Fédération de Recherche ECCOREV n° 3098

CNRS/Université Paul Cézanne Aix-Marseille

Europôle Méditerranéen de l'Arbois
Bâtiment du CEREGE BP 80
13545 Aix en Provence cedex 4

Direction : Joël Guiot
Tél : 04 42 97 15 32
guiot@cerege.fr

Administration : Joëlle Cavalieri
Tél : 04 42 97 15 21 Fax : 04 42 97 15 47
cavalieri@cerege.fr

Site internet : http://eccorev.cerege.fr/

Fiche bilan des AOI et autres financements ECCOREV

Point janvier 2010

Année du financement : 2009

1 – Titre : Estimation spatialisée des polycontaminations d'origine agricole (Chlordécone et Cadusafos) et urbaine (métaux lourds et HAP) dans les sédiments de la mangrove de Fort-de-France (Martinique) et incidences sur leurs activités enzymatiques

2- Partenaires principaux :

Ambrosi J.P., CEREGE UMR 6635, Chargé de Recherche CNRS
Criquet S., IMEP, Maître de Conférence
Guiral D., IRD-IMEP, Directeur de recherche IRD
Luglia M., IMEP, Doctorant
Macarie H., IRD-IMEP, chargé de recherche IRD
Mille G., UMR CNRS 6263, LCAE, Professeur
Radakovitch O., CEREGE-UMR 6635, Maître de conférence

3 – Objectifs initiaux :

Réalisation de prélèvements de 20 sédiments représentatifs des divers faciès de la zone d'extension de la mangrove de la baie de Fort-de-France pour :

- leur caractérisation géochimique,
- l'évaluation de leurs niveaux de polycontamination : HAP, métaux lourds et pesticides (Chlordécone et Cadusafos),
- l'évaluation de leurs potentialités enzymatiques.

Réalisation en 3 sites à hydrodynamisme faible de carottage pour l'évaluation de la possibilité d'évaluer des vitesses de sédimentation et de dater l'âge des dépôts par approches isotopiques.

Ces stratégies visaient à valider l'hypothèse d'une possible contamination des sédiments des zones intertidales à fort taux de sédimentation (et donc généralement colonisée par des formations de mangrove) par de la chlordécone utilisée dans les sols de bananeraies en Martinique. Cette hypothèse à la base de la soumission d'un projet a l'ANR CES en 2009 avait été jugée par les évaluateurs comme trop hypothétique

(entraînant ainsi le refus de ce projet) car elle ne reposait pas au préalable sur des évaluations avérant de la contamination indirecte des sédiments intertidaux considérés à priori comme étant trop éloignés des parcelles agricoles où cette molécule avait été appliquée.

Pour compléter cette approche, ciblant un pesticide agricole, nous avons aussi entrepris d'évaluer pour ces mêmes échantillons leurs niveaux de contamination par des polluants type urbain HAP et Métaux lourds.

En regard à ces évaluations il a été recherché aussi de possible modification des potentialités enzymatiques et des activités cataboliques par mesure respirométrique.

Enfin les carottages avaient pour objectif de tester la possibilité de dater les strates sédimentaires pour, en cas de contamination des sédiments de surface, pouvoir aborder ultérieurement une analyse diachronique des niveaux de contamination des sédiments profonds.

4 – Résultats obtenus, en cours ou espérés pour les nouveaux projets

Une campagne d'échantillonnage en Martinique a été réalisée du 12 au 21 Août 2009 à laquelle ont participé (D. Guiral, C. Charpy-Roubaud et H. Macarie) avec le soutien logistique de l'IRD en Martinique et de la société Impact- mer. Cette campagne a permis le recueil de 21 sédiments de surface couvrant l'ensemble des zones colonisées par la mangrove et correspondant ainsi à une extension spatiale du projet initialement soumis à Eccorev. Les mangroves au sud (St Anne) et à l'est de l'Ile (Presqu'île de la Caravelle) ainsi qu'une station proche du site de référence considéré comme représentatif du « bon état écologique » pour la DCE en Martinique (Baie du Robert) ont été intégrées a ce programme ; un programme qui constitue ainsi la première évaluation synthétique des contaminations de l'ensemble des zones de mangrove en Martinique mais aussi de la première estimation des possibles incidences de ces contaminations multi-sources sur les activités enzymatiques en zone intertidale.

En outre 3 carottes, comme initialement projetées, ont été prélevées au sein des mangroves de la Baie de Fort de France 2 dans des sites protégés de la houle et probablement à fort taux de sédimentation (un site à sédiment argilo sableux – un site à sédiment vaseux organique hyper réducteur) et un site au sein des parcelles de mangrove impactées pour l'ouragan DEAN de 2007.

Les résultats actuellement disponibles

Sur **les 21 sédiments prélevés 6 présentent des concentrations en chlordécone mesurables** avec une concentration maximale **supérieure à 100 µg/Kg MS** confirmant ainsi l'hypothèse initiale à la base du projet soumis en 2009 à l'ANR CES.

Aucun des sédiments étudiés ne présentent de concentrations détectables en Cadsafos d'utilisation récente en tant que nématicide dans les bananeraies en Martinique.

Les HAP **d'origine anthropique sont présents dans 19 des 21 sédiments prélevés** avec une concentration **maximale de 6 000 µg/Kg MS** pour l'ensemble des HAP anthropiques considérés (N=15) dont plus de **1300 et 1200 µg/Kg MS respectivement pour le Fluoranthène et le Pyrène**
Pour 15 HAP étudiés et pour l'ensemble des 21 sédiments seul **l'Indéno(1,2,3-cd)pyrène n'a pas été retrouvé.** Le site situé à proximité de la zone représentative **du bon état écologique des masses d'eau côtières en Martinique présente des concentrations en HAP totaux anthropogéniques supérieurs à 6 000 µg/Kg MS.**

Les concentrations en cations, et en particulier les concentrations en métaux lourds, présentent de très fortes variations entre échantillons. Ce constat relève en particulier d'une très grande hétérogénéité à l'échelle de l'Ile des sédiments colonisés par la mangrove (vase fluide très organique, sable à quartz ou a minéraux lourds riche en Ti et Fe, sédiment carbonaté coquillier ou hérité du démantèlement de formations coralliennes).

g/Kg MS	**Al**	**Ca**	**Fe**	**K**	**Mg**	**Mn**	**Na**	**P**	**Si**	**Ti**
min	21.45	2.21	9.30	0.56	2.68	0.11	5.19	0.15	0.56	0.69
max	90.79	81.20	71.57	7.39	16.43	1.43	122.54	0.71	21.90	9.17

Ce fond « géologique » devra ainsi être pris en compte pour discriminer la part respective de ce qui est spécifiquement imputable à des apports anthropiques

mg/Kg MS	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
min	1.57	13.55	15.22	10.21	36.67
max	5.65	45.48	100.70	155.41	178.33

Au sein des carottes sous échantillonnées en strates régulières **les concentrations en 210Pb ne semblent pas présenter de décroissance susceptible de se prêter à des estimations de vitesse de sédimentation**. Ces premiers résultats, donc à priori peu prometteurs, devront néanmoins être confirmé en recourant au 137Cs.

Les activités respiratoires basale (Rb) et induite (Ri, par apport de glucose) minimale et maximale pour les 21 sédiments sont respectivement de Rbmin 56 et Rbmax 2286 ; Rimin 120 et Rimax 6023 (mg O2.Kg-1 MS.j-1). Les amplitudes de variations spatiales de ces activités cataboliques globales sont ainsi très importantes et ne pourront être interprétées en termes de possible impact des pollutions qu'après avoir pris en considération les concentrations en C, N, S de ces divers sédiments. Des concentrations en MO dont les valeurs seront nécessairement très variables en fonction des différences granulométriques et minéralogiques précédemment présentées. Ces données qualitatives sur les concentrations en matière organique ne sont pas actuellement encore disponibles. En outre, une décarbonatation et de déferrification de ces sédiments ont été réalisées en vue d'une caractérisation qualitative (en RMN du solide au spectropôle de St Jérôme) de la nature de ces matières organiques sédimentaires issues en partie des apports de litière produite par un même type de formation végétale.

Les spectres d'activités enzymatiques sont eux aussi actuellement en cours d'interprétation avec la aussi une très grande variabilité spatiale pour laquelle devra être prioritairement pris en compte les contextes sédimentaires et leur matière organique associée tant d'un point de vue qualitatif et que quantitatif.

Lorsque l'ensemble des informations seront disponibles notre première priorité sera de publier ces données individuellement nouvelles pour la Martinique et couvrant l'ensemble des zones de mangrove de l'Ile. En outre ces informations sont aussi complémentaires et devraient permettre de tester si les communautés microbiennes via leur potentiel enzymatique et leur activité catabolique globale ne pourraient pas constituer à terme un outil d'évaluation écosystèmique des impacts des polluants. Enfin, et dans une optique de possible bioremédiation de la contamination par la chlordécone, les communautés microbiennes présentes au sein des zones les plus contaminées et dont le potentiel enzymatique serait significativement modifié pourraient être prioritairement étudiées dans le cadre de culture en condition artificiellement enrichie en Chlordécone.

En outre ces résultats confirmant des hypothèses jugées en 2009 comme non fondées doivent permettre après acceptation de cet article dans une revue à comité de lecture de re-soumettre le projet de 2009 a la même ANR en 2011. Entre temps, des prélèvements complémentaires seront réalisés début février 2010 en Martinique pour compléter les données actuelles et ainsi encore un peu plus étayer les hypothèses qui seront ensuite plus amplement développées dans le cadre de l'ANR. Des financements nouveaux seront donc à rechercher pour permettre ces dosages coûteux et qui ne peuvent être réalisés qu'au sein de laboratoires agréés compte tenu de l'importance sociétale de ce problème de contamination environnental aux Antilles.

5 – Court bilan financier :

Le budget accordé par Eccorev (5 000 euros pour 10 000 demandés) a permis la réalisation des dosages des HAP et des métaux ainsi que les études sur une possibilité de datation des strates sédimentaires par approche isotopique.

Le budget accordé en contre partie par l'IRD (5 000 euros pour 10 000 euros sollicités) et l'utilisation d'autres conventions, en particulier relatives à la mise en oeuvre de la DCE en Guyane pour les eaux côtière et de transition ont permis de financer tout le reste : missions en Martinique, dosage des concentration en Chlordécone et Cadusaphos au laboratoire Départemental de la Drôme, dosages des concentration en C,N,S au laboratoire de l'IRD en Guyane, activités enzymatique et catabolique au laboratoire d'écologie microbienne de l'Imep.