



**HAL**  
open science

## OPALE: Un Observatoire des Pollutions Agricoles aux Antilles le Long du Continuum Terre-Mer

Anne-Lise Tailame, Antoine Richard, Lai Ting Pak, Benjamin Seux, Charlotte R. Dromard, Eric Abadie, Lemaitre Laurie, Enzo Civallero, Jean-Baptiste Charlier, Olivier Grünberger, et al.

### ► To cite this version:

Anne-Lise Tailame, Antoine Richard, Lai Ting Pak, Benjamin Seux, Charlotte R. Dromard, et al.. OPALE: Un Observatoire des Pollutions Agricoles aux Antilles le Long du Continuum Terre-Mer. Colloque scientifique "Chlordécone, connaître pour agir", Coordination Locale de la Recherche sur la Chlordécone aux Antilles (CLOReCA) du plan chlordécone IV.; Comité de Pilotage Scientifique National (CPSN) du plan chlordécone IV., Dec 2022, Pointe-à Pitre, France. hal-04179952

**HAL Id: hal-04179952**

**<https://hal.science/hal-04179952>**

Submitted on 10 Aug 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# OPALE : UN OBSERVATOIRE DES POLLUTIONS AGRICOLES AUX ANTILLES LE LONG DU CONTINUUM TERRE-MER

**Anne-Lise TAILAME (3), Antoine RICHARD (2), Lai Ting PAK (1), Benjamin SEUX (4), Charlotte R. DROMARD (5), Eric ABADIE (6), Laurie LEMAITRE (4), Enzo CIVALLERO (4), Jean-Baptiste CHARLIER (7&8), Olivier GRUNBERGER (9), Patrick LACHASSAGNE (10), Anatja SAMOUELIAN (9), Marc VOLTZ (9), Lise PONCHANT (2)**

1 Cirad, UPR HortSys, F-97285, Le Lamentin, Martinique, France

2 INRAE, UR 1321 ASTRO, F-97170, Petit-Bourg, Guadeloupe, France

3 BRGM Martinique, F-97200, Fort-de-France, Martinique

4 BRGM Guadeloupe, F-97170, Petit-Bourg, Guadeloupe

5 Unité Biologie des ORGANISMES et Ecosystèmes Aquatiques (BOREA), Université des Antilles, MNHN, Sorbonne Université, Université de Caen Normandie, CNRS, IRD, BP 592, 97157 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

6 IFREMER, Biodivenv, 79 route de Pointe Fort, F-97231, Le Robert, France

7 BRGM, Univ. Montpellier, Montpellier, France

8 G-eau, INRAE, CIRAD, IRD, AgroParisTech, Supagro, BRGM, Montpellier, France

9 Univ. Montpellier, UMR LISAH (INRAE, IRD, Supagro), Montpellier, France

10 HSM, Univ. Montpellier, CNRS, IRD, Montpellier, France

**Résumé :** *OPALE est un observatoire dont l'objectif est d'étudier l'impact des pollutions agricoles sur l'environnement. C'est un lieu privilégié pour mesurer et comprendre les transferts de contaminants dont la chlordécone (CLD) qui offre une vision intégrée des dynamiques et bilans de masse à l'échelle de deux bassins versants pilotes complémentaires. Les eaux sont le vecteur principal des transferts de contaminants d'origine agricole et de la CLD dans un contexte où le régime des pluies tropicales et les propriétés infiltrantes des sols et du sous-sol engendrent une contamination significative de l'environnement. L'étude des différents compartiments (sols, eaux de surface, eaux souterraines, littoral) donne la possibilité de mieux comprendre les dynamiques de contamination des écosystèmes continentaux et côtiers antillais et ainsi d'aider, au-delà de la problématique CLD, à l'analyse de l'exposome des organismes.*

**Mots clés :** *pesticide, bassins versants, continuum terre-mer, observatoire, transfert*

## Introduction

L'Observatoire des Pollutions Agricoles aux antillEs (OPALE), mis en place en 2016, est un dispositif d'observation de la pollution environnementale en milieu tropical volcanique sur deux sites en Guadeloupe (bassins versants des rivières Pérou et Pères) et en Martinique (bassin versant de la rivière du Galion). Son objectif est de suivre l'impact des pratiques agricoles (actuelles et passées) sur l'environnement, et notamment le devenir des pesticides dans les sols ainsi que les eaux de surface (ESU) et eaux souterraines (ESO). Dans un contexte de contamination à grande échelle (Lesueur-Jannoyer *et al.*, 2017), la problématique de la chlordécone (CLD) tient une place importante dans l'observatoire. Depuis 2022, OPALE s'ouvre aux milieux côtiers et couvre ainsi le continuum terre-mer. Un travail de compréhension des processus inter-compartiments est mis en œuvre, en relation avec la contamination des sols et les pratiques agricoles passées, actuelles et futures.

Les bassins versants (BV) du Galion (Martinique) et de Pérou et Pères (Guadeloupe) présentent des caractéristiques physiographiques spécifiques du milieu insulaire tropical volcanique cultivé. Leur complémentarité en termes d'occupation du sol, pédologie, géologie, hydrologie et de géomorphologie du littoral apporte une plus-value pour étudier la variabilité du fonctionnement agro-hydrologique et le devenir des contaminants en milieu antillais.

OPALE est le lieu d'acquisition de données à haute résolution sur les relations entre pratiques agricoles et exposition des sols et des milieux aquatiques aux produits phytosanitaires. Cela permet d'améliorer les connaissances sur les processus de transfert et sur les impacts générés sur les différents compartiments des agro-hydrosystèmes, à travers une caractérisation i) spatiale : de la parcelle au BV, et ii) temporelle : évolutions pluriannuelle et saisonnière des transferts en fonction de déterminants physiques et anthropiques.

## 1. Matériel et Méthodes

Le dispositif mis en place dans les différents compartiments est opérationnel depuis janvier 2016 et s'enrichit au fil des années. Il permet, grâce à différentes stations de mesure implantées dans les BV, le suivi en continu de paramètres météorologiques (précipitations, température, humidité de l'air, ensoleillement...), des débits des cours d'eau, des niveaux piézométriques, ainsi que des paramètres physico-chimiques (température, conductivité électrique, turbidité) *in situ* enregistrés dans les différents compartiments : ESU, ESO et littorales.

Une chronique de concentrations en pesticides dans les ESU est obtenue par prélèvement d'échantillons collectés au moyen de préleveurs automatiques. Ces derniers permettent i) la collecte hebdomadaire, représentative de l'évolution plus rapide des flux, mais aussi ii) la collecte à des périodes plus rapprochées pour répondre à des besoins de recherche ponctuels ou pour suivre par exemple des événements climatiques exceptionnels.

Dans les ESO, les prélèvements manuels étaient réalisés au pas de temps trimestriel jusqu'en 2019 puis ont été intensifiés en mensuel.

A l'exutoire des BV, dans les eaux côtières, les mesures de contaminants se mettent en place *via* des échantillonneurs intégratifs passifs (POCIS) et dans les différents compartiments trophiques (phytoplancton, zooplancton, macroalgues) au pas de temps trimestriel. Les stations d'échantillonnage sont positionnées en champs moyen pour éviter les forts impacts de l'exutoire. La première campagne d'échantillonnage en eaux marines se déroulera au dernier trimestre de l'année 2022.

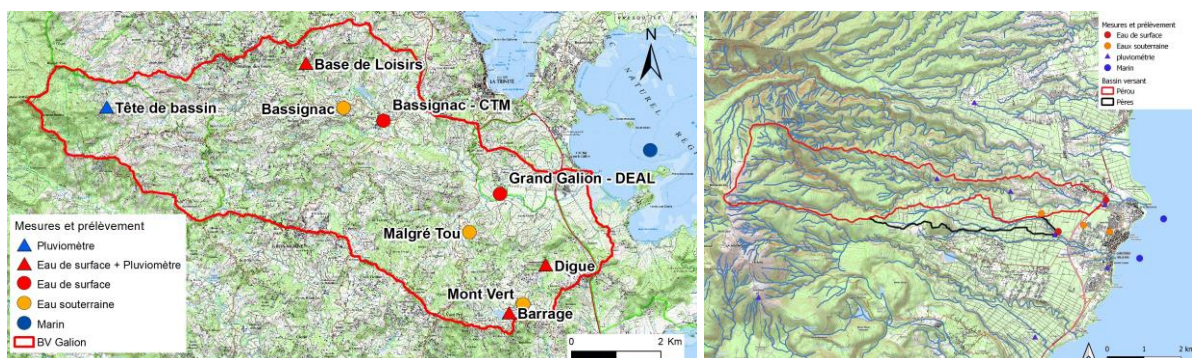


Figure 1. Localisation des stations de mesures et points de prélèvements dans les différents compartiments sur les bassins versants du Galion en Martinique et de Pérou-Pères en Guadeloupe

## 2. Résultats

La contamination des ESU en CLD (jusqu'à quelques  $\mu\text{g/l}$ ) varie fortement spatialement et temporellement (Mottes *et al.*, 2020). De nombreux paramètres peuvent expliquer cette grande variabilité : niveaux de contamination des sols (qui dépendent des pratiques agricoles passées et de la nature des sols), conditions hydrologiques (saisonnalité, effets des épisodes majeurs...), le contexte hydrogéologique et des échanges ESO-ESU (ratio écoulements rapides – de surface

- et écoulement lents – transitant par les compartiments souterrains), contribution de la phase particulaire durant les phases de crues intenses. En revanche, l'importance de chacun de ces paramètres reste encore à préciser.

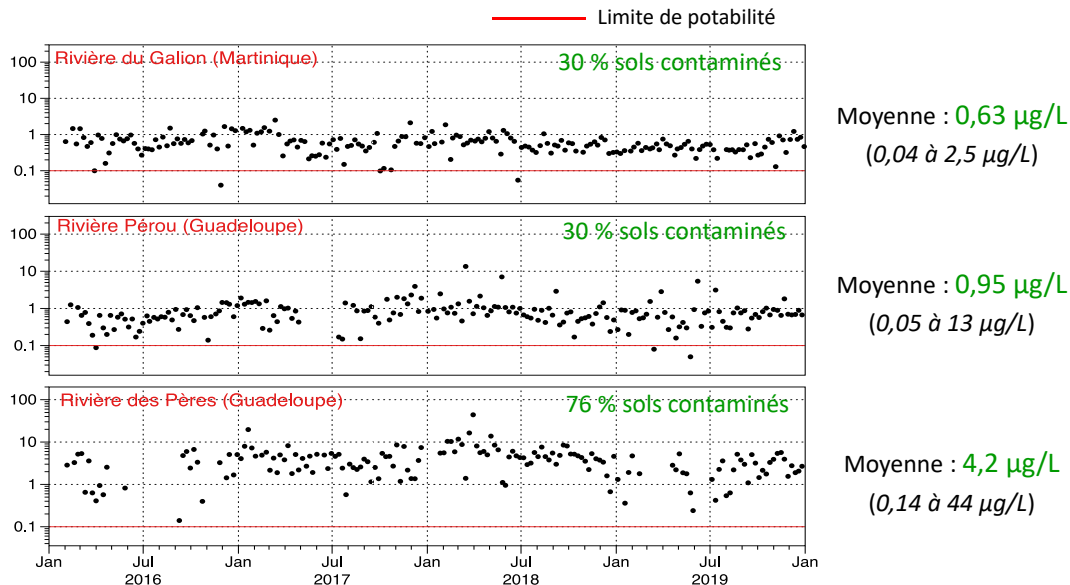


Figure 2. Evolutions des contaminations des eaux de surface en Guadeloupe et Martinique (Anckaert et Mottes, 2019 ; Ponchant *et al.*, 2019 ; Wintz et Pak, 2021)

On observe dans les ESO des concentrations en CLD atteignant plusieurs dizaines de µg/l, illustrant la très forte vulnérabilité du compartiment souterrain à la contamination par la CLD (Charlier *et al.*, 2015). Cela est à mettre en lien avec les propriétés infiltrantes des sols qui ne jouent qu'un rôle limité de barrière vers la profondeur. Le temps de résidence des ESO explique aussi une partie de la variabilité spatiale des concentrations des aquifères, ainsi que des ESU qui les drainent en période de carême.

En milieu marin, le projet ChloAnt a mis en évidence dans le BV du Galion une forte variabilité des flux de CLD liée principalement au débit de la rivière du Galion (Dromard *et al.*, 2022). La contamination du milieu ambiant et de la faune marine suit un gradient décroissant depuis la côte vers le large (Dromard *et al.*, 2018). L'étude de la saisonnalité met en évidence des situations contrastées selon les écosystèmes et les espèces. La saisonnalité de la contamination est particulièrement marquée dans les systèmes d'herbiers situés en limite de l'expansion maximale des panaches turbides issus de la rivière, avec de fortes concentrations mesurées dans le biotope durant la saison des pluies. **L'extension de l'observatoire pour inclure le compartiment marin est importante pour une gestion la plus intégrée des problématiques de la contamination.**

### 3. Discussion / Actions

Après un temps d'acquisition de données permettant de caractériser la dynamique de contamination des milieux par la CLD et d'émettre les premières hypothèses sur les modalités de transfert entre compartiments, le consortium OPALE va maintenant s'attacher à mieux préciser les mécanismes de transfert le long du continuum terre-mer : sol, ESU, ESO, eaux littorales, en se focalisant sur les liens entre ces compartiments, ainsi que leur évolution dans le temps dans un objectif de contribution à la réduction des risques d'exposition à la CLD. En cela, la complémentarité du dispositif OPALE permet d'avoir accès à une diversité de situations représentatives de ce que l'on rencontre à l'échelle des deux territoires Guadeloupe et Martinique. Différentes actions sont mises en place qui ont pour but de :

- Représenter les différents contextes de systèmes de culture sur les BV (agriculture diversifiée, banane et canne à sucre) et de quantifier les impacts de modifications de pratiques agricoles à l'échelle spatiale du BV sur la contamination des eaux par les pesticides à moyen-long terme ;
- Etablir le bilan des différents flux (pluie, évapotranspiration, ruissellement (RUI), infiltration) en visant une approche spatiale
- Mesurer les flux de surface en plusieurs stations du réseau hydrographique et y quantifier ainsi d'une part les écoulements rapides (RUI) et, d'autre part, les écoulements issus des eaux souterraines (« débits de base ») ;
- Caractériser les réservoirs, les propriétés des aquifères et les temps de résidence afin de définir un premier schéma de contamination des ESO et des ESU qui les drainent ;
- Estimer la durabilité de la contamination et l'évolution des flux et concentrations à travers des bilans et des estimations de stock. Identifier les processus en jeu et analyser la pertinence d'actions de remédiation ;
- Modéliser à terme les transferts dans le continuum terre-mer et définir des solutions visant à minimiser les impacts de la contamination.

## Conclusion

En plus de l'acquisition et de la production de données, l'observatoire a pour mission de diffuser et transmettre ses données à destination non seulement de la communauté scientifique mais aussi d'un public élargi. Le dispositif a également vocation à accueillir tout travail de recherche sur la CLD et plus largement sur les thématiques environnementales et agronomiques.

## Remerciements

Les équipements et résultats d'OPALE sont financés par les Préfectures de Guadeloupe et Martinique dans le cadre du PNAC IV de lutte contre la pollution par la chlordécone.

## Références

- Charlier, J.-B., Arnaud, L., Ducreux, L., Ladouche, B., Dewandel, B., 2015. CHLOR-EAU-SOL – Volet EAU – Caractérisation de la contamination par la chlordécone des eaux et des sols des bassins versants pilotes guadeloupéen et martiniquais – Rapport final. BRGM/RP-64142-FR, 160 p.
- Dromard, C.R., Guéné, M., Bouchon-Navaro, Y., Lemoine, S., Cordonnier, S., Bouchon, C., 2018. Contamination of marine fauna by chlordecone in Guadeloupe: evidence of a seaward decreasing gradient. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (15), 14294-14301.
- Dromard, C.R., Allenou, J.P., Tapie, N., Budzinski, H., Cimmaterra, N., De Rock, P., Arkam, S., Cordonnier, S., Gonzalez, J.L., Bouchon-Navaro, Y., Bouchon, C., Thouard, E., 2022. Temporal variations in the level of chlordecone in seawater and marine organisms in Martinique Island (Lesser Antilles). *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11.
- Lesueur-Jannoyer, M., Cattan, P., Woignier, T., Clostre, F. (Eds.), 2017. *Crisis management of chronic pollution: contaminated soil and human health*, CRC Press, Boca Raton.
- Mottes, C., Deffontaines, L., Charlier, J.-B., Della Rossa, P., Lesueur-Jannoyer, M., Woignier, T., Adèle, G., Tailame, A.-L., Arnaud, L., Plet, J., Rangon, L., Bricquet, J.-P., Cattan, P., 2020. Spatio-temporal variability of water pollution by chlordecone at the watershed scale: what insights for the management of polluted territories? *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 40999-41013.
- Ponchant L., Samouelian A., Andrieux P. et Voltz M. 2020. Evaluation de la Contamination par la Chlordécone en Rivière : Rôle des Voies de Transfert Dissout et Particulaire. Rapport final projet « Transfert des Pesticides par voies Dissoutes et Particulaires aux Antilles – TPDP », 55 pages plus annexes