



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom



CARTOGRAPHIE DE LA CONTAMINATION DES EAUX SUPERFICIELLES DU BASSIN VERSANT DU GALION, MARTINIQUE, PAR ÉCHANTILLONNAGE INTÉGRATIF PASSIF

Pascaline Dieudé^{1,2,3}, Marine Bertrand³, Andrés Sauvêtre³,
Francois Lestremau³, Frédéric Feder^{4,5}, Lai Ting Pak^{1,2}

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

² HortSys, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

³ Hydrosociences Montpellier, Univ Montpellier, IMT Mines Alès, IRD, CNRS, Alès, France

⁴ CIRAD, UPR Recyclage et Risque, F-34398 Montpellier, France

⁵ Recyclage et Risque, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

16/11/2023

CONTEXTE

Situation en Martinique :

Contexte insulaire

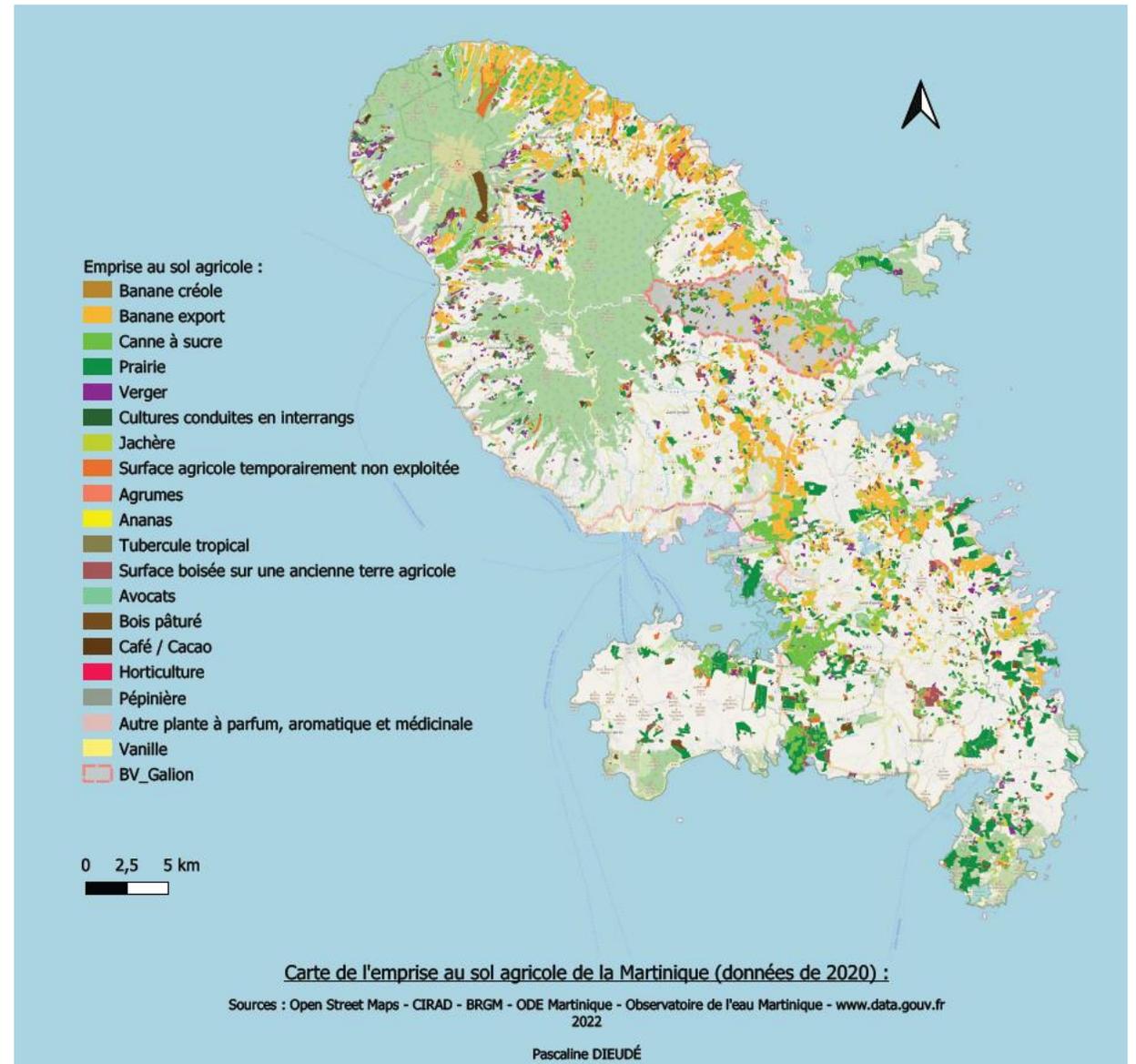
+

Activités agricoles à hauts niveaux d'intrants

=

Fragilité de la ressource en eau

- Contamination en chlordécone des sols agricoles et des eaux (en aval)

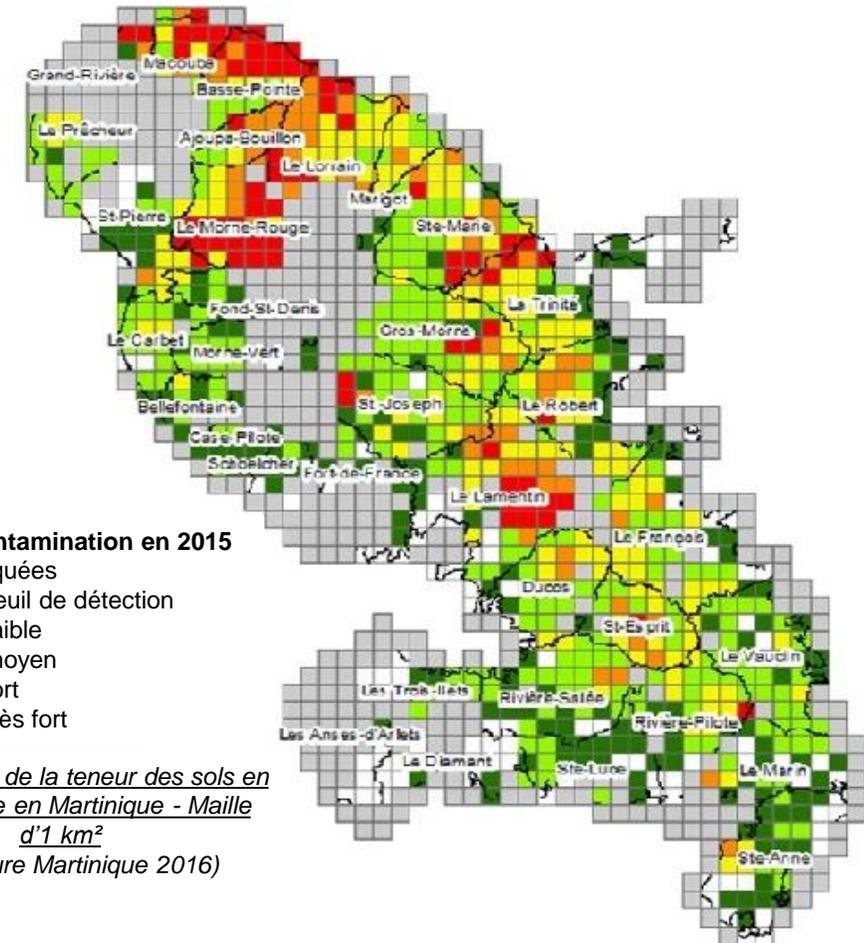


CONTEXTE

Situation en Martinique :

Contexte insulaire
+
Activités agricoles à hauts niveaux d'intrants
=
Fragilité de la ressource en eau

- Contamination en chlordécone des sols agricoles et des eaux (en aval)



CONTEXTE

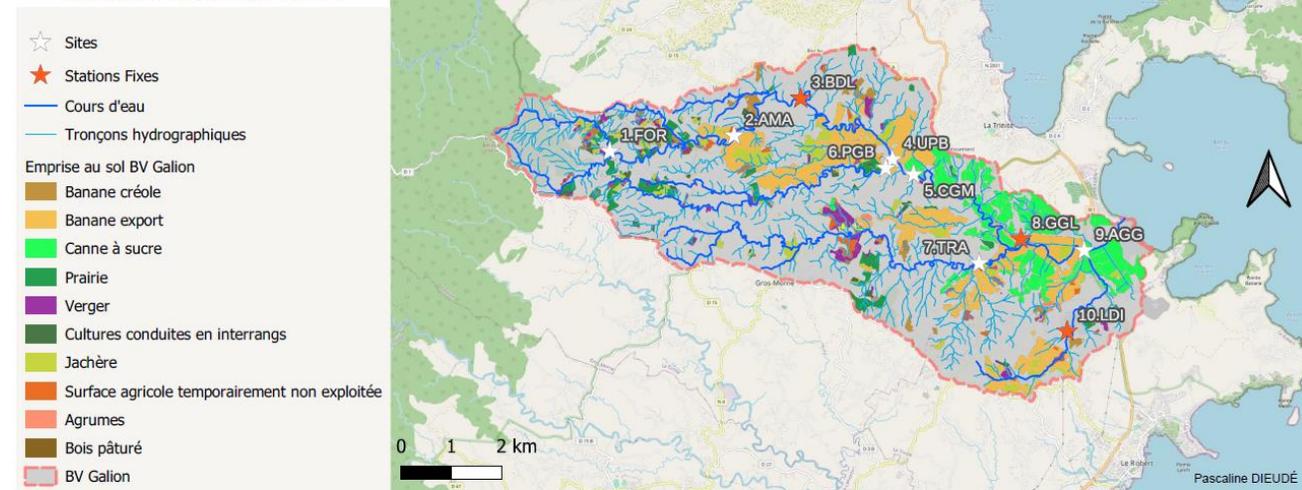
OPALE (Observatoire de la Pollution Agricole aux antilles) :

- Directive Cadre sur l'Eau = suivi des cours d'eau par l'Office de l'Eau depuis 2007

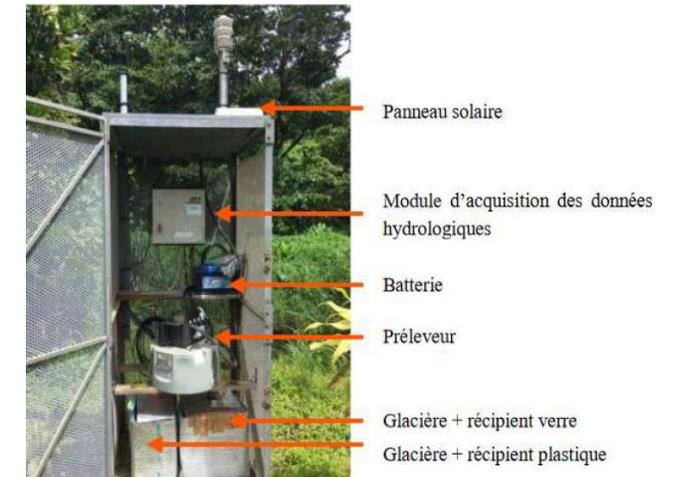
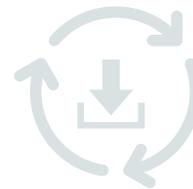
→ Bassin versant du Galion (45 km²)

- diversité agricole et pédoclimatique
- Echantillonnage hebdomadaire sur 3 stations fixes
- Prélèvement d'échantillons d'eau
 - **Préleveur automatique**
 - **Intégré sur une semaine – stabilité**
 - **Envoi en métropole pour analyse (LDA26)**

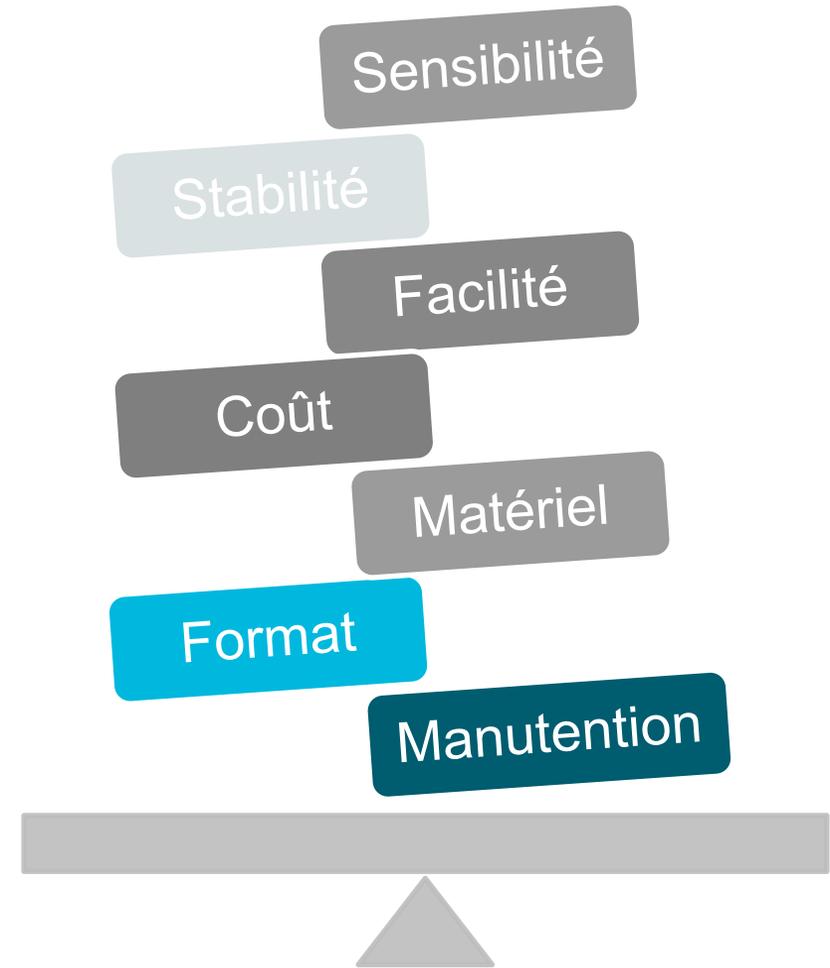
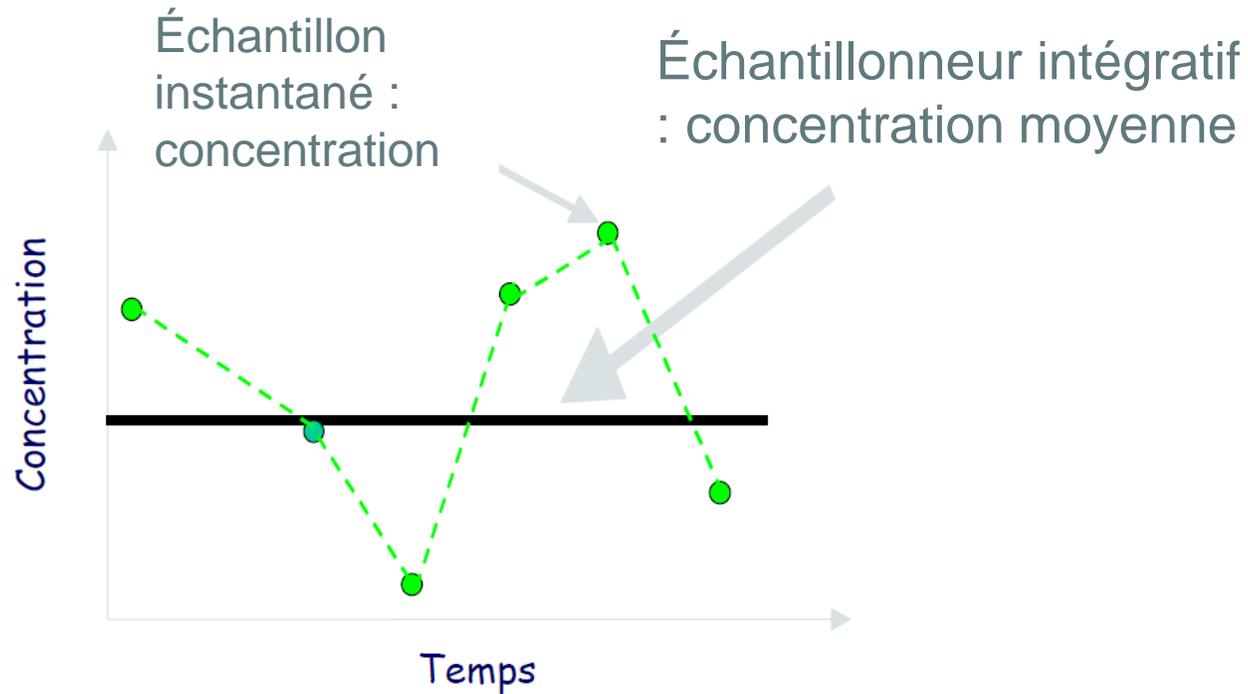
Carte de la répartition des différents types de cultures au sein du BV du Galion :



Sources : Open Street Maps - CIRAD - BRGM - ODE Martinique - Observatoire de l'eau Martinique - www.data.gouv.fr 2022



TECHNIQUE ALTERNATIVE DE MESURE ?

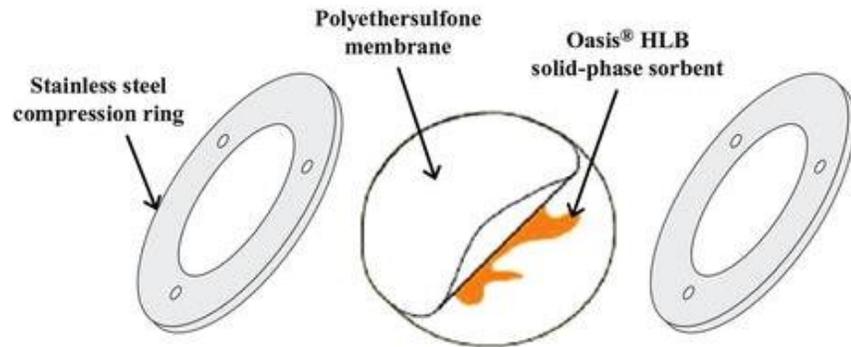


UTILISATION D'UN ECHANTILLONNEUR INTÉGRATIF PASSIF : POCIS

Qu'est-ce qu'un POCIS ?

Polar Organic Chemical Integrative Samplers

- Échantillonneur passif
- Échantillons intégratifs - plusieurs jours voire semaines (**3 semaines**)



HLB = Hydrophilic-Lipophilic Balance

Mode d'échantillonnage



OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Évaluer l'utilisation de la méthode d'échantillonnage passif – POCIS - sur le bassin versant du Galion pour la mesure de la chlordécone et d'autres substances organiques (pesticides et pharmaceutiques)

Dresser une cartographie de la contamination du bassin versant du Galion



COMPOSÉS ÉTUDIÉS

- Chlordécone + 2 métabolites (5b-hydrochlordecone + chlordécol)
- Autres pesticides :
 - Herbicides (glyphosate/AMPA, métolachlore, ...)
 - Fongicides (azoxystrobine, propiconazole,...)
 - ...
- Composés pharmaceutiques (carbamazépine, diclofénac, oxazépan,...)
- Composés industriels (bisphénol A, tolytriazole,...)

COMPOSÉS ÉTUDIÉS

- Chlordécone + 2 métabolites (5b-hydrochlordecone + chlordécol)
- Autres pesticides :
 - Herbicides (glyphosate/AMPA, métolachlore, ...)
 - Fongicides (azoxystrobine, propiconazole,...)
 - ...
- Composés pharmaceutiques (carbamazépine, diclofénac, oxazépam,...)
- Composés industriels (bisphénol A, tolytriazole,...)

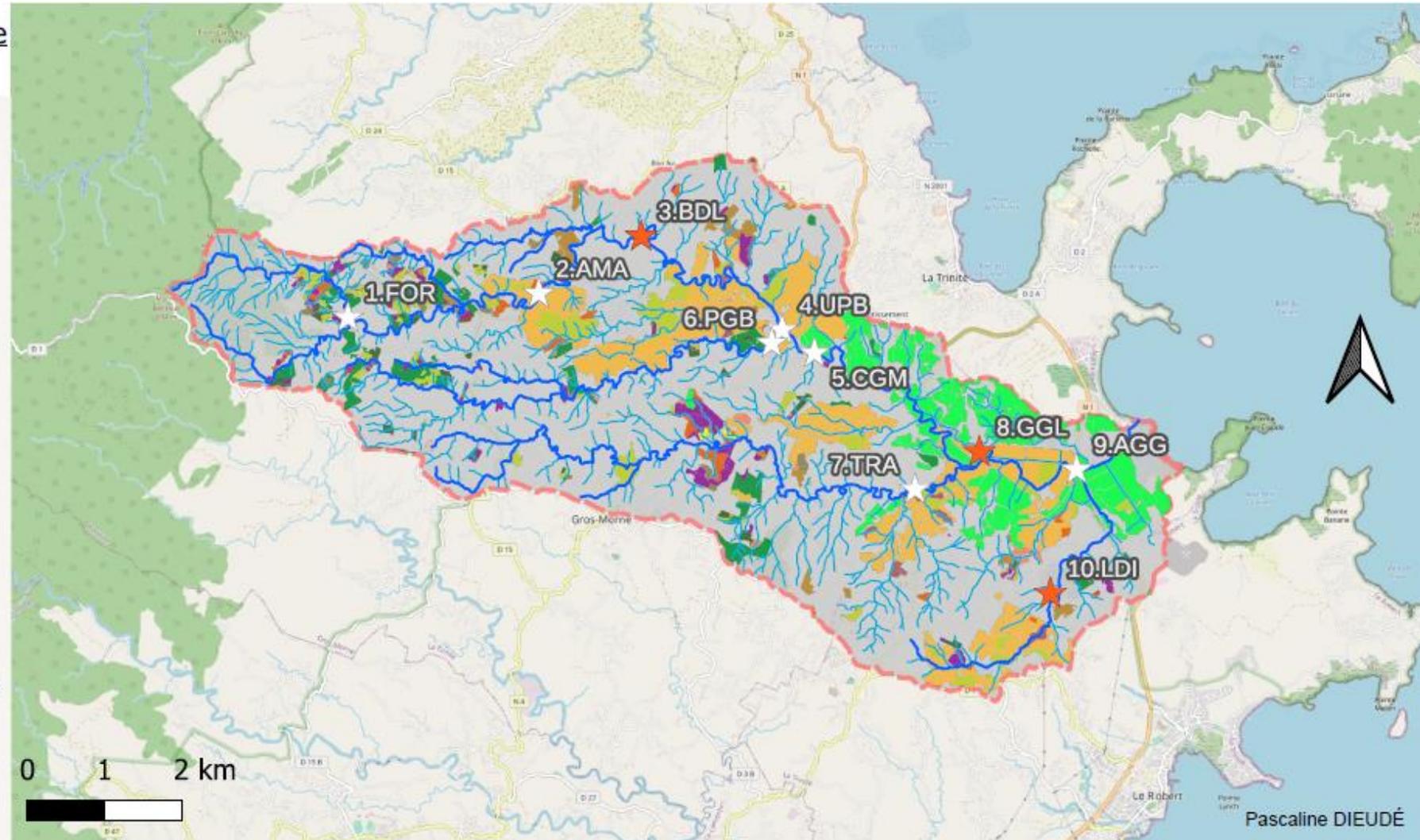


2 types de POCIS utilisés

- **HLB** : Majorité polluants organiques
→ chlordécone, pesticides, pharma, industriels
- **MIP** : Glyphosate & AMPA

SITES SÉLECTIONNÉS : BV GALION

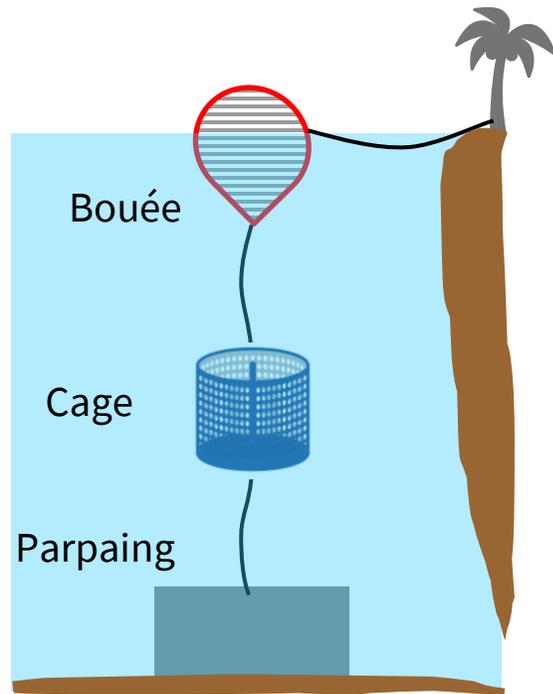
Carte de la répartition des différents types de cultures au sein du BV du Galion :



Sources : Open Street Maps - CIRAD - BRGM - ODE Martinique - Observatoire de l'eau Martinique - www.data.gouv.fr
2022

DISPOSITION DES POCIS

Exposition 3 semaines: 2 types de dispositifs



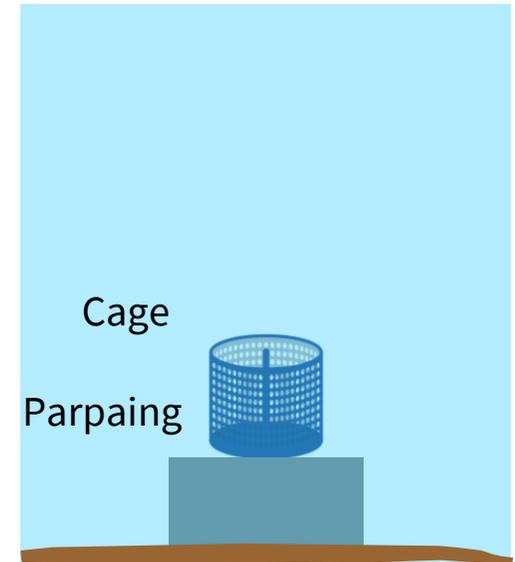
TYPE
BOUÉE

> 1 m
d'eau

- ← Dispositif initial
- ← Minimum 1 m d'eau
- ← Colonne d'eau
- ← Amarrage à la berge

< 1 m
d'eau

- 30 cm de haut →
- Cage posée sur →
le parpaing
- + économique →
- Transport + facile →



TYPE
PARPAING

DISPOSITION DES POCIS

Exposition 3 semaines: 2 types de dispositifs



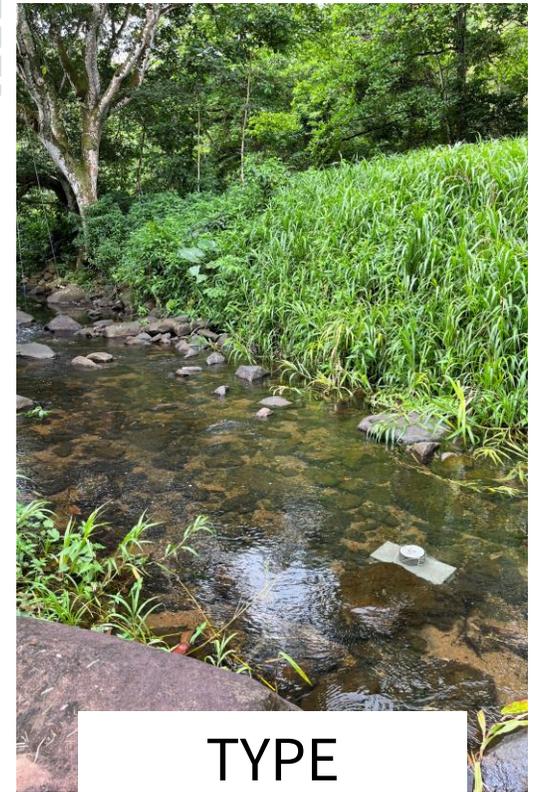
TYPE
BOUÉE

> 1 m
d'eau

- ← Dispositif initial
- ← Minimum 1 m d'eau
- ← Colonne d'eau
- ← Amarrage à la berge

< 1 m
d'eau

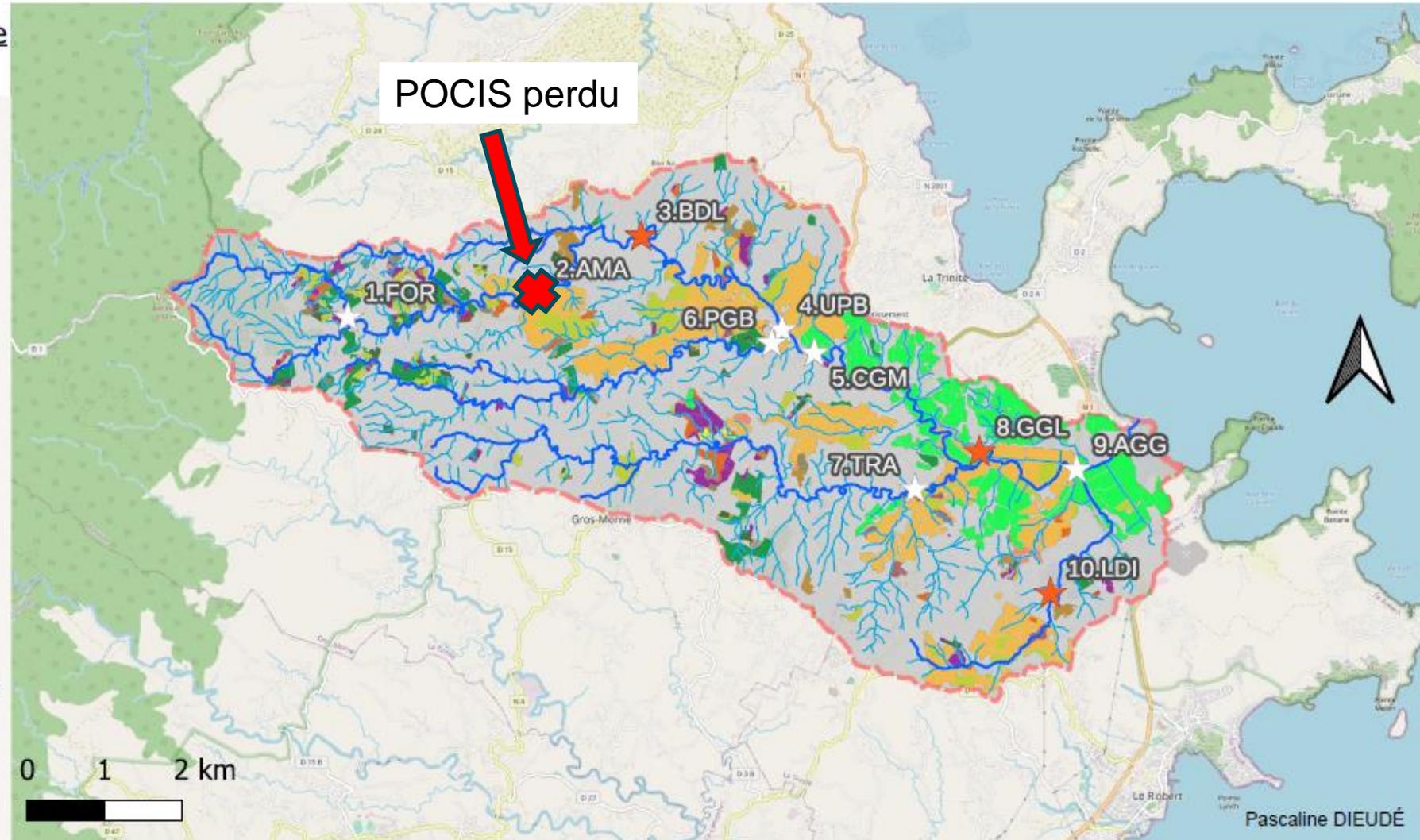
- 30 cm de haut →
- Cage posée sur →
le parpaing
- + économique →
- Transport + facile →



TYPE
PARPAING

SITES SÉLECTIONNÉS : BV GALION

Carte de la répartition des différents types de cultures au sein du BV du Galion :



Sources : Open Street Maps - CIRAD - BRGM - ODE Martinique - Observatoire de l'eau Martinique - www.data.gouv.fr
2022

ANALYSE

- Après retrait, conservation des POCIS à 4°C et analyse en métropole
- Analyses LC-MS/MS et GC/MS

BRGM : Pesticides + Glyphosate & AMPA + Pharmaceutiques + Industriels → 91 substances



IMT Mines Alès: Pesticides → 32 substances



ANALYSE

Calcul des concentrations dans l'eau (C_w) pour les POCIS

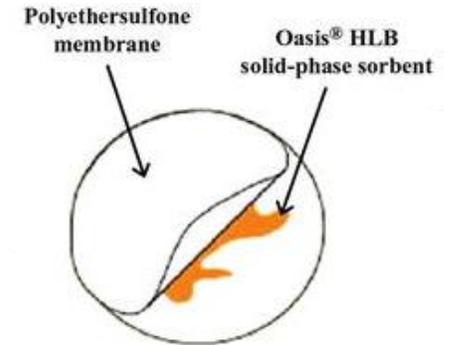
$$C_w = \frac{C_s * M_s}{R_s * t}$$

Concentration dans la phase - obtenue par analyse de la phase réceptrice

Déterminé par pesée

Temps d'échantillonnage (3 semaines)

Déterminé par un étalonnage



R_s déterminés pour chaque substance en laboratoire à l'IMT Mines Alès ou provenant de la littérature

➡ Conditions différentes (T° , turbulence) dans le milieu naturel

- Ordre de grandeur de la concentration réelle
- Tendance de l'évolution de la concentration : comparaison de données

➔ Quantification : semi-quantitative

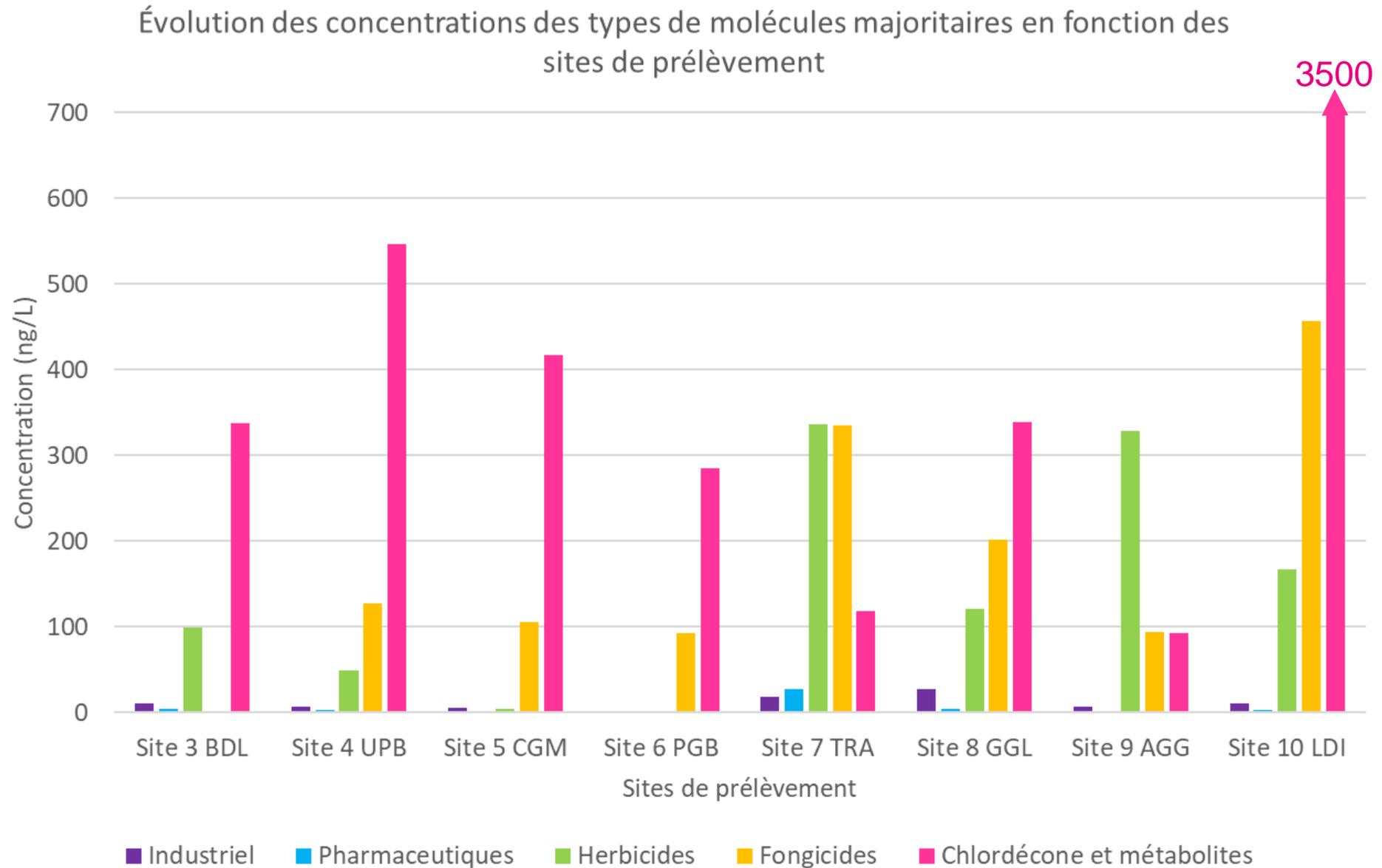
Résultats

16 molécules quantifiées

Résultats positifs POCIS (ng/L) :										
Molécule	BT	Site 1 FOR	Site 3 BDL	Site 4 UPB	Site 5 CGM	Site 6 PGB	Site 7 TRA	Site 8 GGL	Site 9 AGG	Site 10 LDI
Bisphénol A							14	22		
Tolytriazole			10	8	6		5	6	7	11
Carbamazépine							4	2		3
Diclofenac							12			
Oxazepam			4	4	2		6	3		
Sulfaméthoxazole							6			
AMPA			95	44			336	117	323	168
Métolachlore (R+S)				3	2			4	6	
Tébuconazole			4							
Terbutryne			1	3	2			1		
Azoxystrobine				127	106	94	335	202	94	445
Imazalil										5
Propiconazole										7
Chlordécone			287	494	389	262	108	314	83	3254
5 B Hydrochlordecone			51	46	22	18	11	25	9	202
Chlordécol				7	7	5				98

BT: Blanc Terrain

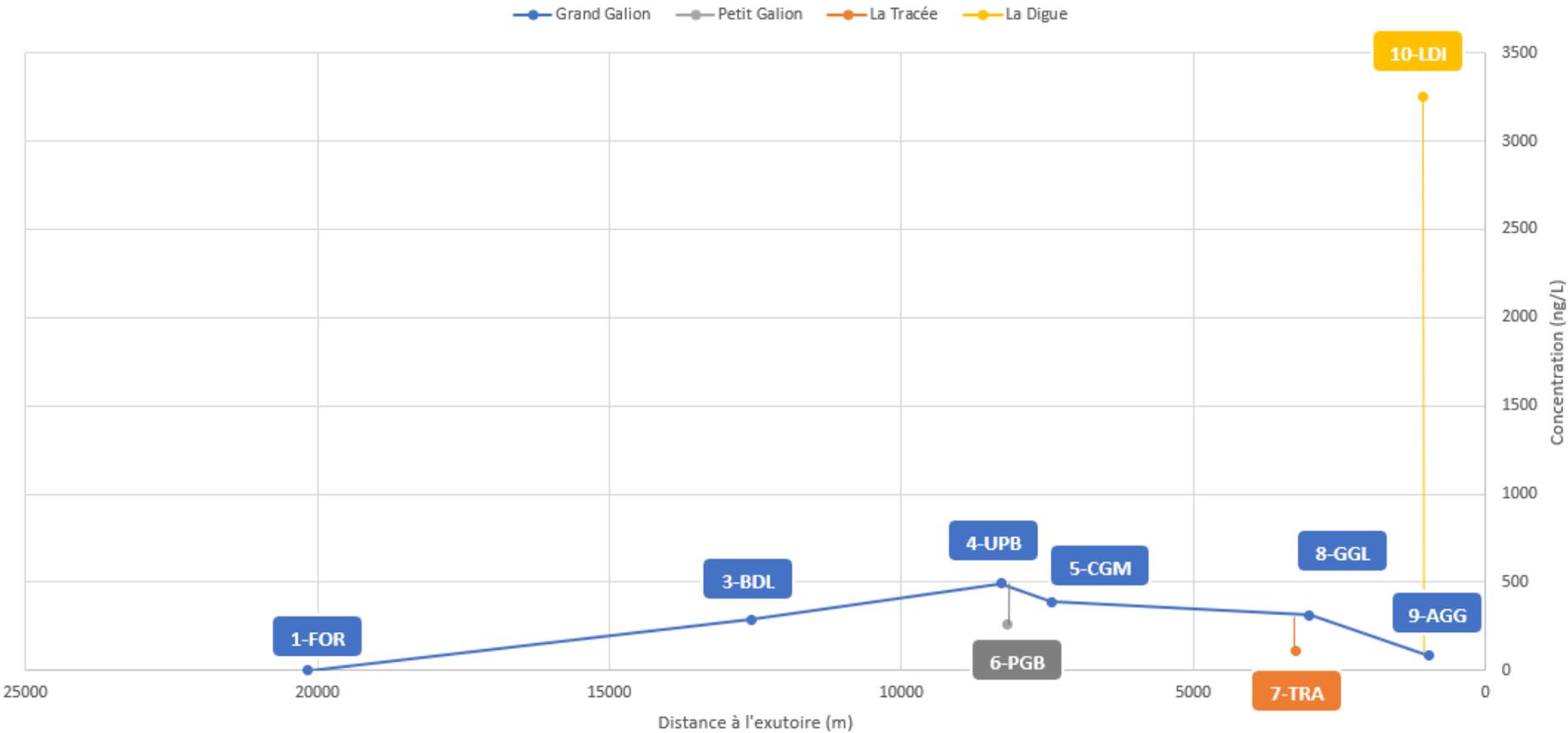
Résultats



RÉSULTATS – MOLÉCULES UBIQUISTES AGRICOLES

Chlordécone

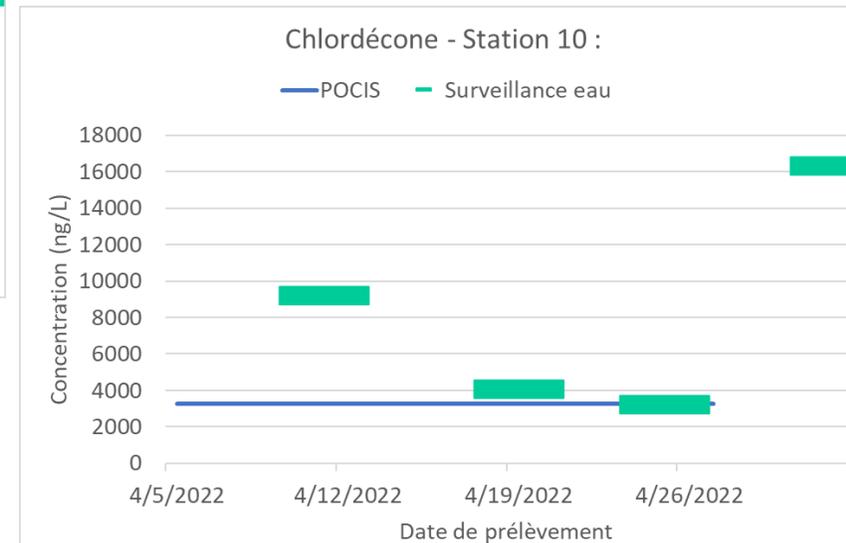
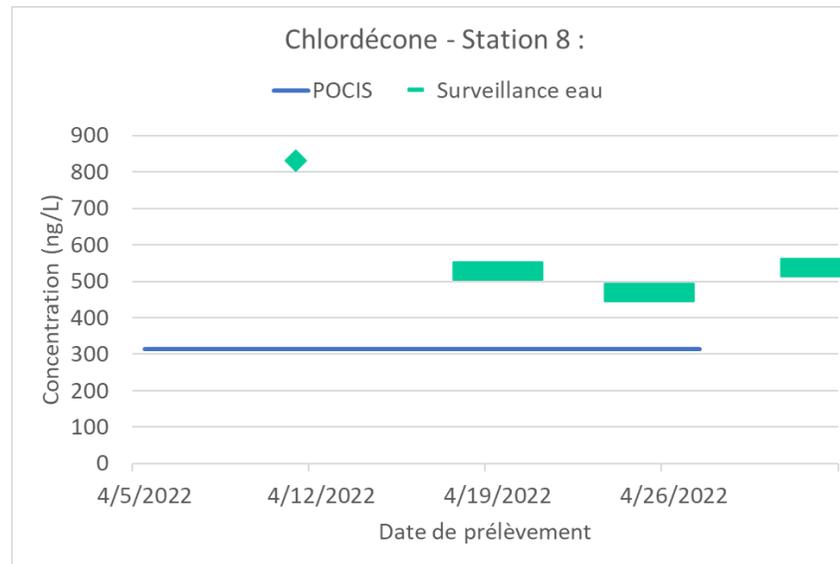
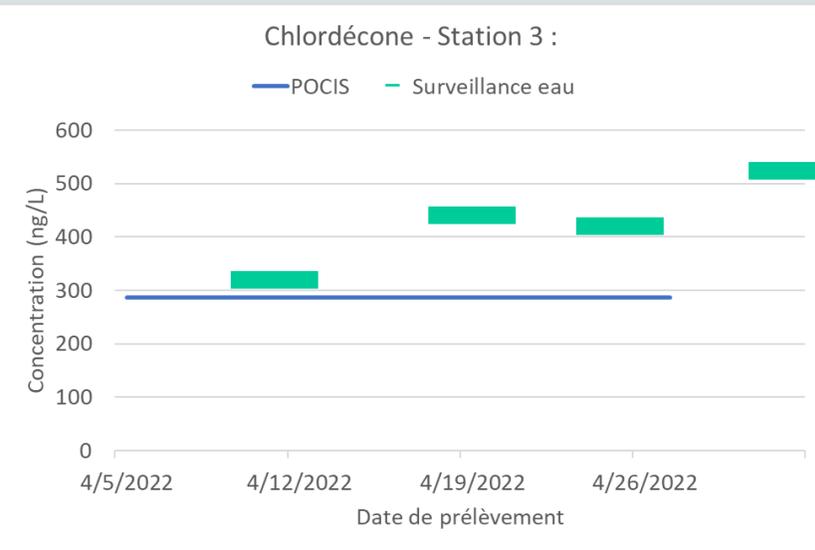
Évolution de la concentration en chlordécone en fonction de la distance à l'exutoire de chaque site de prélèvement - suivi du lit majeur et de ses affluents - échantillonneur passif type POCIS HLB :



Même tendance observée pour les 2 métabolites

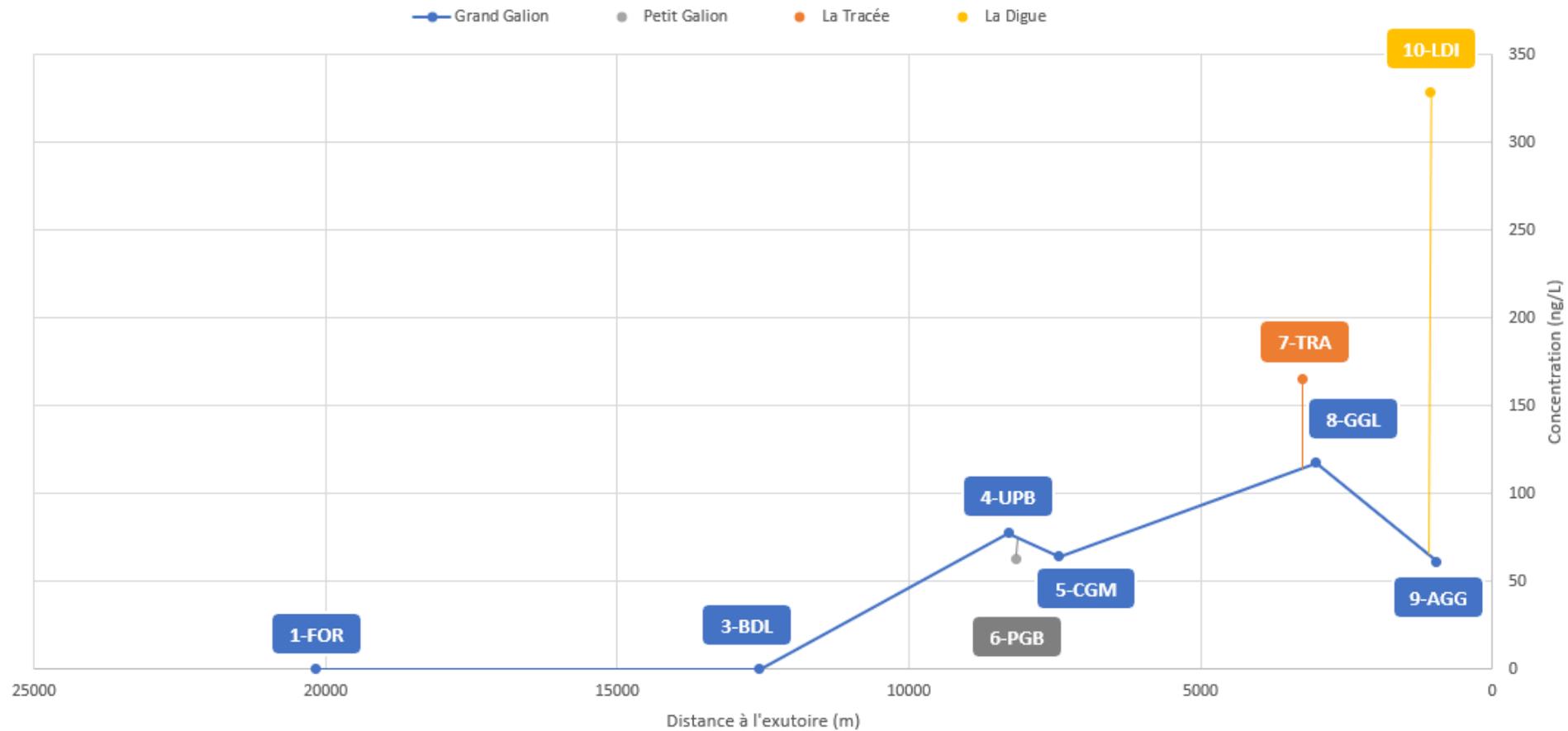
RÉSULTATS – MOLÉCULES UBIQUISTES AGRICOLES

Comparaison des données obtenues pour la chlordécone par la surveillance régulière dans l'eau et par les POCIS



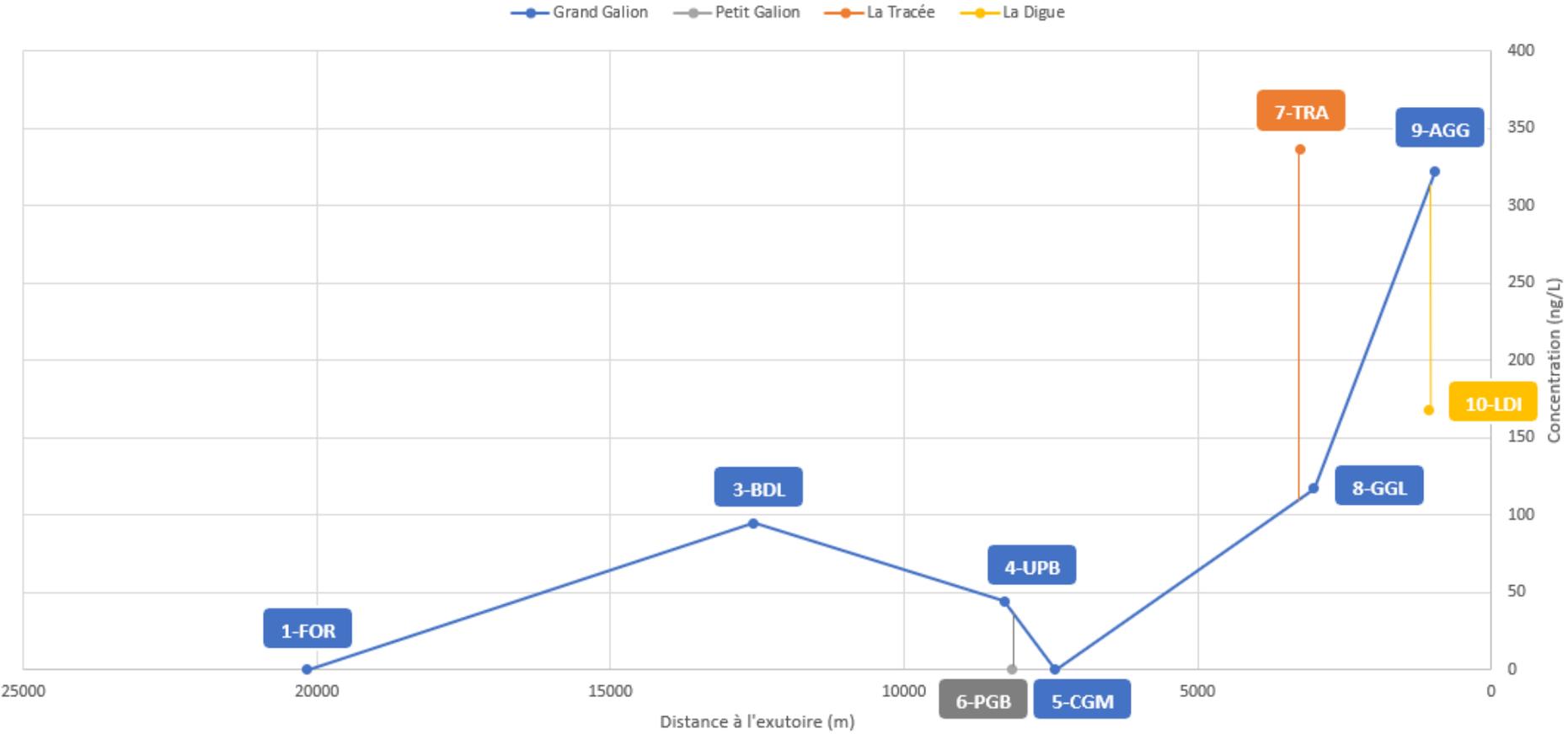
Azoxystrobine

Évolution de la concentration en azoxystrobine en fonction de la distance à l'exutoire de chaque site de prélèvement - suivi du lit majeur et de ses affluents - échantillonneur passif type POCIS HLB :



AMPA

Évolution de la concentration en AMPA en fonction de la distance à l'exutoire de chaque site de prélèvement - suivi du lit majeur et de ses affluents - échantillonneur passif type POCIS MIP :



CONCLUSION

- Utilisation d'échantillonneurs passifs intégratifs de type POCIS
 - Outil alternatif de mesure permettant une caractérisation moyennée de la contamination
 - Cartographie de la contamination du bassin versant du Galion
 - 16 molécules mesurées (chlordécone + métabolites, herbicides, fongicides et pharmaceutiques)
 - Reflet de pressions diverses (passés, actuelles, agricoles et autres activités)



PERSPECTIVES POSSIBLES

- Utilisation d'échantillonneurs passifs intégratifs de type POCIS
 - ➔ Application à d'autres bassins versants
 - ➔ Utilisation d'approches complémentaires pour améliorer l'aspect quantitatif de l'outil (exemple étalonnage in-situ)
 - ➔ Couplage avec de l'analyse non-ciblée (LC/GC-HRMS) pour améliorer qualitativement les substances présentes dans les milieux

