sup>1</sup>, Yves-Marie Legrand<sup>2</sup>, Claude Grison<sup>2</sup>  
Raina M. Maier<sup>1</sup>, Alicja Babst-Kostecka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The University of Arizona, Department Environmental Science, Tucson, AZ, United States.

<sup>2</sup>CNRS-Université de Montpellier, Laboratoire de Chimie Bio-Inspirée et d'Innovations Ecologiques, France.

---

In arid and semi-arid regions, mining coupled with harsh environmental conditions challenges plants to grow in disturbed lands. Identifying plants suitable for sustainable phytoremediation under those conditions is critical. However, our limited knowledge of plant metal accumulation and tolerance has hampered the broad application of phytoremediation in these climates. To address this gap, we screened soil and vegetation at a successfully recultivated legacy copper-molybdenum tailings site using portable X-Ray Fluorescence spectroscopy. This technology enabled us to identify drought-resistant, native, metal-tolerant plant species with high throughput and to evaluate associations between plant ecotypes and environmental factors favoring metal accumulation and tolerance. This research contributes to mining sustainability and arid ecosystem restoration by advancing our understanding of plant metal tolerance at mining-affected sites.

---

### *Utilisation d'enquêtes sur la végétation dans les sites miniers historiques pour découvrir les stratégies d'accumulation et de tolérance aux métaux chez les plantes indigènes*

Dans les régions arides et semi-arides, l'exploitation minière associée à des conditions environnementales difficiles pose des défis pour la croissance des plantes sur les terres perturbées. Identifier les plantes adaptées à une phytoremédiation durable sous ces conditions est essentiel. Cependant, notre connaissance limitée de l'accumulation de métaux par les plantes et de leur tolérance a freiné l'application large de la phytoremédiation dans ces climats. Pour combler cette lacune, nous avons analysé le sol et la végétation sur un site de résidus de cuivre et molybdène recultivé avec succès, en utilisant la spectroscopie de fluorescence X portable. Cette technologie nous a permis d'identifier des espèces végétales indigènes résistantes à la sécheresse et tolérantes aux métaux avec un haut débit et d'évaluer les associations entre les écotypes végétaux et les facteurs environnementaux favorisant l'accumulation et la tolérance aux métaux. Cette recherche contribue à la durabilité minière et à la restauration des écosystèmes arides en améliorant notre compréhension de la tolérance aux métaux des plantes dans les sites affectés par l'exploitation minière.

<sup>1</sup>Montpellier Interdisciplinary center on Sustainable Agri-food systems (MoISA), Montpellier, France.

<sup>2</sup>Anthropologie bio-culturelle, droit, éthique et santé (ADES), Marseille, France.

---

Since the 1970s, years of severe drought in the Sahel, the village of Widou Thiengoly has been undergoing a food transition. This is characterised by a shift from self-sufficiency in food to dependence on markets. In the past, people ate food produced from livestock, rain-fed farming, hunting and gathering. In those days, food was not very varied and was adapted to what the land had to offer. Today, access to food via markets offers greater diversity, in terms of foodstuffs, recipes, places of processing and purchase (bakeries, butchers) and places of consumption (gargotes, dibiteries). These dietary changes are concomitant with changes in pastoral practices, lifestyles and the gradual opening up of the region. Through this study, we aim to describe and understand the dynamics of dietary change at Widou Thiengoly in the context of more general changes in Fulani society in this area. We will highlight the forms of societal compromise and adaptation at work among the Fulani of Widou Thiengoly, by placing our analysis at the crossroads of two worlds: that of the globalisation of food systems and that of Fulani identity in transformation.

---

#### *La transition alimentaire dans le Ferlo*

Depuis les années 1970, années de grande sécheresse dans le Sahel, le village de Widou Thiengoly amorce une transition alimentaire. Cette dernière se caractérise par le passage d'une autosubsistance alimentaire à la dépendance des marchés. Autrefois étaient consommés les aliments issus de l'élevage, de l'agriculture pluviale, de la chasse et de la cueillette. L'alimentation était alors peu variée et ajustée à ce que pouvait offrir le territoire. Aujourd'hui l'accès à l'alimentation par les marchés propose une plus grande diversité, qui concerne les aliments, les recettes, les lieux de transformation et d'achat (boulangerie, boucherie) et les lieux de consommation (gargotes, dibiteries). Ces changements alimentaires sont concomitants à l'évolution des pratiques pastorales, des modes de vie et à un désenclavement progressif du territoire. À travers cette étude, nous cherchons à décrire et comprendre les dynamiques de changement alimentaire à Widou Thiengoly dans le contexte de mutation plus globale de la société peule de ce territoire. Nous mettrons en avant les formes de compromis et d'adaptation sociétales qui se sont à l'œuvre chez les Peuls de Widou Thiengoly, en posant notre regard et notre analyse au croisement de deux mondes : celui de la globalisation des systèmes alimentaires et celui de l'identité peule en transformation.

**Wildlife diversity in Koyli Alpha and surroundings (Ferlo, North Senegal): reptiles, birds and large wild mammals / Biodiversité animale à Koyli Apha et environs (Ferlo, Nord Sénégal): reptiles, oiseaux et grands mammifères sauvages**

---

Mamadou THIAW<sup>1</sup>, Ablaye DIOP<sup>1</sup>, Anna NIANG<sup>1</sup>, Ivan INEICH<sup>2</sup>, Papa Ibnou NDIAYE<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Ecologie animale, Département de Biologie animale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal)

<sup>2</sup> Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB), Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Université, École Pratique des Hautes Études, Université des Antilles, CNRS Paris, France

<sup>3</sup> IRL ESS 3189 « Environnement, Santé, Société » et Observatoire OHMi Tébékéré

---

*Biodiversité animale à Koyli Apha et environs (Ferlo, Nord Sénégal): reptiles, oiseaux et grands mammifères sauvages*

La zone sahélo-saharienne a été confrontée à de très longues périodes de sécheresse combinées à des facteurs anthropiques, affectant ainsi les équilibres écologiques et entraînant une dégradation des écosystèmes. Pour remédier à ces perturbations, des chefs d'Etats Africains ont mis en place le projet de la Grande Muraille Verte (GMV) qui consiste à lutter contre l'avancée du désert avec l'édification d'un mur de verdure allant du Ferlo au Sénégal à Djibouti afin de restaurer les écosystèmes dégradés et de lutter contre la paupérisation des populations humaines tout en préservant la biodiversité animale et végétale. Au sein de l'Observatoire International Hommes-Milieus Tébékéré, l'étude de la biodiversité animale dans le Ferlo, au Nord du Sénégal, et son évolution en fonction de l'implantation de la Grande Muraille Verte a été menée depuis 2015. Cette étude concerne pour le moment la faune reptilienne, aviaire et mammalienne. Des entretiens menés auprès des populations locales, des prospections à pied suivant des transects linéaires et de reconnaissance, des observations à points fixes, la fouille des creux situés au niveau du tronc des arbres vivants ou morts et le piégeage photographique ont été utilisés. Les résultats ont permis de répertorier diverses espèces de reptiles, d'oiseaux et de grands mammifères sauvages, les espèces animales disparues de cette zone, les services écosystémiques et perceptions des populations humaines vis-à-vis de la faune sauvage. Les résultats obtenus montrent aussi que la zone de Koyli Alpha remplit un certain nombre de critères pour être érigé en Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) ou en zone clé de biodiversité (KBA).

## The construction of biodiversity as a boundary object within the OHMi Tessekere /

Priscilla Duboz<sup>1</sup>, Papa Ibnou Ndiaye<sup>1,2</sup>, Gilles Boëtsch<sup>1</sup>, Aliou Guissé<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IRL 3189 ESS, Faculté de médecine, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

<sup>2</sup>Département de Biologie animale, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

The Great Green Wall, a project initially developed to restore degraded ecosystems in the Sahel, includes a major reforestation component. This logically led OHMi ecologists to conduct studies on the ecological benefits of these restoration actions. These studies bear the hallmark of biodiversity assessment, as an expression of biological diversity, and have identified 32 species of woody plants, 97 species of herbaceous plants, 13 species of large wild mammals, 17 species of rodents, 11 species of reptiles, 217 species of birds, and ongoing analyses demonstrate the existence of more than 500 morpho-species of flowers-visiting insects

Following and in parallel with this taxonomic description of biodiversity, a chain of scientific studies on the evolution of biodiversity was progressively set up. At first, the notion of biodiversity encouraged ecologists and ethnobotanists to dialogue. Indeed, the practices linked to ligneous and/or herbaceous plants, dependent on the availability of certain local species, had in some cases disappeared. This "loss" of biodiversity and practices also challenged anthropologists working on the memory of the environment, encouraging them to collaborate with ecologists and ethnobotanists to show how this biodiversity, and its evolution, are perceived by the populations.

Conceived and operationalized as an "umbrella" concept, flexible in terms of discipline, biodiversity appears to be a particularly heuristic frontier object within the OHMi Téssekéré, allowing actors with different epistemic cultures to dialogue and, beyond that, to build and implement common projects around a shared object.

### *La construction de la biodiversité comme objet-frontière au sein de l'OHMi Téssekéré*

La Grande Muraille Verte, projet initialement développé pour restaurer les écosystèmes dégradés du Sahel, inclut un important volet de reforestation. Ceci a logiquement conduit les écologues de l'OHMi à mener des études portant sur le bénéfice écologique liée à ces actions de restauration. Ces études portent la marque de l'évaluation de la biodiversité, comme expression de la diversité biologique, et ont permis de recenser 32 espèces de ligneux, 97 espèces d'herbacées, 13 espèces de grands mammifères sauvages, 17 espèces de rongeurs, 11 espèces de reptiles, 217 espèces d'oiseaux et les analyses en cours démontrent l'existence de plus de 500 morpho-espèces d'insectes visiteurs de fleurs.

A la suite, et en parallèle, de cette description taxonomique de la biodiversité, une chaîne d'études scientifiques portant sur l'évolution de la biodiversité s'est progressivement mise en place. Dans un premier temps, la notion de biodiversité a incité écologues et ethnobotanistes à dialoguer. En effet, les usages liés aux ligneux et/ou aux herbacées, dépendants de la disponibilité de certaines espèces locales, avaient pour certains disparus. Cette « perte » de biodiversité et de pratiques a également interpellé les anthropologues travaillant sur la mémoire de l'environnement, les incitant à collaborer avec les écologues et ethnobotanistes pour montrer comment cette biodiversité, et son évolution, sont perçues par les populations.

Conçue et opérationnalisée comme une notion « parapluie », disciplinairement souple, la biodiversité apparaît comme un objet frontière particulièrement heuristique au sein de l'OHMi Téssekéré, permettant à des acteurs aux cultures épistémiques différentes de dialoguer et, au-delà, de construire et mettre en œuvre des projets communs autour d'un objet partagé.

## Mining Territories of Eastern Morocco /

---

Abdelaziz SMOUNI<sup>1</sup>, Clément LEVARD<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences de Rabat, Maroc

<sup>2</sup>CEREGE/CNRS, France.

\*levard@cerege.fr

---

Mining activities in Morocco, as in the majority of mining countries around the world, contribute to national wealth during their active phase, but face numerous socio-environmental challenges throughout their lifecycle, and particularly in the long-term post-mining phase. In this context, the OHMi “Mining Territories of Eastern Morocco” proposes to focus its work on the reconversion of former mining territories in this region, integrating social, environmental and economic issues. The overall objective is to identify, evaluate and reduce the negative impacts of past mining activity, and then to propose a reflection on economic diversification of the territories following the cessation of these extractive activities. This multi-disciplinary, inter-disciplinary and cross-sectoral work is intended to produce empirically-based knowledge for use by local stakeholders, and in particular decision-makers, to ensure appropriate, integrated management and sustainable site conversion.

---

### *Territoires Miniers du Maroc Oriental*

Les activités minières au Maroc, comme dans la majorité des pays miniers à travers le monde, contribuent, pendant leur phase active, à la richesse nationale mais font face à de nombreux enjeux socio-environnementaux tout au long de leur cycle de vie et notamment en post mine sur le long terme. Dans ce contexte, l’OHMi « Territoires Miniers du Maroc Oriental » propose de focaliser ses travaux sur la reconversion d’anciens territoires miniers de cette région en intégrant les enjeux sociaux, environnementaux et économiques. L’objectif global est d’identifier, d’évaluer et de réduire les impacts négatifs de l’activité minière passée, puis de proposer des voies de valorisation-et de diversification économique des territoires suite à l’arrêt de ces activités extractives. Ce travail multidisciplinaire, interdisciplinaire et intersectoriel doit permettre de produire des savoirs ancrés empiriquement à destination des acteurs du territoire et notamment des décideurs, pour une gestion adaptée et intégrée de reconversion durable des sites.