

# ÉVALUATION ET SURVEILLANCE DE LA **QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT** AVEC LE RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

ENVIRONMENTAL QUALITY ASSESSMENT AND MONITORING  
WITH WIRELESS SENSORS NETWORK

Raquel Maria Cepeda Alves Silveira de Brito  
Postdoctorante **OHMI Estarreja** - Portugal  
raquel.alves@ua.pt



Université d'Aveiro - Portugal  
Département de Géosciences  
Département d'Ingénierie Mécanique

Carla Candeias, Paula Ávila, Vitor Santos, Eduardo Ferreira da Silva



4<sup>ème</sup> Séminaire annuel du Labex DRIIHM  
23, 24 et 25 mai 2016, Toulouse

# 1. RECHERCHE ENVIRONNEMENTALE D'APRÈS UNE DIFFÉRENTE PERSPECTIVE ANALYTIQUE

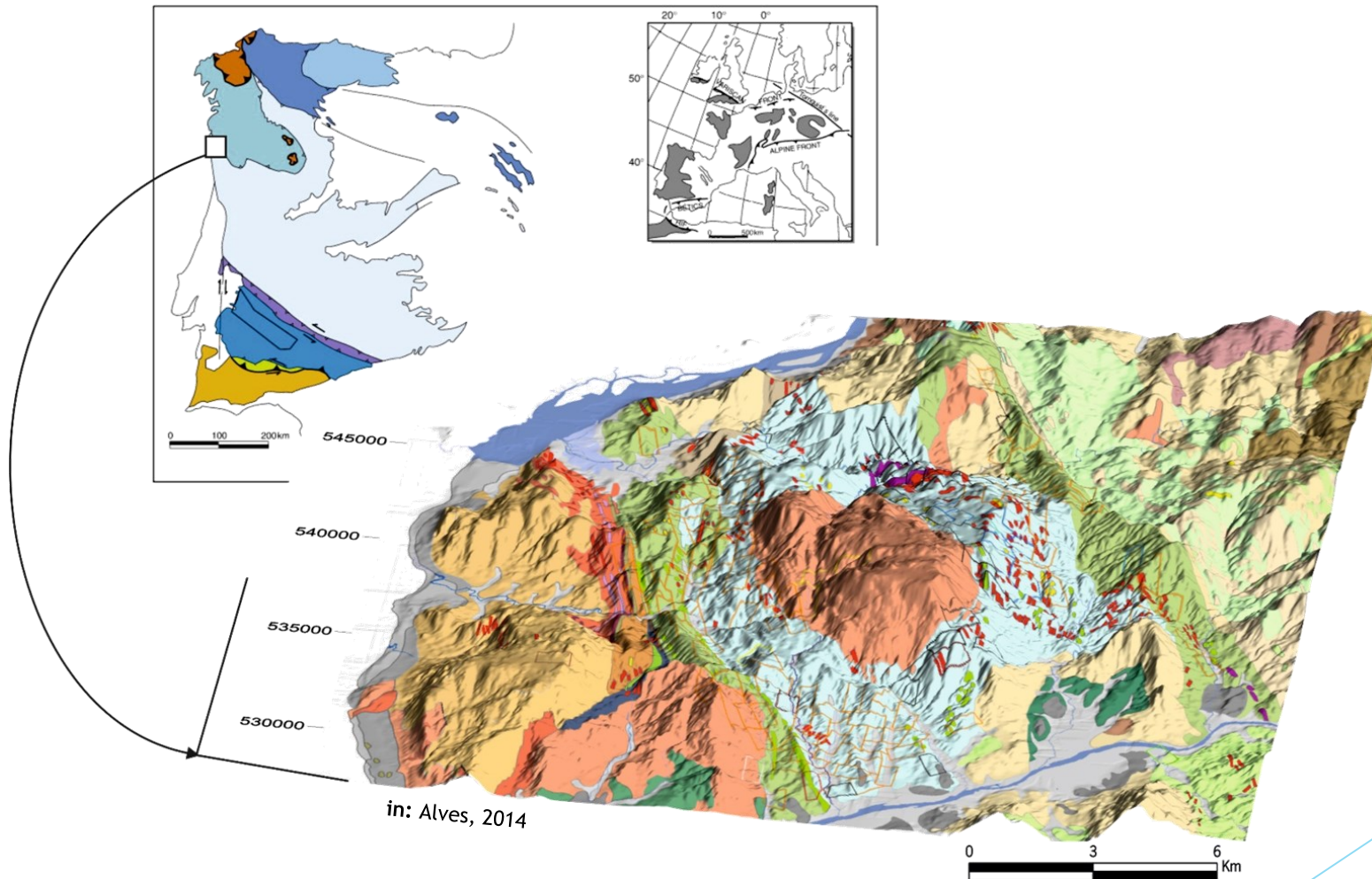
Au niveau de:

- d'échantillonnage
- de surveillance
- de contrôle hydrogéochimique

**Cette perspective se  
comprend mieux s'il est  
comparé au modèle  
conventionnel.**

## 2. UN CAS AU HASARD, LE MIEN

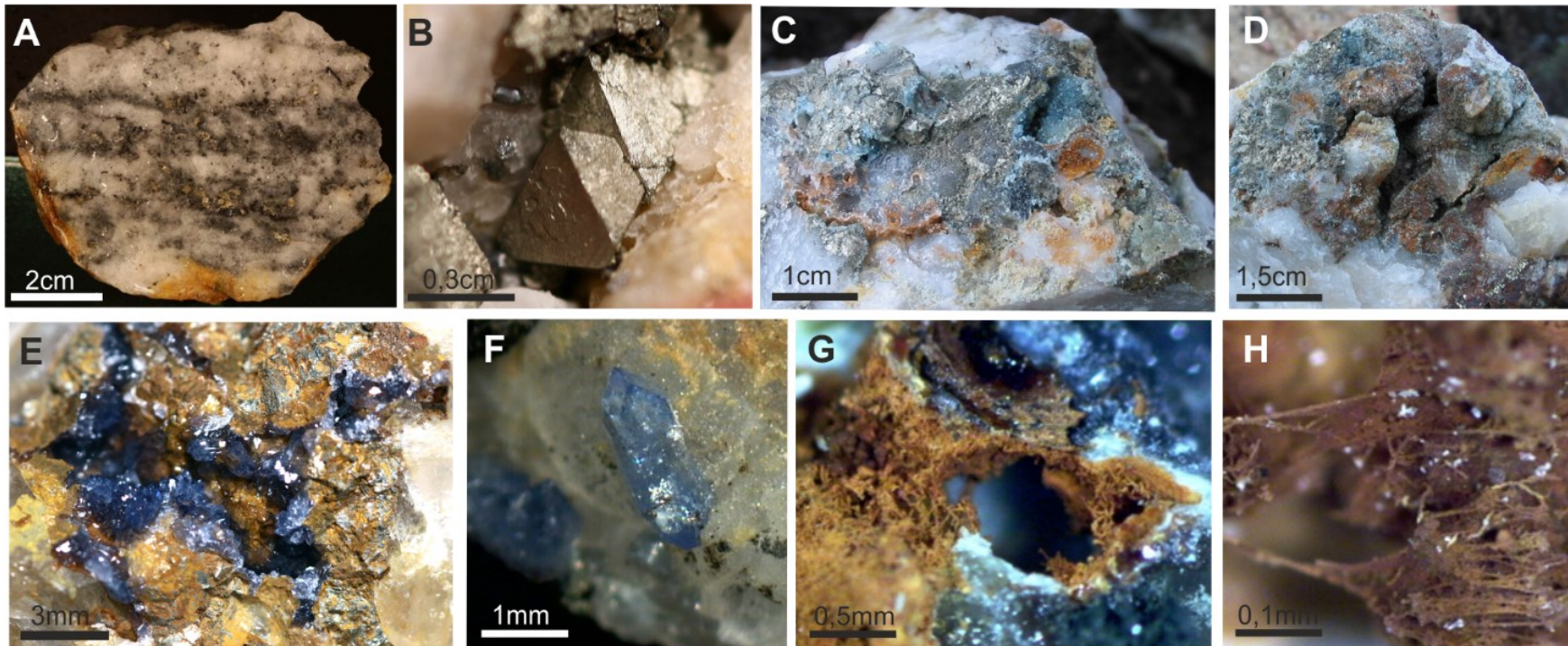
Mon expérience PhD - un cas de surveillance de l'environnement classique - dans les zones minières abandonnées, avec des gisements métallifères (Sn-Nb-Ta et W-Au-As) dans le NW du Portugal.



## 2. UN CAS AU HASARD, LE MIEN

Mon expérience PhD - un cas de surveillance de l'environnement classique dans les zones minières abandonnées, avec des gisements métallifères (Sn-Nb-Ta et W-Au-As) dans le NW du Portugal.

Caractérisation minéralogique des paragenèses primaires avec des sulfures

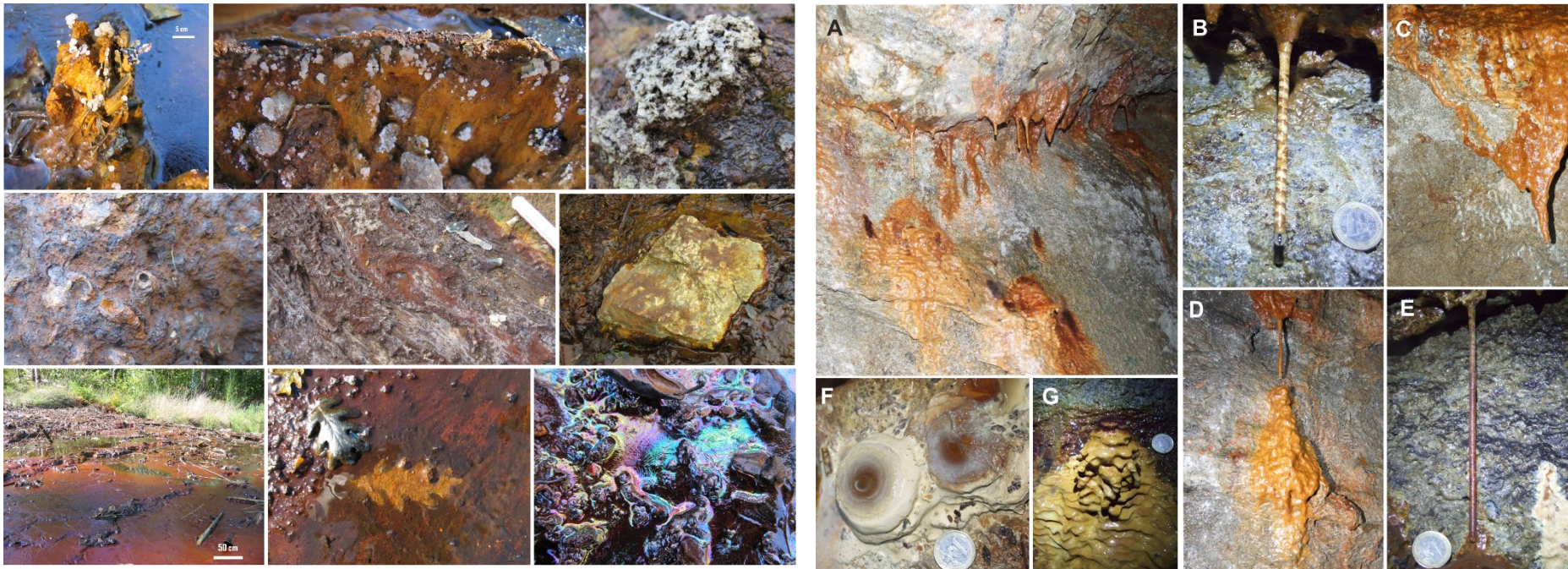


in: Alves, 2014

## 2. UN CAS AU HASARD, LE MIEN

Mon expérience PhD - un cas de surveillance de l'environnement classique dans les zones minières abandonnées, avec des gisements métallifères (Sn-Nb-Ta et W-Au-As) dans le NW du Portugal.

Caractérisation minéralogique des paragenèses secondaires, avec sulfates et arséniates.



in: Alves, 2014

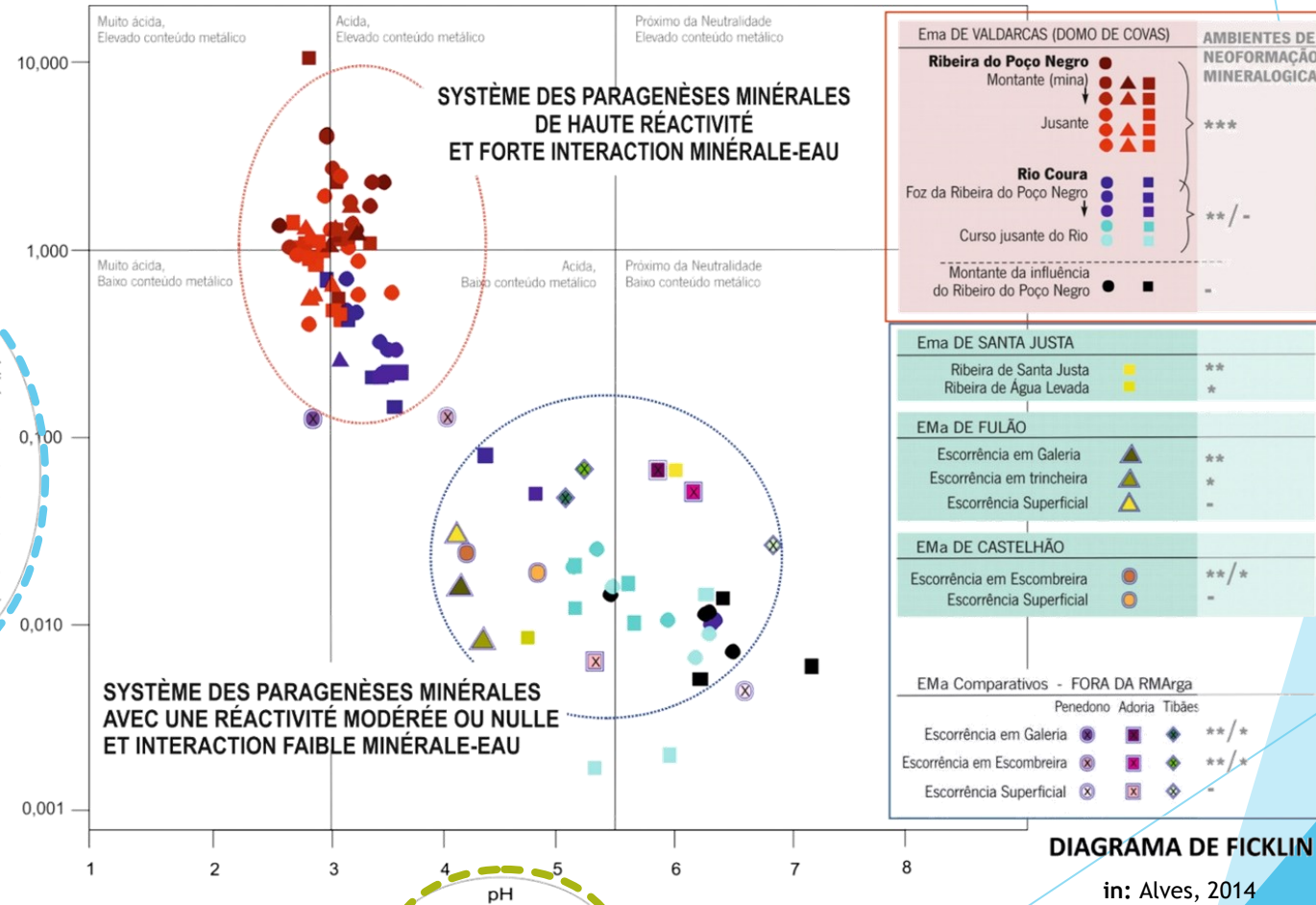


## 2. UN CAS AU HASARD, LE MIEN

Mon expérience PhD - un cas de surveillance de l'environnement classique dans les zones minières abandonnées, avec des gisements métallifères (Sn-Nb-Ta et W-Au-As) dans le NW du Portugal.

Surveillance des eaux et des sédiments de fond dans les cours d'eau affectés par le drainage minier

Paramètres déterminés en laboratoire  
 $\Sigma(\text{Zn, Cu, Cd, Ni, Co, Pb})$  (ppm)

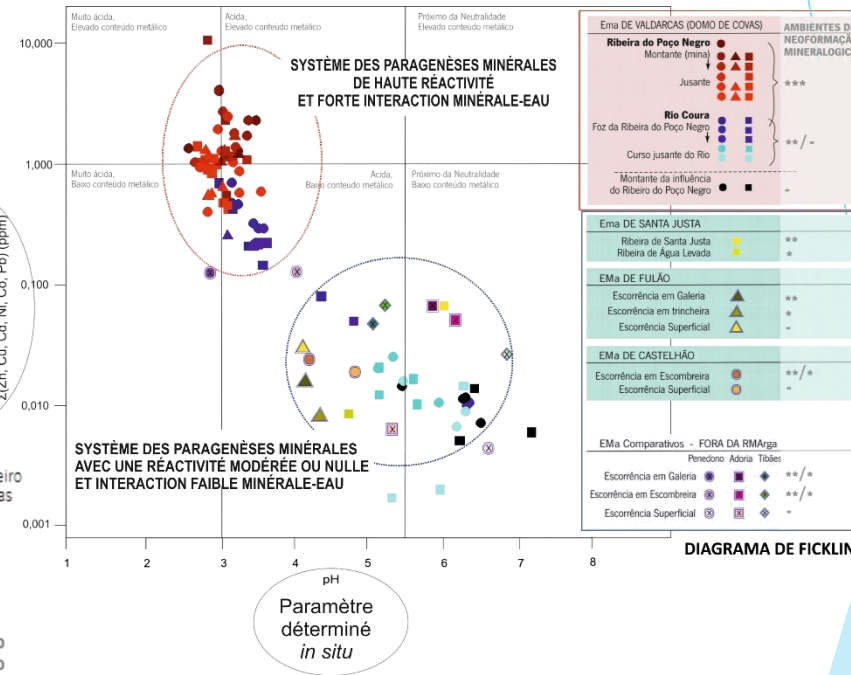
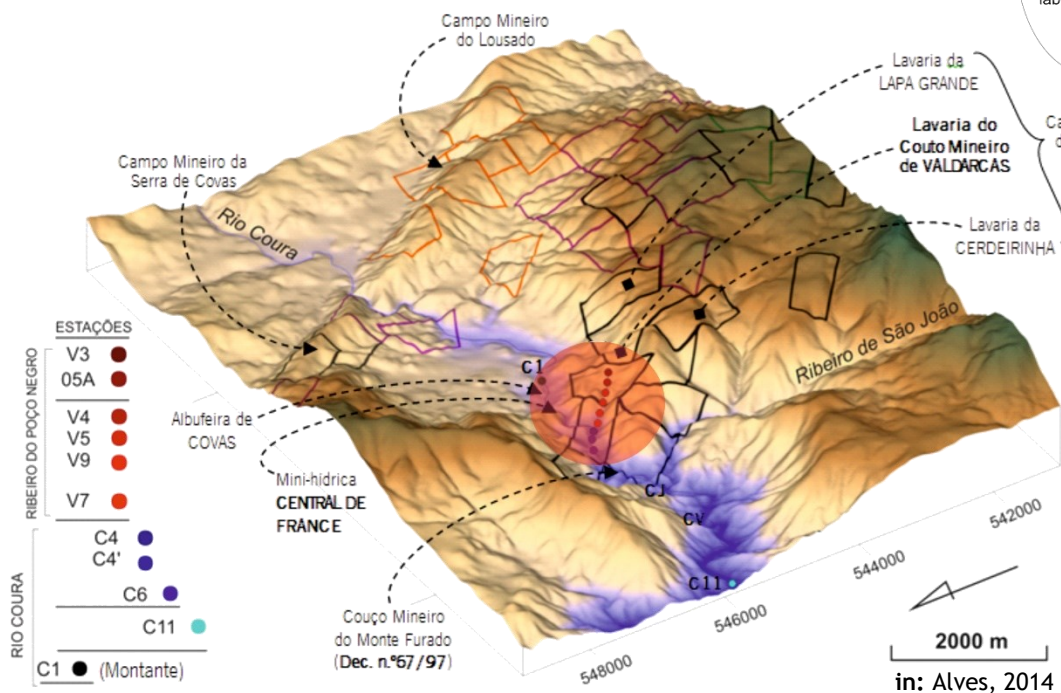


Paramètre déterminé *in situ*  
 pH

## 2. UN CAS AU HASARD, LE MIEN

Mon expérience PhD - un cas de surveillance de l'environnement classique dans les zones minières abandonnées, avec des gisements métallifères (Sn-Nb-Ta et W-Au-As) dans le NW du Portugal.

Établissement des sites de surveillance et des échantillons saisonniers



Sont mis en place des:

- anomalies et contaminants
- vecteurs de dispersion
- teneurs régionaux



4<sup>ème</sup> Séminaire annuel du Labex DRIIHM  
23, 24 et 25 mai 2016, Toulouse

### 3- CARTOGRAPHIE DES TENEURS ANALYSE TRANSVERSALE - L'EXEMPLE DE L'ATLAS GÉOCHIMIQUE EUROPÉEN (FOREGS)

Cette cartographie tient compte de:

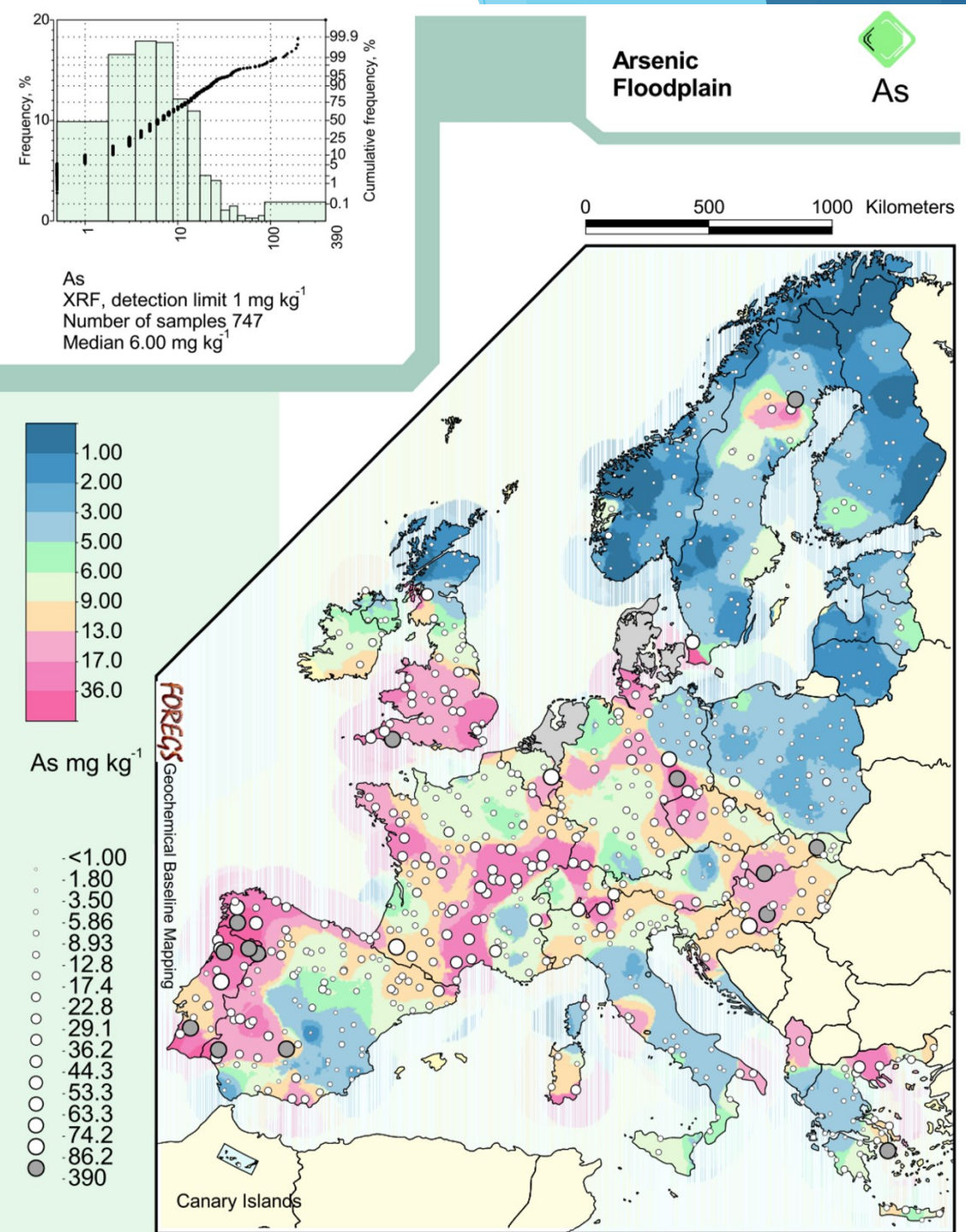
- plus grandes zones
- grande illustration spatiale
- échelles réduites
- basse densité d'échantillonnage.

Mais ne tient pas compte de  
l'évolution temporelle  
ou du dynamisme du milieu.

On peut considérer cette carte comme une  
**synthèse de la surveillance classique.**

Celle-ci favorise l'incidence spatiale  
au détriment de la prévalence  
d'un certain phénomène.

in: Salminen (ed.), 2005 - [http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/map\\_compare.html](http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/map_compare.html)





## 4. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE LONGITUDINALE DANS L'OHMI ESTARREJA

Cela est possible parce que c'est un  
projet de recherche qui a lieu dans une  
**zone de haut contraste  
environnemental** et une vaste  
référence scientifique

## 4. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE LONGITUDINALE DANS L'OHMI ESTARREJA

Sa zone d'étude a une forte pression industrielle, agricole et humaine, une grande influence hydrodynamique, avec un dense drainage fluvial et inter-marée, qui appartient à la Ria de Aveiro - Portugal.

Les principales variations physiques-chimiques dans le milieu sont liées:

- à la salinité
- à l'impact anthropique

Ce dernier se produit au cours des décennies à partir du Complexe Chimique de Estarreja (1950-actuel).

Ce OHMI a une grande diversité d'éléments de recherche, associés à des cycles industriels avec un plus **grand impact dans le passé** et encore avec des **réminiscences**.

Le cycle actuel maintient impact moins sévère.

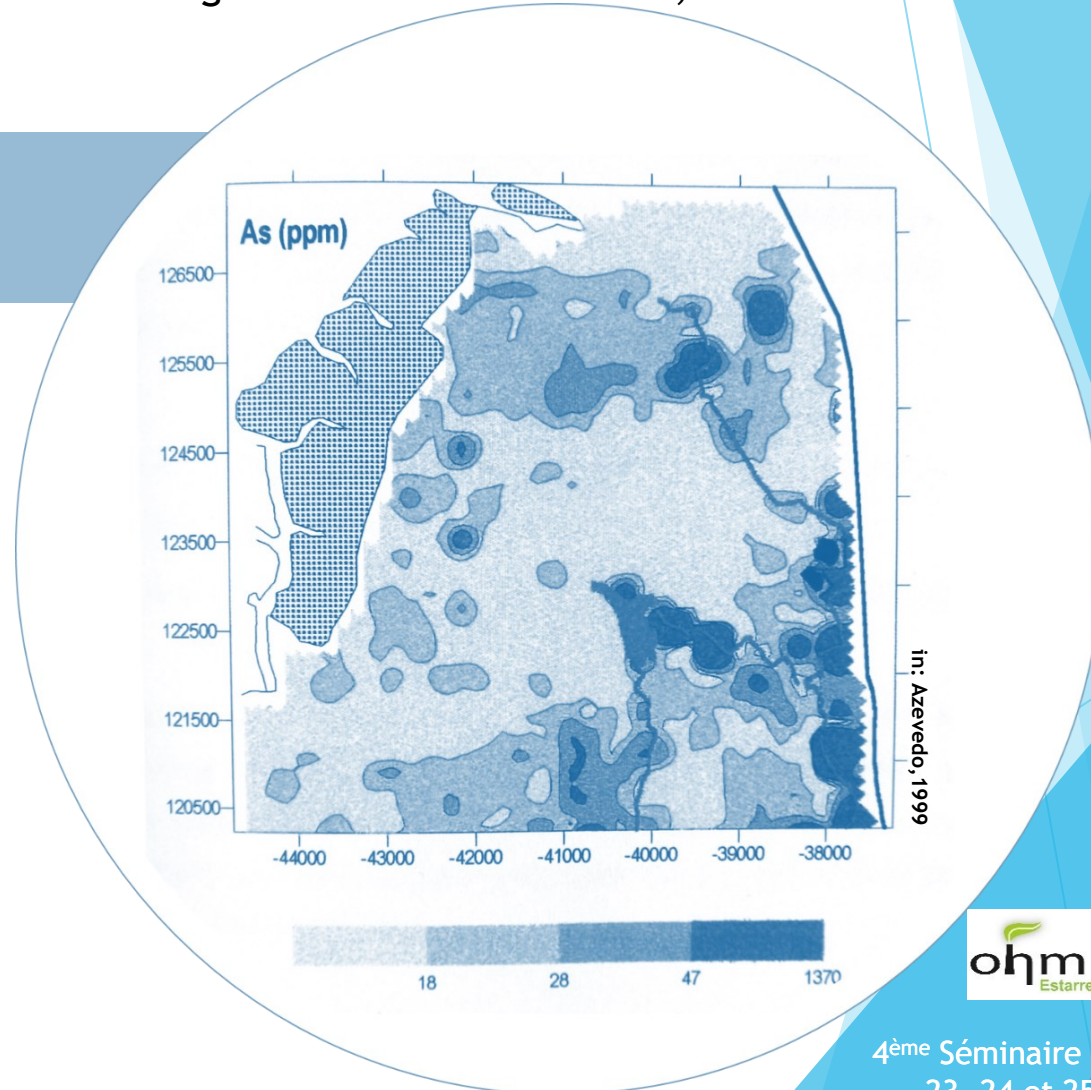


## 4. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE LONGITUDINALE DANS L'OHMI ESTARREJA

Sa zone d'étude a une forte pression industrielle, agricole et humaine, une grande influence hydrodynamique, avec un dense drainage fluvial et inter-marée, qui appartient à la Ria de Aveiro - Portugal.

Les anomalies les plus importantes concernent:

- le teneur en arsenic (associé aux déchets de traitement)
- le teneur en mercure (qui comprend des réactifs et des sous-produits des procédés chimiques industriels, utilisés entre 1950-90)

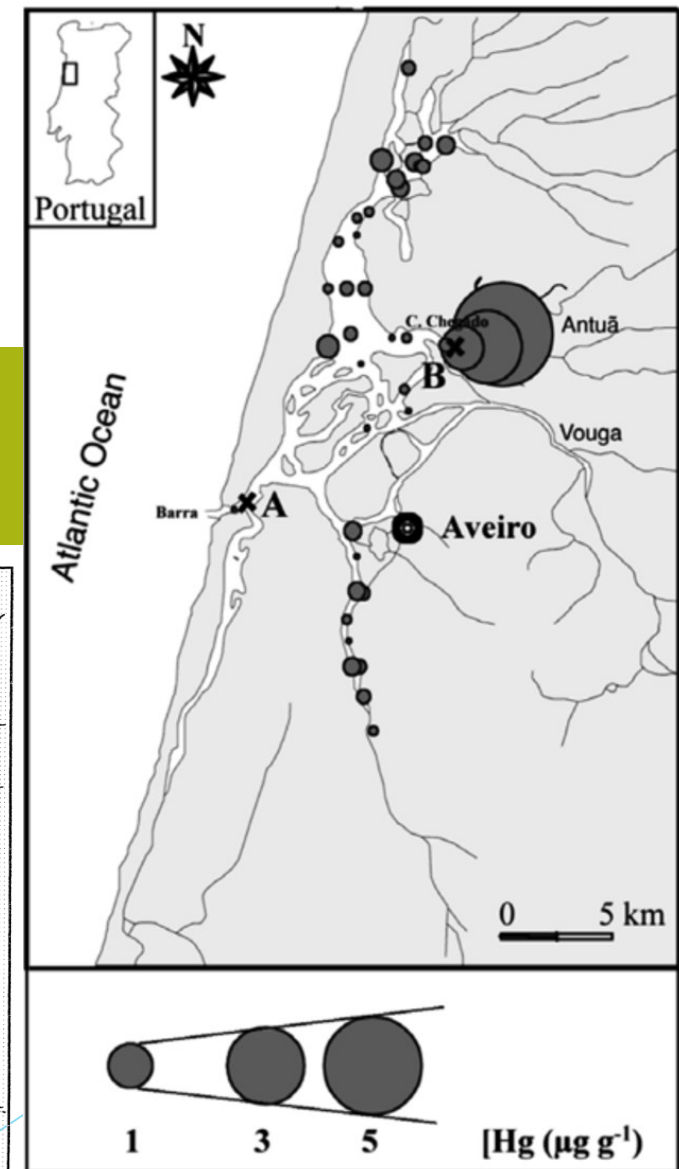
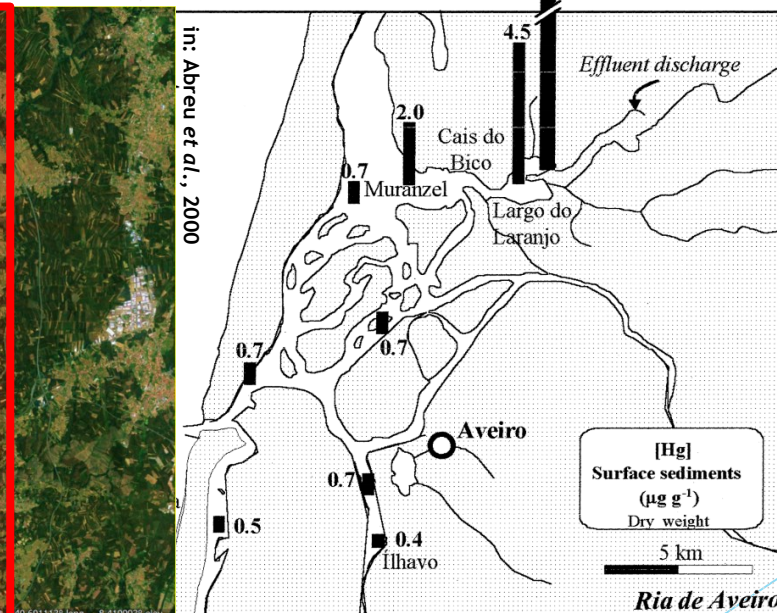


## 4. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE LONGITUDINALE DANS L'OHMI ESTARREJA

Sa zone d'étude a une forte pression industrielle, agricole et humaine, une grande influence hydrodynamique, avec un dense drainage fluvial et inter-marée, qui appartient à la Ria de Aveiro - Portugal.

Les anomalies les plus importantes concernent:

- le teneur en **arsenic**  
(associé aux déchets de traitement)
- le teneur en **mercure**  
(qui comprend des réactifs et des sous-produits des procédés chimiques industriels, utilisés entre 1950-90)



## 4. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE LONGITUDINALE DANS L'OHMI ESTARREJA

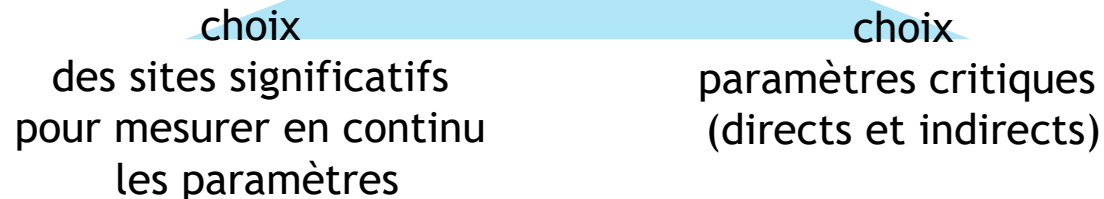
Sa zone d'étude a une forte pression industrielle, agricole et humaine, une grande influence hydrodynamique, avec un dense drainage fluvial et inter-marée, qui appartient à la Ria de Aveiro - Portugal.

La caractérisation de l'OHMI ESTARREJA se trouve bien référenciée par un grand nombre de:

- publications scientifiques,
- rapports techniques,
- programmes d'évaluation et de contrôle

Ils constituent des **BASES DE DONNÉES DE RÉFÉRENCE** (plus qu'un «state of art»)

Compilation dans la première phase de ce PosDoc.



## 4. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE LONGITUDINALE

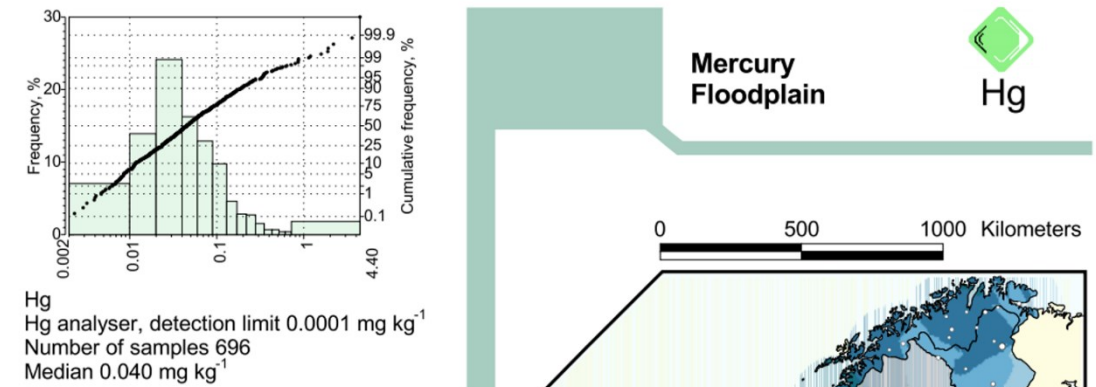
Sa zone d'étude a une forte pression industrielle, agricole et humaine, une grande influence hydrodynamique, avec un dense drainage fluvial et inter-marée, qui appartient à la Ria de Aveiro - Portugal.

Atlas Géochimique Européen **de teneur en mercure**

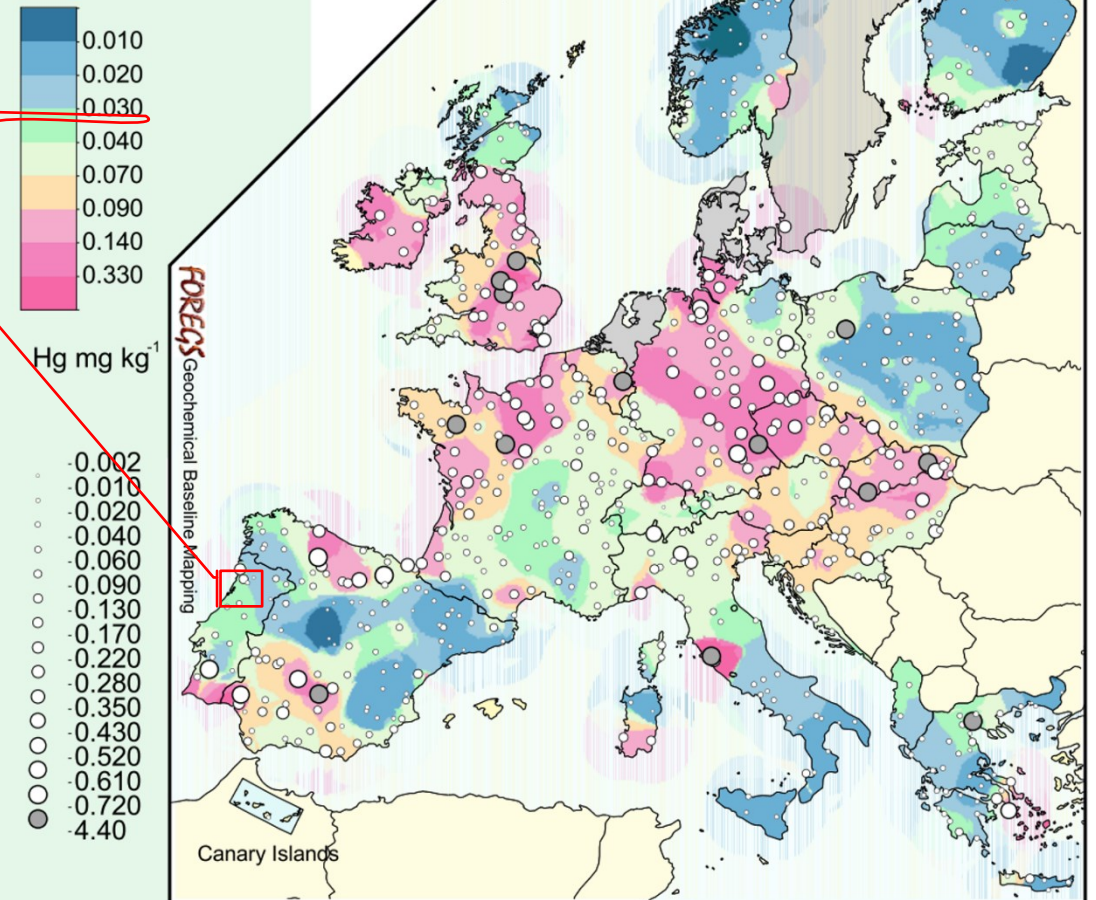
Anomalies chimiques les plus évidentes  
sans représentation spatiale significative  
dans le domaine de ESTARREJA.

L'OHMi ESTARREJA favorise l'étude des phénomènes complexes  
dans le domaine des sciences naturelles et appliquées.

Nous représentons l'Hydrogéochimie combinée à  
l'Ingénierie Mécanique pour développer  
une **analyse environnementale longitudinale**.



in: Salminen (ed.), 2005 - [http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/map\\_compare.html](http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/map_compare.html)



## 5. FLUX ET CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES ET ÉCOLOGIQUES EXEMPLE DU MERCURE EN PARTICULIER

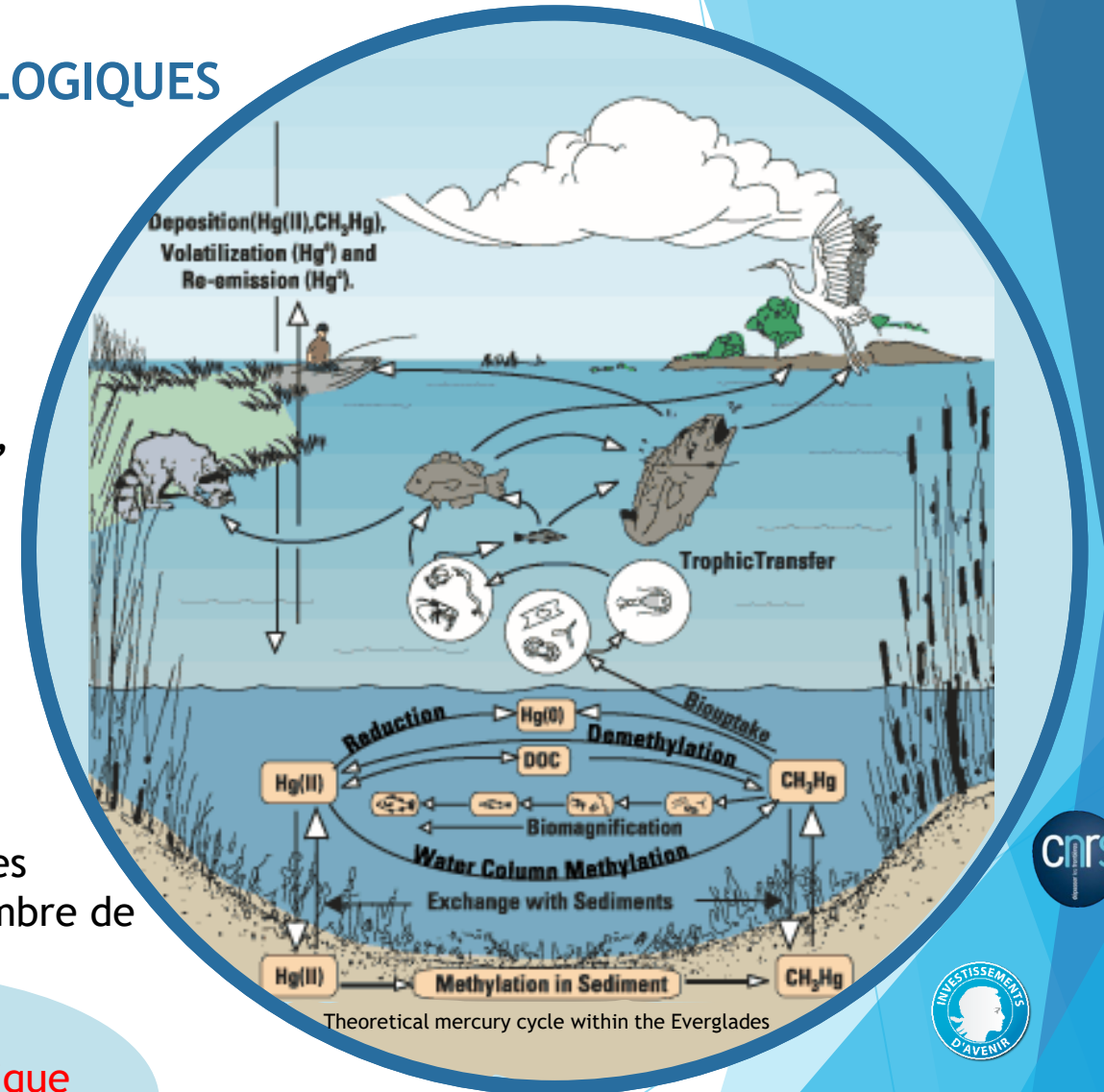
Les études environnementales soulignent:

- l'incidence de flux et de cycles biogéochimiques de **métaux lourds** et de **mercure** très particulièrement,
- la complexité dans les divers **vecteurs de transfert** du mercure dans l'écosystème.

Bases de données scientifiques couvrent:

- divers **milieux ou matrices d'étude**, avec différentes
- **mailles d'échantillonnage** et illustrent un grand nombre de
- **phénomènes dans l'interface**

- **réactivité,**
- **échange chimique**
- **transfert dans la chaîne trophique.**



in: Krabbenhoft (USGS), 2000  
([http://sofia.usgs.gov/projects/index.php/project\\_air/evergl\\_merc](http://sofia.usgs.gov/projects/index.php/project_air/evergl_merc))



## 6. BASES DE DONNÉES DE RÉFÉRENCE MILIEUX ET MAILLES D'ÉCHANTILLONNAGE ET PHÉNOMÈNES D'INTERFACE

Sur les matrices d'étude ou les milieux d'échantillonnage on peut indiquer:

- les sols,
- l'eau,
- les sédiments,
- la faune et la flore,
- la poussière



Les publications présentent des études transversales qui couvrent des domaines plus ou moins étendues.

En ce qui concerne les mailles d'échantillonnage on note des études avec:

- des échantillons ponctuels de puits de collecte,
- de cours d'eau,
- de « esteiros »  
(ou zones plus ou moins grandes avec différentes densités de maille)



À ces études s'associent des fréquences d'échantillonnage avec périodes ne dépassant pas cinq ans.

La recherche des phénomènes avec plus grande expression environnementale est enregistrée à:

- l'interface des milieux d'échantillonnage,
- l'interface méthodologique,
- la sélection multiparamétrique,
- l'analyse géostatistique



eau-sol; fractions soluble-dissoute, eau-(micro)biote (avec implications dans l'agriculture, la santé et gestation).

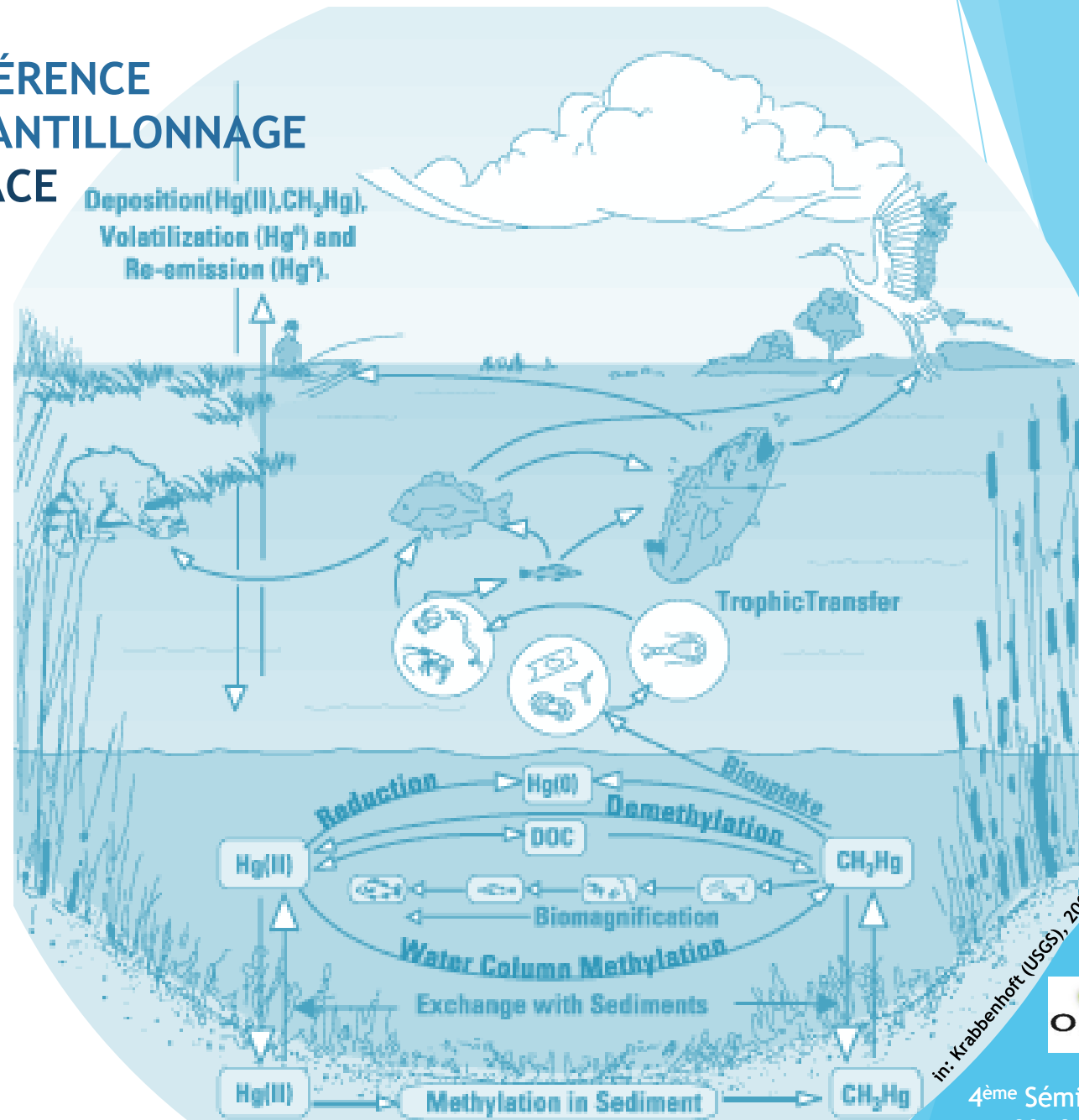




## 6. BASES DE DONNÉES DE RÉFÉRENCE MILIEUX ET MAILLES D'ÉCHANTILLONNAGE ET PHÉNOMÈNES D'INTERFACE

Ainsi est mis en évidence:

- la nature **dynamique** de l'environnement,
- les **variables** les plus influentes et leurs modèles de distribution,
- les relations **biogéochimiques**, **écologiques** et leur impact dans la société.



## 7. DÉFI ACTUEL POUR L'OHMI ESTARREJA- APPLICATION À TOUT LE RÉSEAU OHM

Il est important de renforcer:

- les **études de nature longitudinale** avec base rétrospective, descriptive, prospective et prédictive (ou de contrôle).
- l'agrandissement de la **période et la fréquence d'analyse** dans les mesures des paramètres

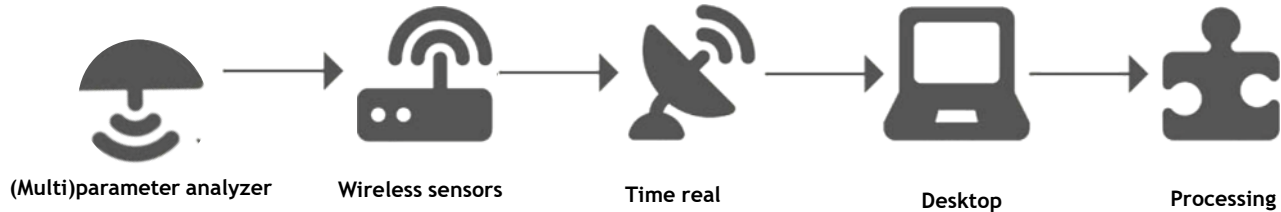
Ceci permet de déterminer:

- des **cycles journaliers** qui accompagnent les **cycles des marées**,
- la variation des **phénomènes climatiques**,
- les **cycles d'opérations industrielles**, de déchargement d'effluents.



## 7. DÉFI ACTUEL POUR L'OHMI ESTARREJA APPLICATION À TOUT LE RÉSEAU OHM

Notre étude à développer suppose comme innovation:



- L'analyse in situ de paramètres critiques (directs et/ou indirects)
- La détermination in continuum, avec hautes fréquences (<1min) pour des longues périodes avec une autonomie énergétique et le maintien de l'équipement (>1mois)
- La transmission en temps réel, dans un système en réseau
- Le contrôle / réponse à distance .

# ÉVALUATION ET SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT AVEC LE RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL

## Références :: Bases de Données de Référence

### Bibliographic references of Ria de Aveiro

Hall, A.; Lucas, M.F.; Caldeira, M.T. e Duarte, A.C. (1985) - Presença de mercúrio nos sedimentos da Ria de Aveiro, Portugal. In: Jornadas da Ria de Aveiro. Câmara Municipal de Aveiro, vol. 1, p. 103-125. Lucas, M. T. Caldeira, A. Hall, A. C. Duarte and C. Lima 1986 - Distribution of Mercury in the Sediments and Fishes of the Lagoon of Aveiro, Portugal. Water Science & Technology Vol 18 No 4-5 pp 141-148. Hall, A.; Duarte, A.C.; Caldeira, M.T.M. e Lucas M.F.B. (1987). Sources and sinks of mercury in the coastal lagoon of Aveiro, Portugal. Science of the Total Environment, 64, 1-2: 75-87. Barradas, JM; Ferreira da Silva, EA; Cardoso Fonseca, E. 1991. Impacte Ambiental versus actividade industrial: poluição em metais pesados numa zona envolvente da Ria de Aveiro. Rocha, F. and Gomes, C. (1991). Clay mineralogy used for the definition of paleosurfaces in the Tertiary and Quaternary of the Aveiro sedimentary basin. Mémoires des Sciences de la Terre, Ecole des Mines de Paris, 18: 31-38. Delgado, H., Rocha, F. and Gomes, C. (1992). Evolution of the Aveiro Lagoon during the last 500 years based on clay mineralogy. Min. Petr. Acta, Vol. XXXV-A: 105-110. Rocha, F. and Gomes, C. (1992). Fibrous clay minerals as morphoclimatic markers in the Aveiro sedimentary basin. Min. Petr. Acta, Vol. XXXV-A: 217-226. Ferreira da Silva EA Cardoso Fonseca E. 1993-94. Comportamento do Zinco Niquel e cromo na espécie zea mays vulgo milho no perímetro industrial de Águeda. Gomes, C. S. F. and Delgado, H. M. S. (1993). Heavy metals in the sediments of the Aveiro lagoon (Portugal): sources and relationships with clay minerals. Chem. Geol., 107(3-4): 423-426. Delgado, H., Rocha, F. and Gomes, C. (1994). New data on heavy metals in the sediments of the Aveiro Lagoon. Proc. Littoral 94 (Eurocoast, Lisbon), pp. 516-518. Ferreira da Silva, E. A. 1995 - Geoquímica de elementos maiores e vestigiais em sistemas perturbados [texto policopiado]: contribuição para caracterização ambiental do concelho de Águeda utilizando meios amostrais diferenciados. Tese de Doutoramento. Universidade de Aveiro, 386 p. Ferreira, P. 1995. Hidrogeologia do Quaternário da região norte da Ria de Aveiro. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro/Ferreira da Silva EA Paula Reis A Cardoso Fonseca E. 1995. Identificação das fases suporte do Cu Pb Ni e Cr em amostras de solo colhidas no perímetro industrial de Águeda. Ferreira da Silva Cardoso Fonseca E. 1996. Geoacumulação e mecanismos de dispersão do Zn Ni e Cr em amostras de sedimentos no perímetro industrial de Águeda. Delgado, H., Rocha, F. and Gomes, C. (1996). Statistical data analysis relating heavy metal concentrations and distribution to recent sediment nature and composition in the Aveiro Lagoon (Portugal). Proc. IVth Intern. Symp. on the Geochemistry of the Earth's Surface, Int. Assoc. Geochem. Cosmochem./Univ. Leeds, pp. 383-388. Pereira, M. e Duarte, A. (1997). Contaminação da Ria de Aveiro com Mercúrio. Ind. da Água, 24: 47-57. M.E. Pereira, A.C. Duarte, G.E. Millward, S.N. Abreu, C. Vale (1998) - An estimation of industrial mercury stored in sediments of a confined area of the Lagoon of Aveiro (Portugal). Water Science and Technology. Volume 37, Issues 6-7, Pages 125-130M. E. Pereira, A.C. Duarte, G.E. Millward, C. Vale, S.N. Abreu. 1998 - Tidal export of particulate mercury from the most contaminated area of Aveiro's Lagoon, Portugal. Science of the Total Environment. Volume 213, Issues 1-3, Pages 157-163. Delgado, H., Rocha, F. and Gomes, C. (2000). Modelos de dispersão de metais pesados nos sedimentos recentes da laguna de Aveiro e sua relação com a composição e textura dos sedimentos. In: A. Duarte, C. Vale and R. Prego (eds.), Estudos de Biogeoquímica na Zona Costeira Ibérica (Actas IX Sem. Ibérico Quim. Marinha), Univ. Aveiro, pp. 325-336. Rocha, F., Bernardes, C. and Delgado, H. (2000). Caracterização textural e mineralógica dos sedimentos da Laguna de Aveiro, Portugal. Abstr. "3º Simp. Margem Contin. Atlant. Ibérica. Univ. Algarve: 17-18. Bastos, C.; Ferreira da Silva, EA; Cardoso Fonseca E. 2001. Biogeoquímica do tomateiro em amostras contaminadas por Ni - Águeda, Centro de Portugal. Batista, AC Ferreira da Silva EA; Sousa AJ; Cardoso Fonseca, E. 2001. Comparação de diferentes tipos de Factorial Kriging maps in an environment case study. Batista, AC; Ferreira da Silva, EA; Sousa, AJ; Cardoso Fonseca, E. 2001 - Factorial Kriging Applied to the Study Of Industrial Contaminated Soils. Batista, A.C., Ferreira da Silva, E.A., Azevedo, M.C.C., Sousa, A.J. and Cardoso-Fonseca, E. (2002). Soil data analysis from central Portugal by principal component analysis and geostatistical techniques. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, 2: 15-25. Ramalhosa, Segade, Pereira, Vale, Duarte - 2002. Effect of Organic Matter On Determination Of Reactive Mercury in Contaminated Water. Intern J Environ Anal Chem, Vol. 83, No. 1, pp. 81-88. Rocha R; Ferreira da Silva, EA; Bernardes, C.; Vidinha, J; Patinha, C. Trace Elements on sediments from Aveiro Lagoon channels (Portugal) Abrantes1, I.; Rocha, F.; J. Vidinha J.A. Dias. 2005 - Influence of Aveiro Lagoon heavy metal contents in the adjacent continental shelf (Portugal). Ciencias Marinas. 31(1B): 149-160. P. Coelho, M.E. Pereira, A. Duarte a., M.A. Pardal. 2005 - Macroalgae response to a mercury contamination gradient in a temperate coastal lagoon (Ria de Aveiro, Portugal). Estuarine, Coastal and Shelf Science 65 (2005) 492-500. Pato, M. 2007 - Variability of mercury distribution and exchanges between the Ria de Aveiro and the Atlantic Ocean. Tese de doutoramento. Univ Aveiro. 134p. Lemos, C. R. 2008. Base de Dados Geoambiental SIG para apoio à Gestão do Risco em Aveiro. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro, Tese de Mestrado, 189p. Sousa, L. P. 2008. Metodologias de Ordenamento do Espaço Marinho: Aplicação à Ria de Aveiro. Aveiro, Portugal. Master's thesis, Univ. Aveiro, 102p. Carvalho, T. 2010. Modelo de Governação para os Planos de Ordenamento dos Estuários. Aveiro, Portugal. Master's thesis. Universidade de Aveiro. Almeida, A., Alves, F.L., Bernardes, C., Dias, J.M., Gomes, N.C.M., Pereira, E., Queiroga, H., Seródio, J. e Vaz, N. (Eds.), 2011. Actas das Jornadas da Ria de Aveiro 2011. Universidade de Aveiro, CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar. Aveiro. 373 pp. Picado, A., Lopes, C. and Dias, J. 2011 - Alterações hidrodinâmicas na Ria de Aveiro - Cenários futuros. In: Almeida, A., Alves, F.L., Bernardes, C., Dias, J.M., Gomes, Aveiro, CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Aveiro, 115-122. Queiroga, H., Seródio, J., Vaz, N. (Ed.), Atas das Jornadas da Ria de Aveiro 2011, Univ. Aveiro, Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Aveiro, 115-122. Anjum, N. A.; Ahmad, I.; Válega, M.; Pacheco, M.; Figueira, E.; Duarte, A. C.; Pereira, E. 2011 - Impact of seasonal fluctuations on the Sediment-Mercury, its accumulation and partitioning in Halimione portulacoides and Juncus maritimus collected from Ria de Aveiro Coastal Lagoon (Portugal). Water, Air, & Soil Pollution. Volume 222, Issue 1-4, pp 1-15C.L. Mieiro; A.C. Duarte, M.E. Pereira, M. Pacheco. 2011 - Mercury accumulation patterns and biochemical endpoints in wild fish (Liza aurata): A multi-organ approach. Ecotoxicology and Environmental Safety: Volume 74, Issue 8, pp. 2225-2232. Rodrigues, M. 2012 - Effects of the climatic factors and anthropogenic actions in the Ria de Aveiro. Tese de doutoramento. Univ Aveiro. Vargas, C. 2012 - Salinity patterns adjustment to climate change in Ria de Aveiro. Dissertação de Mestrado. Univ. Aveiro, 72p. Martins, M.; Mane, M.; Frontalini, F.; Santos, J.; Silva, F.; Terroso, D.; Miranda, P.; Figueira, R.; Laut, M.; Bernardes, C.; Mendonça Filho, J.; Coccioni, R.; Alveirinho Dias, J.; Rocha, F. 2015 - Early diagenesis and clay mineral adsorption as driving factors of metal pollution in sediments: the case of Aveiro Lagoon (Portugal). Environmental Science and Pollution Research. Vol. 22: 13, pp 10019-10033.

### Bibliographic references of CQE

Pio, C.A. e Anacleto, M.T. (1988). Deposição atmosférica na Zona Industrial de Estarreja. In: Borrego, C. (Ed.) - 1.ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, vol. 2, Univ Aveiro, p. 574-587. Ferreira da Silva, E. A. 1989 - Impacte ambiental de elementos maiores e vestigiais no aquífero superficial de Estarreja: caracterização da zona envolvente ao complexo químico. Dissertação P.A.P.C.C., Universidade de Aveiro. Ferreira da Silva, EA; Barradas, J; Cardoso Fonseca, E. 1990 - Contribuição para a caracterização da componente poluítica no aquífero superficial de Estarreja. Barradas, J.M. 1992. Geoquímica de elementos maiores e vestigiais em amostras de solos, sedimentos de valas e águas subterrâneas. Contribuição para a caracterização ambiental da zona envolvente ao Complexo Químico de Estarreja. Tese de Doutoramento. Universidade de Aveiro. Barradas, JM; Cardoso Fonseca, E; Ferreira da Silva EA. 1992. Identification and mapping of pollution indices using a multivariate statistical methodology, Estarreja - Central Portugal. Cardoso Fonseca, E.; Barradas, JM; Ferreira da Silva EA. 1992. Partitioning of Fe Cu Zn Pb Co and Ni in ground water sample Estarreja Central Portugal. Inácio, M.M. 1993 - Mercúrio em solos da área do complexo químico de Estarreja. Dissertação de Mestrado, Aveiro, Universidade de Aveiro, 139p. Pereira, M.E. e Duarte, A.C. (1994). Variabilidade das concentrações de mercúrio no Esteiro de Estarreja. In: Santana, F. et al. (Ed.) - 4.ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, vol. 3, Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, p. 239-243. Cardoso Fonseca, E.; Barradas JM Ferreira da Silva EA Paula Reis A. 1995. Distribuição do As em solos e sedimentos de vala no envolvente do Complexo Químico de Estarreja. Implicações de ordem ambiental. Inácio, M.M.; Pereira, V. e Pinto M.S. (1998). Mercury contamination in sandy soils surrounding an industrial emission source. Geoderma, 85, 4: 325-339. Azevedo, M. 1999 - Contribuição para a caracterização ambiental da área envolvente do Complexo Químico de Estarreja. Dissertação de mestrado. Univ Aveiro. 109p. Costa, C. and Jesus, C. (1999). Case study of heavy-metals pollution in Estarreja (Portugal). International Conference on Investigation Methods on Soil Contamination, Lisbon, 10. Costa, C., e Jesus-Rydin, C. (2001) Site investigation on heavy metals contaminated groundwater in Estarreja-Portugal. Engineering Geology, 60:39-47. Inácio, M., Pereira, V. & Pinto, M. S. 2001. Metais Pesados, Arsénio e Selénio em solos e vegetação da zona industrial de Estarreja. Revista de Ciências Agrárias, 24 (3/4): 307-314. Branco, C. (2007). Estudo de contaminação do aquífero superior na região de Estarreja. Dissertação de mestrado. Univ Coimbra. 191p. Paula Sá-Pereira, Mónica Rodrigues, Isabel Videira e Castro, Fernanda Simões. 2007 - Identification of an arsenic resistance mechanism in rhizobial strains. World Journal of Microbiology and Biotechnology. Volume 23, Issue 10, pp 1351-1356. Cachada, A.; Rodrigues, S.M.; Pereira, E.; Ferreira da Silva, E. e Duarte, A.C. (2007). The origin and distribution of potentially toxic metals in soils from the town of Estarreja, Portugal. In: VI Congresso Ibérico de Geoquímica, XV Semana de Geoquímica, Vila Real, Portugal: 301-304 (CD-Rom). Inácio, M., Pereira, V. & Ferreira da Silva, E. 2007. Evolução espaço/temporal dos níveis em metais pesados e As na zona envolvente do Complexo Químico de Estarreja (Portugal) - Um estudo Preliminar. XI Congresso Brasileiro de Geoquímica. Atibaia, Brasil. CDROM, 4 pp. Cachada, A.; Rodrigues, SM; Mieiro, C.; Ferreira da Silva, E; Pereira, E.; Duarte, AC. 2009 - Controlling factors and environmental implications of mercury contamination in urban and agricultural soils under a long-term influence of a chlor-alkali plant in the North-West Portugal. Environ Geol. 57:91-98. Inácio, M.; Ferreira-da-Silva, E. e Pereira, V. (2010). Heavy metals contamination in sandy soils, forage plants and groundwater surrounding an industrial emission source (Estarreja, Portugal) In: Proceedings 15th International Conference on Heavy Metals in the Environment, Gdansk, Poland, Gdansk University of Technology, p. 856-859. ME - Município de Estarreja. (2012). Avaliação Ambiental Estratégica da Proposta de Revisão do Plano Director Municipal de Estarreja - Relatório Ambiental. Estarreja: Município de Estarreja. 418p. Inácio, M.; Neves, O.; Pereira, V.; Ferreira da Silva, E. 2013 - Concentração de As, Cu, Hg e Zn em solos e produtos agrícolas (Brassica oleracea L., Lycopersicon esculentum Mill e Zea mays L.) numa área industrial no NW de Portugal. Revista de Ciências Agrárias, 36(2): 229-237. Sousa, P. 2015 - Distribuição dos metais nas poeiras colhidas em Estarreja: contribuição para o estudo da mobilidade e potencial impacto dos metais no ambiente. Dissertação de Mestrado. Univ Aveiro.



**ÉVALUATION ET SURVEILLANCE  
DE LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT  
AVEC LE RÉSEAU DE CAPTEURS SANS FIL**

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**

**Raquel Maria Cepeda Alves Silveira de Brito**  
Postdoctorante OHMI Estarreja - Portugal  
[raquel.alves@ua.pt](mailto:raquel.alves@ua.pt)



4<sup>ème</sup> Séminaire annuel  
du Labex DRIIHM  
23, 24 et 25 mai 2016, Toulouse