

# Évaluation de l'état des stations de mesure des eaux souterraines de Martinique – Méthodologie DCE – Rapport annuel 2020

Rapport final  
BRGM/RP-70770-FR  
Juin 2021



**OFB**  
OFFICE FRANÇAIS  
DE LA BIODIVERSITÉ



**ODE**  
OFFICE DE L'EAU  
MARTINIQUE



Géosciences pour une Terre durable  
**brgm**



# Évaluation de l'état des stations de mesure des eaux souterraines de Martinique – Méthodologie DCE – Rapport annuel 2020

Rapport final

BRGM/RP-70770-FR

Juin 2021

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM AP20FDF005

J. Perez, A.-L. Tailamé

**Vérificateur :**

Nom : J. Lions

Fonction : Hydrogéologue

Date : 23/06/2021

Signature : 

**Approbateur :**

Nom : B. Vittecoq

Fonction : Directeur régional

Date : 23/06/2021

Signature : 

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)



**OFB**  
OFFICE FRANÇAIS  
DE LA BIODIVERSITÉ



**ode**  
OFFICE DE L'EAU  
MARTINIQUE



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Mots clés** : Réseaux de surveillance, Directive Cadre européenne sur l'Eau, qualitomètre, piézomètre, Qualité, Eau souterraine Martinique.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Perez J., Taïlamé A.-L.** (2021) – Évaluation de l'état des stations de mesure des eaux souterraines de Martinique – Méthodologie DCE – Rapport annuel 2020. Rapport BRGM/RP-70770-FR, 141 p., 39 ill., 11 ann.

© BRGM, 2021, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.



## **Résumé**

*Depuis 2008, l'Office de l'Eau Martinique et le BRGM cofinancent un programme de surveillance des masses d'eau souterraine afin de répondre aux exigences de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE).*

*Un réseau de suivi quantitatif (29 stations) et un réseau de suivi qualitatif (21 stations) sont répartis sur l'ensemble de la Martinique afin d'assurer le suivi des 8 MESO.*

*Malgré les perturbations des campagnes de prélèvement liées aux mesures de restrictions liées à l'épidémie de covid-19, le suivi des MESO révèle grâce à des analyses semestrielles que 10 des 21 stations du réseau de qualitomètres sont déclassées en raison de la présence de produits phytosanitaires à des concentrations dépassant les valeurs seuils. Ces stations sont situées dans les masses d'eau Pelée-Est, Jacob-Est, Jacob-Centre, Vauclin-Pitault et Miocène.*

*Par ailleurs, toutes les masses d'eau souterraine de Martinique apparaissent classées comme étant en bon état quantitatif.*

*En parallèle, un suivi mensuel sur deux stations classées en état qualitatif médiocre à Basse-Pointe permet de contribuer à la compréhension des transferts de polluants vers les eaux souterraines en milieu volcanique.*

## **Abstract**

*Since 2008, the Martinique Water Agency and the French Geological Survey (BRGM) are co-funding a groundwater monitoring program. The aim of this program is to follow the requirements of the European Water Framework Directive (WFD).*

*A quantitative and qualitative monitoring networks (29 and 21 stations respectively) are distributed throughout Martinique to monitor the 8 groundwater bodies.*

*Despite the disturbances in the sampling campaigns caused by the restrictive measures linked to the covid-19 pandemic, the WFD evaluation reveals that 10 of the 21 qualitative stations are downgraded because of phytosanitary concentrations that exceed quality threshold values. These stations are located in the Pelée-Est, Jacob-Est, Jacob-Centre, Vauclin-Pitault and Miocène groundwater bodies.*

*Groundwater bodies in Martinique appear to be graded in good quantitative status.*

*Meanwhile, comprehension of pollutants transfers into volcanic island groundwaters is better constrained by monthly monitoring on two monitoring stations in Basse-Pointe, which are classified as low quality level.*

## Synthèse

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (Directive 2000/60/CE dite « DCE ») stipule que « *les États membres doivent veiller à ce que soient établis des programmes de surveillance de l'état des eaux afin de dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque district hydrographique* », et que « *dans le cas des eaux souterraines, les programmes portent sur la surveillance de l'état chimique et quantitatif* » (article 8 de la Directive 2000/CE/60).

L'Office De l'Eau (ODE), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Martinique (DEAL) et le BRGM jusqu'en 2007 - puis l'ODE et le BRGM pour les années suivantes - cofinancent un programme de surveillance de la qualité des eaux souterraines de Martinique qui se traduit depuis 2008 par le suivi biennuel de 21 points au titre du contrôle de surveillance (RCS) et de 12 points (parmi les 21 du réseau de suivi qualitatif) au titre du contrôle opérationnel (RCO). Depuis décembre 2008, il est complété par un suivi mensuel sur 2 autres points de surveillance.

L'appréciation de l'état quantitatif des masses d'eau s'appuie sur l'interprétation des données issues du réseau piézométrique de Martinique qui compte 29 ouvrages depuis 2007.

L'évaluation de l'état chimique des qualitomètres repose sur un cycle de 6 ans selon la DCE, cette nouvelle année d'acquisition de données permet donc de réaliser une expertise de 2015 à 2020. En complément, l'ensemble des données acquises depuis le début du suivi (période 2004-2020) a été étudié pour affiner le diagnostic.

À l'issue de cette expertise, la totalité des masses d'eau souterraine de Martinique apparaît comme étant en bon équilibre entre la ressource disponible et les prélèvements d'eau souterraine.

D'un point de vue qualitatif, 11 stations sont classées comme étant en bon état, et 10 en état médiocre vis-à-vis de la présence de pesticides dans les eaux souterraines.

De nouvelles molécules actives ont été analysées depuis quatre ans à la demande de l'ODE. La liste des paramètres analysés pour cette ensemble (molécules actives) diffère chaque année. Quatre molécules ont été quantifiées en 2020 : les bisphénols A et S, le benzotriazole et le 4-nonylphénol ramifié.



## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Présentation des données disponibles pour l'évaluation de l'état des masses d'eau souterraine de Martinique .....</b>	<b>13</b>
2.1. INVENTAIRE DES DONNEES « QUANTITE » .....	13
2.1.1. Les réseaux sur le bassin Martinique .....	13
2.1.2. Mise à disposition des données acquises .....	17
2.2. RECENSEMENT DES DONNEES « QUALITE » .....	17
2.2.1. Fonctionnement des réseaux de contrôle .....	17
2.2.2. Surveillance semestrielle .....	19
2.2.3. Surveillance mensuelle .....	20
2.2.4. Perturbations liées à la covid-19 .....	20
2.2.5. Perturbations des prélèvements sur la station Prêcheur – Rivière du Prêcheur	
21	
<b>3. Procédures d'évaluation de l'état des stations de mesure des eaux souterraines selon les exigences de la DCE .....</b>	<b>22</b>
3.1. PROCEDURE GENERALE POUR L'EVALUATION DE L'ETAT DES STATIONS DE MESURE DES EAUX SOUTERRAINES .....	22
3.2. EVALUATION DE L'ETAT QUANTITATIF .....	22
3.2.1. Définition d'un « bon état quantitatif » .....	22
3.2.2. Evolution des niveaux piézométriques et balance prélèvement/ressource	23
3.2.3. Niveaux de confiance et période de référence .....	24
3.3. EVALUATION DE L'ETAT CHIMIQUE .....	24
3.3.1. Définition du « bon état chimique » .....	24
3.3.2. Procédure générale .....	25
3.3.3. Valeurs seuils et normes de qualité .....	26
3.3.4. Limites de quantification .....	27
3.3.5. Niveau de confiance de l'évaluation et période de référence .....	27
<b>4. Résultats de l'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine ...</b>	<b>29</b>
4.1. PRESENTATION DES DONNEES .....	29
4.2. EVALUATION DE L'ETAT QUANTITATIF DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE	
31	
4.2.1. Tendances piézométriques .....	31
4.2.2. Test de balance prélèvement/ressource .....	33
4.3. BILAN .....	35

<b>5. Données de qualité du réseau en 2020.....</b>	<b>37</b>
5.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES, ELEMENTS MAJEURS ET TRACES	37
5.1.1. Paramètres physico-chimiques in situ.....	37
5.1.2. Eléments majeurs.....	37
5.1.3. Eléments traces.....	38
5.2. NITRATES.....	39
5.3. PRODUITS PHYTOSANITAIRES.....	41
5.4. NOUVELLES SUBSTANCES ACTIVES ANALYSEES.....	44
<b>6. Observation sur la période 2004-2020.....</b>	<b>49</b>
6.1. SUBSTANCES INORGANIQUES.....	49
6.2. NITRATES.....	49
6.3. PRODUITS PHYTOSANITAIRES.....	51
<b>7. Résultats de l'évaluation de l'état chimique DCE des qualitomètres.....</b>	<b>57</b>
7.1. CALCUL DES VALEURS CARACTERISTIQUES – GENERALITES ET PRECISIONS	57
57	
7.2. MASSE D'EAU PELEE-EST.....	58
7.2.1. Substances inorganiques.....	58
7.2.2. Produits phytosanitaires.....	58
7.2.3. Conclusions.....	59
7.3. MASSE D'EAU PELEE-OUEST.....	59
7.3.1. Substances inorganiques.....	59
7.3.2. Produits phytosanitaires.....	60
7.3.3. Conclusions.....	60
7.4. MASSE D'EAU JACOB-EST.....	60
7.4.1. Substances inorganiques.....	60
7.4.2. Produits phytosanitaires.....	60
7.4.3. Conclusions.....	60
7.5. MASSE D'EAU CARBET.....	61
7.5.1. Substances inorganiques.....	61
7.5.2. Produits phytosanitaires.....	61
7.5.3. Conclusion.....	61
7.6. MASSE D'EAU JACOB-CENTRE.....	61
7.6.1. Substances inorganiques.....	61
7.6.2. Produits phytosanitaires.....	62

7.6.3. Conclusion .....	62
<b>7.7. MASSE D'EAU VAUCLIN-PITAUULT.....</b>	<b>62</b>
7.7.1. Paramètres physico-chimiques et substances inorganiques .....	62
7.7.2. Produits phytosanitaires.....	62
7.7.3. Conclusions .....	62
<b>7.8. MASSE D'EAU MIOCENE .....</b>	<b>62</b>
7.8.1. Paramètres physico-chimiques et substances inorganiques .....	62
7.8.2. Produits phytosanitaires.....	63
7.8.3. Conclusions .....	63
<b>7.9. MASSE D'EAU TROIS-ILETS.....</b>	<b>63</b>
7.9.1. Substances inorganiques.....	63
7.9.2. Produits phytosanitaires.....	63
7.9.3. Conclusions .....	63
7.10. BILAN .....	64
<b>8. Suivi mensuel de la contamination par les produits phytosanitaires sur deux piézomètres de Pelée-Est.....</b>	<b>67</b>
8.1. PRESENTATION DES DEUX POINTS DE SURVEILLANCE CONCERNES PAR LE SUIVI MENSUEL .....	67
8.1.1. Contexte géologique et hydrogéologique.....	67
8.1.2. Pressions agricoles et contamination .....	70
8.2. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX ET VARIABILITE TEMPORELLE.....	72
8.3. EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES.....	74
8.3.1. Apport de la fréquence mensuelle par rapport au suivi semestriel .....	74
8.3.2. Evolution des concentrations par substance .....	75
8.4. RELATIONS ENTRE LA PIEZOMETRIE ET LES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES	79
8.5. AGE DES EAUX SOUTERRAINES ET CONTAMINATION PAR LES PESTICIDES	80
8.6. CONCLUSIONS DU SUIVI MENSUEL .....	81
<b>9. Conclusion.....</b>	<b>83</b>
<b>10. Bibliographie .....</b>	<b>85</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Stations constituant le réseau piézométrique unitaire « 0800000015 - FRJSOP - Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique » du BRGM Martinique.....	14
Illustration 2 - Carte des stations du réseau piézométrique de Martinique (0800000015 - FRJSOP - ) .....	15
Illustration 3 - Carte et tableau comparatifs des anciennes et des nouvelles masses d'eau souterraine .....	17
Illustration 4 - Carte de localisation et liste des points de surveillance du réseau « qualité » DCE en 2020 : « 0800000016 - FRJSOS - Contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Martinique » (Cs) et « 0800000017 - FRJSOO - Contrôles opérationnels de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Martinique » (Co) .....	19
Illustration 5 - Points échantillonnés lors des campagnes mensuelles de septembre 2020 et janvier 2021 .....	21
Illustration 6 - Schéma de réalisation du test « balance prélèvement/ressource » (Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines, 2019).....	23
Illustration 7 - Définition du bon état chimique des masses d'eau souterraine (Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE, annexe V.2.3.2) .....	25
Illustration 8 - Types de fluctuations piézométriques rencontrées en Martinique .....	30
Illustration 9 - Tendances piézométriques depuis le début du suivi de chaque station .....	32
Illustration 10 - Prélèvements annuels d'eau souterraine déclarés à la BNPE en 2018 .....	34
Illustration 11 - Evaluation du ratio prélèvement/ressource pour l'année 2018 .....	35
Illustration 12 : Tableau récapitulatif des zones à risque de fond hydrogéochimique élevé (Arnaud et al., 2013) .....	39
Illustration 13 - Concentrations en nitrates durant les deux campagnes de 2020 .....	40
Illustration 14 - Résultats du suivi des produits phytosanitaires en SS 2020.....	42
Illustration 15 - Résultats des suivis des produits phytosanitaires en SP 2020 .....	43
Illustration 16 – Nouvelles substances actives recherchées continuellement ou partiellement depuis 2015 .....	44
Illustration 17 - Substances actives quantifiés en SS 2020.....	46
Illustration 18 - Substances actives quantifiées en SP 2020.....	47
Illustration 19 - Evolution des concentrations en nitrates à chaque campagne semestrielle pour les 5 stations les plus impactées du réseau .....	50
Illustration 20 - Relations entre piézométrie et concentration en nitrates au point Prêcheur – Rivière du Prêcheur.....	51
Illustration 21 - Bilan des produits phytosanitaires quantifiés sur la période 2004-2020 .....	55
Illustration 22 - Tableau récapitulatif des concentration de référence proposées (Arnaud et al., 2013, modifié) .....	58
Illustration 23 - Tableau récapitulatif de l'état du réseau qualitatif par station sur la période 2015-2020 (critères Mma/Freq des pesticides et sommes des pesticides).....	65
Illustration 24 – Etat chimique du réseau qualitatif de Martinique par station sur la période 2015-2020 .....	66

Illustration 25 - Coupes géologiques et techniques de Chalvet (gauche) et Rivière Falaise (droite)	68
Illustration 26 - Chroniques piézométriques des forages Chalvet et Rivière Falaise au pas de temps journalier (janvier 2005 - décembre 2020)	69
Illustration 27 - Délimitation approximative des bassins d'alimentation des forages Rivière Falaise et Chalvet (les zones hachurées correspondent aux principales zones de recharge) (Arnaud et al., 2013)	70
Illustration 28 - Coupe géophysique du bassin versant de Chalvet : formations aquifères des nuées ardentes (N) et ponces (P3 et P5, indiquées par un P) avec une zone non saturée (rouge/orange) et saturée (vert)	71
Illustration 29 - Concentration moyenne des molécules quantifiées dans les eaux souterraines à Chalvet et Rivière Falaise depuis le début du suivi mensuel en 2005	71
Illustration 30 - Évolution de la conductivité à Chalvet et des concentrations en sodium et chlorures (en haut) et de la piézométrie (en bas) à Chalvet	72
Illustration 31 - Évolution de la conductivité à Chalvet et des concentrations en sodium et chlorures (en haut) et de la piézométrie (en bas) à Rivière Falaise	73
Illustration 32 - Fluctuations mensuelles des concentrations en nitrates et des niveaux piézométriques au niveau des forages de Chalvet et de Rivière Falaise	74
Illustration 33 - Évolution mensuelle et semestrielle des concentrations en beta HCH à Chalvet depuis décembre 2005 et des concentrations en chlordécone-5b-hydro à Rivière Falaise depuis avril 2009	75
Illustration 34 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Chalvet pour différents produits phytosanitaires	76
Illustration 35 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Chalvet pour la chlordécone et la chlordécone-5b-hydro	76
Illustration 36 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Rivière Falaise pour différents pesticides	77
Illustration 37 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Chalvet et Rivière Falaise pour 3 molécules	78
Illustration 38 - Comparaison des fluctuations mensuelles sur Chalvet et Rivière Falaise pour le métolachlore	79
Illustration 39 - Fluctuations des concentrations en pesticides et du niveau piézométrique au droit des forages de Chalvet	80

## Liste des annexes

Annexe 1	Liste des paramètres analysés et laboratoires respectifs .....	89
Annexe 2	Produits phytosanitaires détectés sur le réseau qualitatif de Martinique .....	95
Annexe 3	Résultats d'analyses en molécules actives du réseau qualitatif de Martinique sur la période 2015-2020 .....	99
Annexe 4	Résultats d'analyses en produits phytosanitaires du réseau qualitatif de Martinique sur la période 2015-2020 .....	103
Annexe 5	Sommes annuelles en produits phytosanitaires pour la période 2015-2020 .....	109
Annexe 6	Chroniques mensuelles des concentrations en produits phytosanitaires sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Chalvet .....	113
Annexe 7	Chroniques mensuelles des concentrations en produits phytosanitaires sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Rivière Falaise .....	117
Annexe 8	Chroniques mensuelles comparatives des concentrations en produits phytosanitaires sur les qualitomètres de Basse-Pointe – Chalvet et Basse-Pointe – Rivière Falaise	121
Annexe 9	Chroniques mensuelles comparatives des concentrations en produits phytosanitaires et de la piézométrie sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Chalvet .....	125
Annexe 10	Chroniques mensuelles comparatives des concentrations en produits phytosanitaires et de la piézométrie sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Rivière Falaise .....	129
Annexe 11	Chroniques de concentration des CFC et SF <sub>6</sub> sur les stations de Chalvet et Rivière Falaise .....	133

# 1. Introduction

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (Directive 2000/60/CE dite « DCE ») stipule que « *les États membres doivent veiller à ce que soient établis des programmes de surveillance de l'état des eaux afin de dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque district hydrographique* », et que « *dans le cas des eaux souterraines, les programmes portent sur la surveillance de l'état chimique et quantitatif* » (article 8 de la Directive 2000/CE/60).

L'Office De l'Eau Martinique (ODE), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Martinique (DEAL) et le BRGM jusqu'en 2007 – puis l'ODE et le BRGM pour les années suivantes – cofinancent un programme de surveillance de la qualité des eaux souterraines de Martinique qui se traduit depuis 2008 par le suivi biennuel de 21 points au titre du contrôle de surveillance et de 12 points (parmi les 21 du réseau de suivi) au titre du contrôle opérationnel. Il est complété depuis 2008 par un suivi mensuel sur 2 autres points de surveillance.

La DCE établissant des cycles de travail de 6 ans, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est également révisé à cette fréquence. La première étape de la mise en œuvre de la DCE a consisté en l'élaboration d'un état des lieux du bassin de Martinique réalisé en 2004 puis mis à jour une première fois en 2013 et remis à jour une seconde fois en 2019. L'objectif principal est l'atteinte du bon état des milieux aquatiques. Les objectifs assignés aux masses d'eau souterraine sont rédigés par le Comité de Bassin dans le cadre des SDAGE, dont l'actuel couvre la période 2016-2021.

Le présent rapport s'intéresse à l'évaluation de l'état des stations de mesure de la qualité des eaux souterraines sur la période 2015-2020, qui prend appui sur les données issues du réseau piézométrique de Martinique (réseau de surveillance de l'état quantitatif) ainsi que sur celles acquises dans le cadre du réseau de surveillance de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine.

Dans un premier temps, une présentation de ces données est réalisée et la procédure d'évaluation de l'état stations de mesure est détaillée. Après évaluation de l'état quantitatif, l'état qualitatif est étudié en trois temps :

- Etat des stations selon les critères de la DCE, au cours de la dernière année d'acquisition en saison sèche et en saison des pluies 2020 ;
- Analyse succincte des principaux résultats depuis le début du suivi qualité, soit 16 ans d'acquisition (2004-2020) ;
- Réalisation de l'évaluation complète de l'état chimique DCE des qualitomètres sur le dernier cycle de 6 ans (2015-2020) ;

Enfin, le dernier chapitre de ce rapport présente une mise à jour des résultats du suivi mensuel réalisé sur les deux points de surveillance de la commune de Basse-Pointe qui présentent de fortes contaminations en produits phytosanitaires.



## 2. Présentation des données disponibles pour l'évaluation de l'état des masses d'eau souterraine de Martinique

### 2.1. INVENTAIRE DES DONNEES « QUANTITE »

#### 2.1.1. Les réseaux sur le bassin Martinique

Les réseaux sous maîtrise d'ouvrage BRGM font partie du « réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines de la France » mis en place par la Direction de l'Eau du Ministère en charge de l'environnement pour répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE). Le BRGM assure la gestion des points de surveillance (piézomètres et qualitomètres) dont il a la charge en tant qu'opérateur national dans le cadre d'une convention de partenariat avec l'AFB (Agence Française pour la Biodiversité).

Au 31 décembre 2020, 29 stations étaient suivies dans ce cadre par le BRGM sur le bassin Martinique. L'ensemble de ces points est déclaré sous ADES (<https://ades.eaufrance.fr/> - Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines) dans le méta-réseau de bassin référencé sous le nom « **0800000015 - FRJSOP - Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique** ».

Les piézomètres et qualitomètres cités dans cette étude sont tous gérés au sein d'un unique réseau unitaire, celui de la Direction Régionale du BRGM en Martinique (réseau référencé « **0800000001 - RDESOUPMAR - Réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines de la région Martinique (MO BRGM)** »). Ce réseau a ainsi pour fonction d'acquérir des données piézométriques et hydrométriques (lorsque les débits mesurés ont une représentativité hydrogéologique – exemple : en milieu karstique) en vue de suivre l'évolution du niveau des nappes et les tendances d'évolution des ressources en eau souterraine. Il doit permettre de traduire l'état quantitatif global de cette ressource.

Le réseau piézométrique de Martinique 0800000015 a été placé en 2002 sous maîtrise d'ouvrage BRGM au titre de sa mission de service public sur les eaux souterraines. L'objectif est de développer, d'optimiser, de moderniser et ainsi de valoriser les connaissances et les observations quantitatives effectuées sur la ressource patrimoniale en eau souterraine de Martinique, comme le préconisent le Ministère en charge de l'Environnement et le SDAGE de Martinique.

De 2003 à 2007, les actions entraient dans le cadre du programme national des « réseaux piézométriques » sous conventions annuelles Ministère en charge de l'Environnement - BRGM. Depuis 2008, des conventions partenariales annuelles lient l'AFB et le BRGM. En 2020, le réseau quantitatif « **0800000015 - FRJSOP - Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique** » est composé de 29 stations de suivi réparties sur les 8 masses d'eau souterraine de Martinique (Illustration 1 et Illustration 2).

Masse d'eau	Indice BSS	ID BSS	Commune	Lieu-dit
Pelée - Est	1168ZZ0037	BSS002NMMZ	Morne Rouge	Desgrottes
	1166ZZ0026	BSS002NMGF	Basse Pointe	Chalvet
	1168ZZ0054	BSS002NMNS	Basse Pointe	Rivière Falaise
Pelée - Ouest	1167ZZ0024	BSS002NMJR	Prêcheur	Rivière du Prêcheur
	1167ZZ0023	BSS002NMJQ	Saint Pierre	Rivière Blanche
	1167ZZ0045	BSS002NMKN	Saint Pierre	CDST
Jacob - Est	1169ZZ0084	BSS002NMJW	Lorrain	Fond Brulé
	1169ZZ0184	BSS002NMYZ	Marigot	Anse Charpentier 2
	1174ZZ0088	BSS002NNQY	Gros Morne	La Borelli
	1175ZZ0154	BSS002NNZL	Trinité	Le Galion
Carbet	1173ZZ0082	BSS002NNJS	Bellefontaine	Fond Laillet
	1177ZZ0177	BSS002NPJJ	Schoelcher	Fond Lahaye
	1177ZZ0173	BSS002NPJE	Case Pilote	Maniba
	1177ZZ0165	BSS002NPHW	Schoelcher	Case Navire
Jacob - Centre	1179ZZ0157	BSS002NTGH	Ducos	Bois Rouge
	1179ZZ0039	BSS002NTCT	Lamentin	Habitation Ressource
	1179ZZ0158	BSS002NTGJ	Lamentin	Sarrault
Vauclin -Pitault	1179ZZ0299	BSS002NTLX	François	Grand Fond
	1179ZZ0300	BSS002NTLY	Robert	Pontalery
	1183ZZ0026	BSS002NUHD	Vauclin	Puyferrat
	1186ZZ0118	BSS002NUWW	Marin	Grand Fond
	1186ZZ0119	BSS002NUWX	Marin	Cap Macré
Miocène	1183ZZ0024	BSS002NUHB	Rivière Pilote	La Mauny
	1183ZZ0052	BSS002NUJE	Rivière Pilote	Fougainville
	1185ZZ0120	BSS002NURN	Sainte Luce	Stade communal
	1181ZZ0132	BSS002NTYT	Trois Ilets	Vatable
Trois Ilets	1181ZZ0131	BSS002NTYS	Anses d'Arlet	Grande Anse
	1184ZZ0001	BSS002NUKF	Diamant	Habitation Dizac (Forage)
	1184ZZ0028	BSS002NULG	Diamant	Habitation Dizac (Puits)

Illustration 1 - Stations constituant le réseau piézométrique unitaire « 0800000015 - FRJSOP - Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique » du BRGM Martinique

BSS : Banque de données du sous-sol du BRGM.

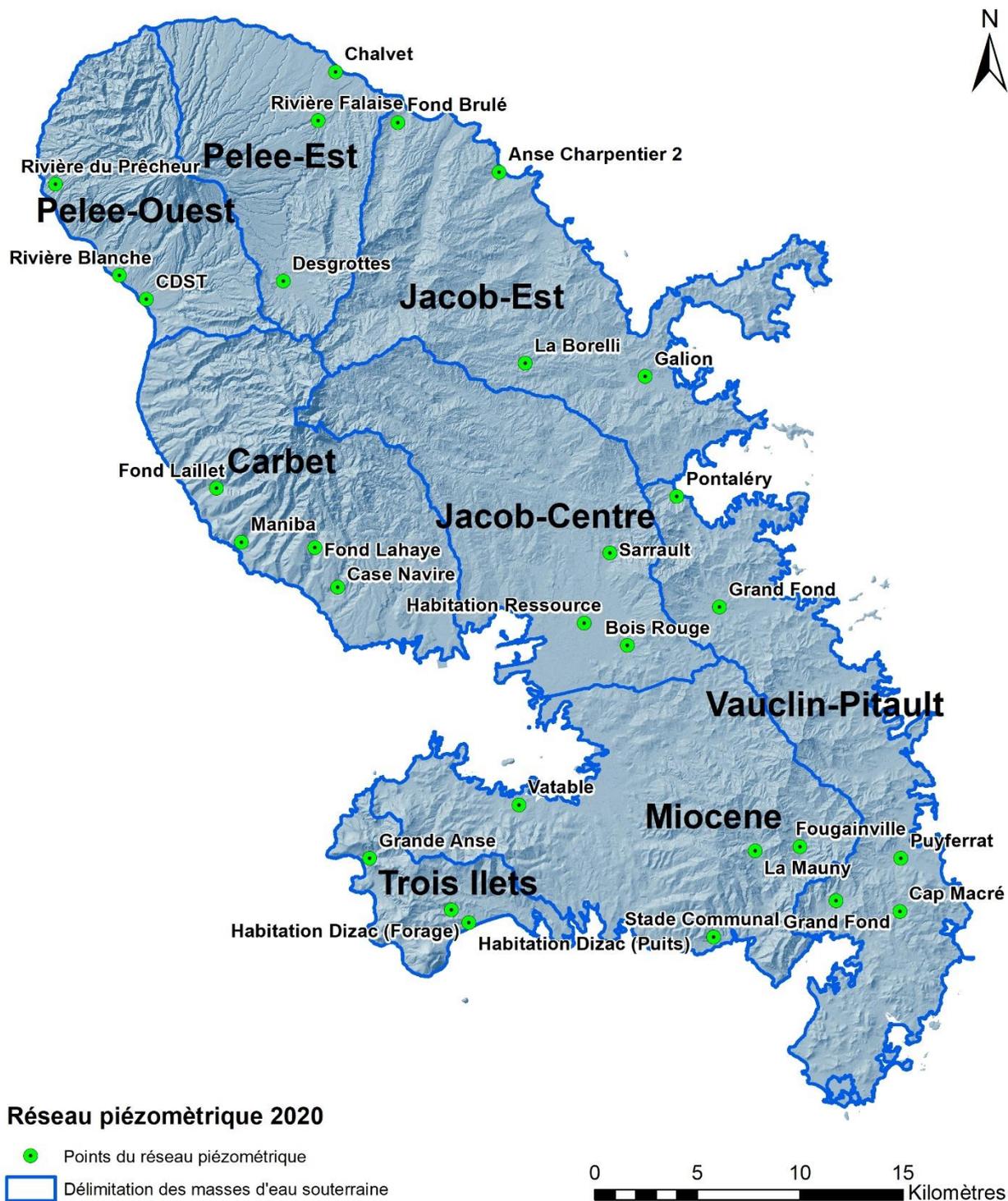
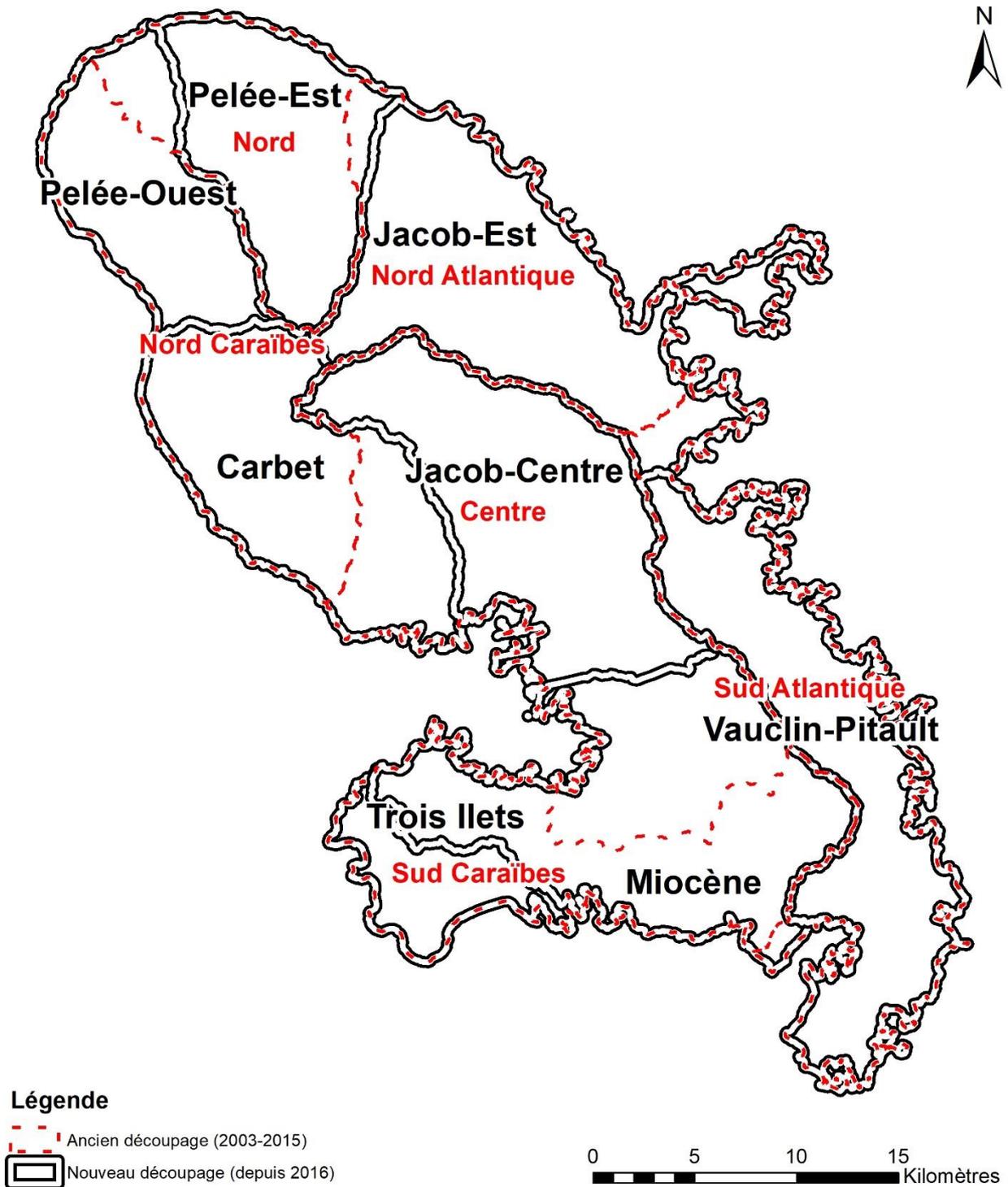


Illustration 2 - Carte des stations du réseau piézométrique de Martinique (0800000015 - FRJSOP -)

Notons que ce rapport reprend certaines données utilisant les anciennes masses d'eau souterraines, valables pour la période 2003-2015. De nouvelles masses d'eau ont été définies depuis 2016 (Illustration 3) dans le rapport BRGM/RP-66466-FR.



Période de validité	MESO	Code européen MESO	Surface (km <sup>2</sup> )
2003-2016	Nord	FRJG201	115
	Nord Atlantique	FRJG202	177
	Nord Caraïbe	FRJG203	180
	Centre	FRJG204	280
	Sud Atlantique	FRJG205	183
	Sud Caraïbe	FRJG206	151
Depuis 2016	Pelée Est	FRJG001	107
	Pelée Ouest	FRJG002	94
	Carbet	FRJG003	144
	Jacob Est	FRJG004	181
	Jacob Centre	FRJG005	161
	Trois Ilets	FRJG006	41
	Miocène	FRJG007	192
	Vauclin Pitault	FRJG008	164

Illustration 3 - Carte et tableau comparatifs des anciennes et des nouvelles masses d'eau souterraine

### 2.1.2. Mise à disposition des données acquises

Les données « quantité » collectées et validées sont mises à la disposition du public *via* le portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines – ADES (<https://ades.eaufrance.fr/>). Ces données correspondent aux chroniques compilant les côtes piézométriques journalières mesurées sur les stations du réseau. L'enregistrement a débuté entre 2004 et 2008 en fonction des stations et est réglé au pas de temps horaire ; la plupart des piézomètres disposent donc d'une bonne densité de données sur une quinzaine d'années.

## 2.2. RECENSEMENT DES DONNEES « QUALITE »

### 2.2.1. Fonctionnement des réseaux de contrôle

La publication de la DCE a imposé la mise en place des réseaux de surveillance avant le 22 décembre 2006. En Martinique, la DIREN (Direction régionale de l'Environnement) s'est chargée de leur mise en place au niveau local, en fonction des prescriptions de la directive reportées dans les guides nationaux et européens.

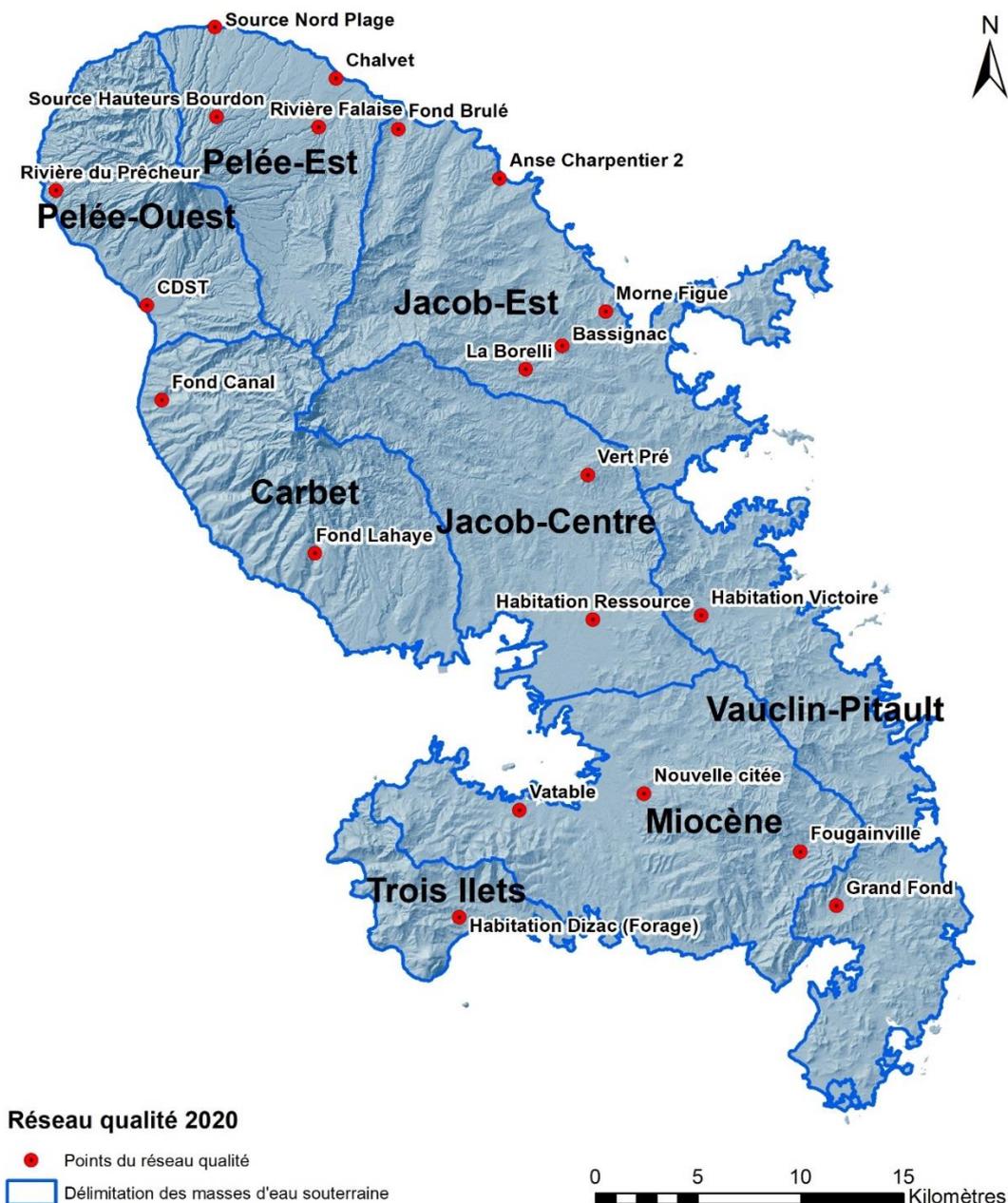
Le BRGM a ensuite été chargé de la réalisation d'une étude visant à faire évoluer le réseau de suivi patrimonial de la qualité des eaux souterraines démarré en 2004. Les résultats de cette étude, finalisée fin 2006, sont présentés dans le rapport « Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique » (Vittecoq, 2006). Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) alors défini était constitué de 18 points : 15 forages et 3 sources.

Le contrôle de surveillance réalisé en 2007 et 2008 a révélé la contamination d'un certain nombre de points au-delà des seuils fixés par la DCE pour certains micropolluants minéraux (arsenic et fer) et produits phytosanitaires (10 molécules). Le suivi des sites contaminés faisant l'objet du contrôle opérationnel, les sites concernés ont désormais une double vocation de « contrôle de surveillance » et de « contrôle opérationnel ». Ces sites constituent, avec deux autres points

(Basse-Pointe – Rivière Falaise et Robert – Vert Pré) définis en 2007, le réseau de contrôle opérationnel (RCO) de 2008, qui est destiné à être maintenu jusqu'au retour du bon état chimique DCE pour les masses d'eau concernées.

Le point de suivi de Trinité – Bassignac a été ajouté en 2015 au réseau en tant que contrôle opérationnel suite à l'étude Chlor-eau-sol<sup>1</sup> (Charlier et al., 2014) menée sur le bassin versant de la rivière du Galion.

L'illustration 4 localise les 21 stations du réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines de Martinique suivies durant l'année 2020.



<sup>1</sup> CHLOR-EAU-SOL : caractérisation de la contamination par la chlordécone des eaux et des sols des bassins versants pilotes guadeloupéen et martiniquais (rapport BRGM/RP-64142-FR).

Masse d'eau	Indice BSS	ID BSS	Commune	Lieu dit	Typologie	Réseau
Pelée - Est	1166ZZ0026	BSS002NMGF	Basse Pointe	Chalvet	Forage	Cs + Co
	1166ZZ0020	BSS002NMFFZ	Basse Pointe	Hauteurs Bourdon	Source	Cs + Co
	1166ZZ0023	BSS002NMGC	Macouba	Nord Plage	Source	Cs + Co
	1168ZZ0054	BSS002NMNS	Basse Pointe	Rivière Falaise	Forage	Cs + Co
Pelée - Ouest	1167ZZ0024	BSS002NMJR	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	Forage	Cs
	1167ZZ0045	BSS002NMKN	Saint Pierre	CDST	Forage	Cs
Jacob - Est	1169ZZ0184	BSS002NMYZ	Marigot	Anse Charpentier 2	Forage	Cs + Co
	1169ZZ0084	BSS002NMUW	Lorrain	Fond Brulé	Forage	Cs + Co
	1174ZZ0088	BSS002NNQY	Gros Morne	La Borelli	Forage	Cs + Co
	1175ZZ0190	BSS002NPAY	Trinité	Bassignac	Forage	Cs + Co
	1175ZZ0153	BSS002NNZK	Trinité	Morne Figue	Source	Cs + Co
Carbet	1172ZZ0063	BSS002NNFE	Carbet	Fond Canal	Forage	Cs
	1177ZZ0177	BSS002NPJJ	Schoelcher	Fond Lahaye	Forage	Cs
Jacob - Centre	1175ZZ0106	BSS002NNXP	Robert	Vert Pré	Forage	Cs + Co
	1179ZZ0070	BSS002NTCT	Lamentin	Habitation Ressource	Forage	Cs + Co
Vauclin - Pitault	1179ZZ0228	BSS002NTJT	François	Habitation Victoire	Forage	Cs
	1186ZZ0118	BSS002NUWW	Marin	Grand Fond	Forage	Cs
Miocène	1181ZZ0132	BSS002NTYT	Trois Ilets	Vatable	Forage	Cs
	1183ZZ0052	BSS002NUJE	Rivière Pilote	Fougainville	Forage	Cs
	1182ZZ0160	BSS002NUFM	Rivière Salée	Nouvelle Cité	Forage	Cs + Co
Trois - Ilets	1184ZZ0001	BSS002NUKF	Diamant	Habitation Dizac (forage)	Forage	Cs

*Illustration 4 - Carte de localisation et liste des points de surveillance du réseau « qualité » DCE en 2020 : « 0800000016 - FRJSOS - Contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Martinique » (Cs) et « 0800000017 - FRJSOO - Contrôles opérationnels de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Martinique » (Co)*

## 2.2.2. Surveillance semestrielle

Le programme de contrôle de surveillance des eaux souterraines en Martinique est basé sur deux campagnes de prélèvements :

- Une première en avril pour caractériser des conditions hydrogéologiques de basses eaux (fin de la saison sèche, ou « SS »). Cette campagne a exceptionnellement été déplacée au mois de juillet (cf. § 2.2.4) ;
- Une seconde en novembre pour caractériser des conditions hydrogéologiques de hautes eaux (fin de la saison des pluies, ou « SP »).

Le BRGM Martinique s'appuie principalement sur les recommandations techniques du guide AQUAREF relatif à l'échantillonnage en eau souterraine disponible sur le site Internet [www.aquaref.fr](http://www.aquaref.fr). Ce guide s'appuie notamment sur les exigences des documents normatifs suivants :

- La norme AFNOR NF EN ISO 5667-3 "Qualité de l'eau – Echantillonnage – Partie 3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau" (juin 2004) ;
- Les guides AFNOR FD T 90-523-3 « Qualité de l'Eau – Guide de prélèvement pour le suivi de qualité des eaux dans l'environnement – Partie 3 : Prélèvement d'eau souterraine » (janvier 2009) et FD X31-615 « Qualité du sol – Méthode de détection et de caractérisation des pollutions – Prélèvements et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage » (décembre 2000).

Les analyses sont effectuées, en fonction des capacités d'accréditation et des plus faibles limites de quantification, par la Direction des Laboratoires (DEPA) du BRGM à Orléans ou par le Laboratoire départemental d'analyses de la Drôme à Valence (LDA26), selon les normes ISO/IEC

17025, ISO 9001 et ISO 14001 en vigueur et le document COFRAC LAB REF 02, référentiels des laboratoires. L'ensemble des paramètres analysés en 2020 est listé en Annexe 1.

Le Laboratoire du BRGM est accrédité par la section Laboratoires du COFRAC depuis 1994 pour les analyses d'eaux.

La portée d'accréditation (n°1-0251) du laboratoire du BRGM est disponibles sur le site du COFRAC ([www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)).

De plus, le BRGM est agréé par le Ministère de la Transition écologique et solidaire pour l'analyse de certains paramètres chimiques de la matrice « eau souterraine » (la liste des agréments est disponible sur le site <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>).

La Drôme Laboratoire est également accrédité par le COFRAC. Sa portée d'accréditation (n°1-0852) est disponible sous [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr).

Les analyses des CFC/SF6 sont réalisées par le SPURENSTOFFLABOR de Wachenheim (Allemagne), spécialisé dans l'analyse des CFC et SF6 et figurant parmi les quelques laboratoires reconnus en Europe.

### **2.2.3. Surveillance mensuelle**

La décision a été prise en 2008 en concertation et collaboration avec l'ODE de compléter la surveillance semestrielle par un suivi mensuel sur 2 stations du réseau. Ce suivi a débuté en décembre de cette année sur la source de Trinité – Morne Figue (BSS002NNZK) et sur le piézomètre de Basse-Pointe – Chalvet (BSS002NMGF). Conformément aux conclusions du rapport annuel 2010 (Arnaud et *al.*, 2011), le suivi mensuel de la source de Morne Figue a été interrompu en février 2011. En accord avec l'ODE, le suivi mensuel a été transféré sur le piézomètre de Basse-Pointe – Rivière Falaise (BSS002NMNS) à partir d'avril 2011.

L'objectif principal de ce suivi mensuel est de disposer pour 2 points, de 12 analyses par an afin d'évaluer la représentativité des 2 campagnes d'analyses semestrielles par rapport à d'éventuelles fluctuations chimiques observées au cours de l'année. L'autre objectif poursuivi est d'améliorer la compréhension du transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines de Martinique.

Une présentation des résultats de ce suivi mensuel est faite au chapitre 8.

Les résultats d'analyses acquis dans le cadre du réseau qualité DCE ont été bancarisés dans ADES : <https://ades.eaufrance.fr/>.

### **2.2.4. Perturbations liées à la covid-19**

Suite aux mesures de restrictions liées à l'épidémie de covid-19 prises depuis le mois de mars 2020 et à la perturbation de l'envoi du matériel de prélèvement et des échantillons, certaines campagnes ont dû être modifiées.

- La campagne semestrielle du mois d'avril 2020 a été déplacée au mois de juillet 2020 ;
- Les campagnes mensuelles sur les points Basse-Pointe – Rivière Falaise et Basse-Pointe – Chalvet des mois de mars, mai, juin et juillet 2020 ont été annulées et compensées par quatre stations complémentaires aux mois de septembre 2020 et janvier 2021.

La sélection de ces quatre points (Illustration 5) a été réalisée en concertation avec l'ODE et cible les stations les plus contaminées en produits phytosanitaires.

Masse d'eau	Indice BSS	ID BSS	Commune	Lieu dit	Typologie	Réseau
Pelée - Est	1166ZZ0026	BSS002NMGF	Basse Pointe	Chalvet	Forage	Cs + Co
	1166ZZ0023	BSS002NMGC	Macouba	Nord Plage	Source	Cs + Co
	1168ZZ0054	BSS002NMNS	Basse Pointe	Rivière Falaise	Forage	Cs + Co
Jacob - Est	1169ZZ0084	BSS002NMUW	Lorrain	Fond Brulé	Forage	Cs + Co
	1175ZZ0153	BSS002NNZK	Trinité	Morne Figue	Source	Cs + Co
Miocène	1183ZZ0052	BSS002NUJE	Rivière Pilote	Fougainville	Forage	Cs

	Points échantillonnés habituellement lors des campagnes mensuelles
	Points ajoutés aux campagnes mensuelles de septembre 2020 et janvier 2021

Illustration 5 - Points échantillonnés lors des campagnes mensuelles de septembre 2020 et janvier 2021

Les résultats d'analyse concernant ces huit prélèvements exceptionnels seront également bancarisés dans ADES.

### 2.2.5. Perturbations des prélèvements sur la station Prêcheur – Rivière du Prêcheur

Depuis 2018, le piézomètre du Prêcheur – Rivière du Prêcheur connaît une baisse continue du niveau piézométrique.

Suite à divers problèmes au sein de l'ouvrage (impact d'une crue de la rivière à proximité et effondrements successifs du forage), la quantité d'eau prélevée lors de la campagne de la saison sèche 2020 a été insuffisante pour remplir l'intégralité du flaconnage. Par conséquent, seuls les paramètres recherchés par le laboratoire BRGM d'Orléans ont pu être analysés (Annexe 1).

En octobre 2020, des travaux sur le forage ont été entrepris mais n'ont pu être terminés pour la campagne de saison des pluies. Aucun prélèvement n'a donc été effectué pour le mois de novembre 2020.

## **3. Procédures d'évaluation de l'état des stations de mesure des eaux souterraines selon les exigences de la DCE**

### **3.1. PROCEDURE GENERALE POUR L'EVALUATION DE L'ETAT DES STATIONS DE MESURE DES EAUX SOUTERRAINES**

La méthodologie utilisée dans cette étude est tirée du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines (2019). Ce guide synthétise les directives, recommandations et objectifs tirés des textes de loi suivants :

- La directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;
- La directive 2006/118/CE du parlement européen et du conseil du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration ;
- Les articles L. 212-1 IV3, R. 212-12 et R. 212-21-1 du code de l'environnement ;
- L'arrêté du 17 décembre 2008 modifié établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.

### **3.2. EVALUATION DE L'ETAT QUANTITATIF**

#### **3.2.1. Définition d'un « bon état quantitatif »**

Selon l'article R212-12 du Code de l'environnement, « *l'état quantitatif d'une eau souterraine est considéré comme bon lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible [...]* ».

D'après l'article 2 (27) de la DCE, la « *ressource disponible* » correspond au « *taux moyen à long terme de la recharge totale de la masse d'eau souterraine moins le taux annuel à long terme de l'écoulement requis pour atteindre les objectifs de la qualité écologique des eaux de surface associées fixés à l'article 4, afin d'éviter toute diminution significative de l'état écologique de ces eaux et d'éviter toute dégradation significative des écosystèmes terrestres associés* ».

En pratique, les objectifs à atteindre pour obtenir le bon état quantitatif sont :

- D'assurer un équilibre sur le long terme entre les volumes des eaux souterraines s'écoulant au profit des autres milieux ou d'autres nappes, les volumes captés et la recharge de chaque nappe ;
- D'éviter une altération significative de l'état chimique et/ou écologique des eaux de surface liée à une baisse d'origine anthropique du niveau piézométrique ;
- D'éviter une dégradation des écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines en relation avec une baisse du niveau piézométrique ;
- D'empêcher toute invasion saline ou autre liée à une modification d'origine anthropique des écoulements souterrains.

Une masse d'eau souterraine n'est en bon état que si l'ensemble de ces objectifs est respecté.

### 3.2.2. Evolution des niveaux piézométriques et balance prélèvement/ressource

Ce test a pour finalité d'évaluer l'équilibre entre la ressource disponible et les prélèvements effectués. Il s'effectue à l'échelle globale de la masse d'eau souterraine et comprend deux calculs indépendants et un organigramme qui permet la caractérisation de l'état de la masse d'eau. L'illustration 6 présente l'arbre de décision permettant d'évaluer l'état quantitatif pour le test « balance prélèvement/ressource ».

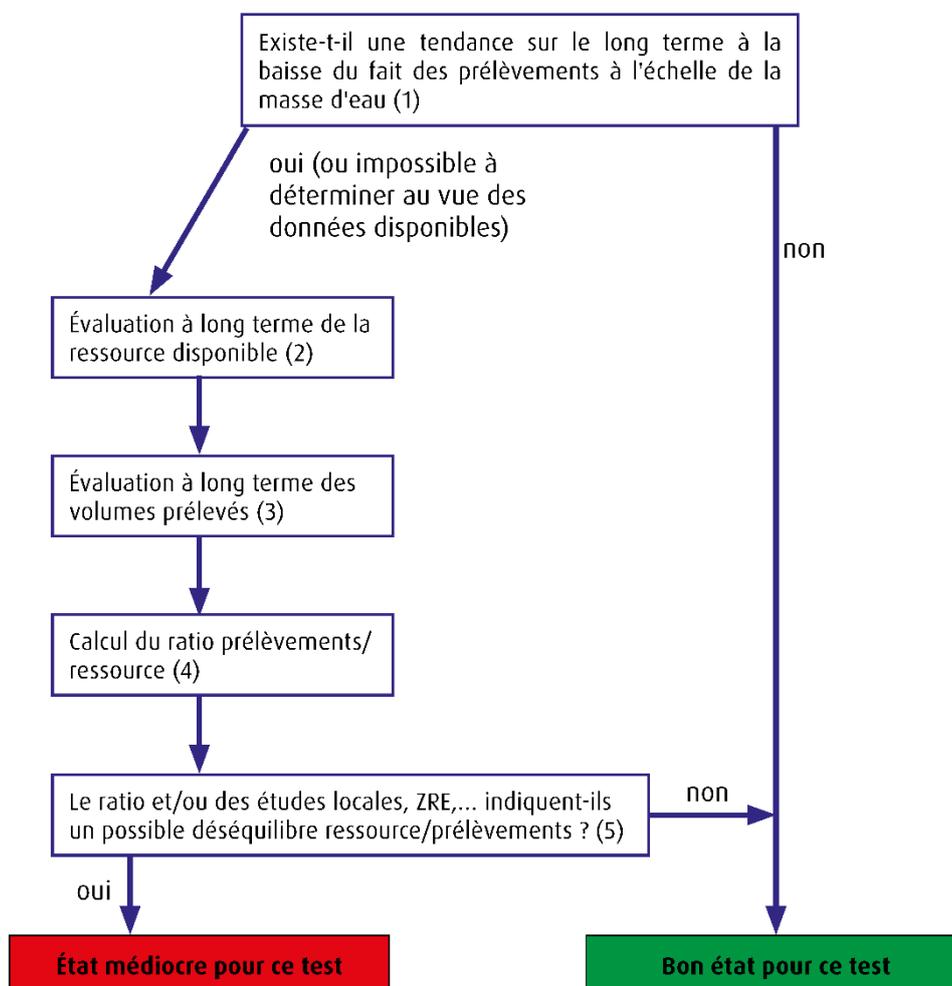


Illustration 6 - Schéma de réalisation du test « balance prélèvement/ressource » (Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines, 2019)

#### Calcul 1 : Estimation des tendances d'évolution des niveaux piézométriques à l'échelle de la masse d'eau (pour les masses d'eau libres ou majoritairement libres)

Pour ce calcul, l'estimation des tendances d'évolution à long terme se fait sur une durée de 12 ans (2 cycles DCE) et au minimum 10 années pour les nappes sans évolution cyclique. Pour les chroniques à évolution cyclique, il faut s'assurer que la chronique de données couvre trois cycles. Pour ce faire, il est nécessaire de :

- Identifier les points du réseau DCE (et si nécessaire les autres réseaux jugés pertinents) et la longueur des chroniques associées ;

- Effectuer les calculs de tendances d'évolution au point d'eau et à la masse d'eau et à toute échelle jugée pertinente (secteur de masse d'eau) en se basant sur les recommandations de la Partie 3 du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines en tenant compte des conditions climatiques.

La condition initiale consiste donc à estimer la tendance d'évolution sur le long terme des niveaux issus de la surveillance quantitative de la masse d'eau. Si une tendance à la baisse est observée sur plus de 20 % de la masse d'eau, l'étape suivante du test est à réaliser. Dans le cas contraire, la masse d'eau est considérée en bon état pour ce test de balance prélèvement/ressource.

Dans le cas de la Martinique, les prélèvements d'eau souterraine sont concentrés dans la moitié nord de l'île et sont recensés dans la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau (BNPE, <https://bnpe.eaufrance.fr/>). Cette information permet de ne pas avoir à considérer la partie sud de l'île pour cette première étape de calcul et de passer directement à la seconde afin d'homogénéiser le test de balance prélèvement/ressource sur toute l'île.

### **Calcul 2 : Etablissement du bilan hydrogéologique (nappes libres ou majoritairement libres)**

L'estimation du bilan hydrogéologique se base sur la recharge moyenne calculée à partir des données disponibles les plus récentes au moment de la réalisation de l'évaluation.

Parmi les termes de l'équation ci-dessous seuls les paramètres de prélèvement et de recharge sont disponibles en Martinique en raison d'une connaissance insuffisante sur les autres éléments (besoins biologiques notamment)

$$\text{Ratio [MESO]} = \frac{\text{Moyenne sur le long terme des volumes annuels prélevés}}{\text{Moyenne sur le long terme de la recharge} - \text{besoins écologiques}}$$

Dans le contexte volcanique de la Martinique un ratio de 5% sera pris comme référence pour qualifier l'équilibre entre prélèvement et ressources.

#### **3.2.3. Niveaux de confiance et période de référence**

Le guide d'évaluation n'impose pas que des niveaux de confiance soient associés à un état quantitatif des masses d'eau souterraine, bien que ce soit recommandé. Compte-tenu des difficultés à disposer de données homogènes entre masses d'eau souterraine et des disparités qui existent entre les bassins, la définition d'un niveau de confiance commun n'est pas possible actuellement.

Les chroniques piézométriques peuvent couvrir des périodes très variables. Dans la mesure du possible, des chroniques supérieures à 10 ans sont attendues par la DCE.

### **3.3. EVALUATION DE L'ETAT CHIMIQUE**

#### **3.3.1. Définition du « bon état chimique »**

Les critères du bon état chimique des eaux souterraines sont développés dans la Directive européenne fille sur les eaux souterraines 2006/118/CE. Selon l'article 4.2, « *une masse d'eau ou un groupe de masse d'eau est considéré comme étant en bon état chimique lorsque :*

a) [...] les conditions visées au point 2.3.2 de l'annexe V de la Directive 2000/60/CE sont respectées (cf. Illustration 7) ; ou que :

b) Les valeurs correspondant aux normes de qualité des eaux souterraines [...] et aux valeurs seuils pertinentes [...] ne sont dépassées en aucun point de surveillance de cette masse d'eau ou de ce groupe de masses d'eau souterraine ;

c) La valeur correspondant à une norme de qualité des eaux souterraines ou à une valeur seuil est dépassée en un ou plusieurs points de surveillance, mais une enquête appropriée menée conformément à l'annexe III confirme que :

- I. [...] les concentrations de polluants dépassant les normes de qualité des eaux souterraines ou les valeurs seuils ne sont pas considérées comme présentant un risque significatif pour l'environnement, compte-tenu, le cas échéant, de l'étendue de la masse d'eau souterraine qui est concernée ;
- II. Les autres conditions énoncées dans le tableau 2.3.2 de l'annexe V de la Directive 2000/60/CE pour établir le bon état chimique des eaux souterraines sont réunies [...];
- III. Il est satisfait aux exigences de l'article 7, paragraphe 3, de la Directive 2000/60/CE [...] pour les masses d'eau souterraine identifiées [comme des zones protégées au titre de l'AEP] ;
- IV. La capacité de la masse d'eau souterraine [...] à se prêter aux utilisations humaines n'a pas été compromise de manière significative par la pollution. »

Éléments	Bon état
En général	<p>La composition chimique de la masse d'eau souterraine est telle que les concentrations de polluants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comme précisé ci-après, ne montrent pas d'effets d'une invasion salée ou autre,</li> <li>- ne dépassent pas les normes de qualité applicables au titre d'autres dispositions législatives communautaires pertinentes conformément à l'article 17,</li> <li>- ne sont pas telles qu'elles empêcheraient d'atteindre les objectifs environnementaux spécifiés au titre de l'article 4 pour les eaux de surface associées, entraîneraient une diminution importante de la qualité écologique ou chimique de ces masses ou occasionneraient des dommages importants aux écosystèmes terrestres qui dépendent directement de la masse d'eau souterraine.</li> </ul>
Conductivité	Les changements de conductivité n'indiquent pas d'invasion d'eau salée ou autre dans la masse d'eau souterraine.

*Illustration 7 - Définition du bon état chimique des masses d'eau souterraine (Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE, annexe V.2.3.2)*

### 3.3.2. Procédure générale

La qualification de l'état qualitatif d'une masse d'eau dépend en premier lieu de l'état de ses qualitomètres.

La qualification de l'état chimique d'une station de surveillance de l'eau souterraine consiste à vérifier si les points des réseaux de surveillance (tous réseaux de surveillance confondus) présentent des dépassements de la valeur seuil ou de la norme. Pour chaque paramètre et chaque point d'eau, le calcul de la moyenne des moyennes annuelles (*Mma*) qui doit être comparé aux valeurs seuils ou aux normes de qualité, s'effectue de la manière suivante :

- I. Prendre tous les résultats issus des réseaux de surveillance considérée comme « fiables » sur la période considérée ;
- II. Pour chacune des années de contrôle et chaque point, calculer la moyenne annuelle des concentrations des paramètres quantifiés (ou des limites de quantification divisées par 2 lorsque les paramètres ne le sont pas) ;
- III. Effectuer la Moyenne des moyennes annuelles (*Mma*) ;
- IV. Avec les données collectées, qualifier individuellement l'état chimique de chaque point d'eau disposant de données pour le paramètre considéré :

Un point d'eau est en bon état chimique si :

- La *Mma* ne dépasse pas la valeur seuil (ou la norme de qualité ou la valeur du fond hydrogéochimique le cas échéant) du paramètre étudié ;
- Lorsque la *Mma* ne dépasse pas la valeur seuil (ou la norme de qualité ou la valeur du fond hydrogéochimique le cas échéant), la fréquence de dépassement de la valeur seuil (*Freq*) n'excède pas 20%. Cette règle n'est applicable que si la chronique compte au moins 5 valeurs pour le paramètre choisi.

Si une de ces deux conditions n'est pas respectée, alors le point d'eau est déclaré en état chimique médiocre.

### 3.3.3. Valeurs seuils et normes de qualité

Conformément à l'article 3.2 de la GWD, des valeurs seuils peuvent être fixées au niveau de la masse d'eau, du groupe de masses d'eau, du district hydrographique, ou au niveau national pour permettre de tenir compte de la grande diversité des caractéristiques des eaux souterraines de l'Union Européenne et des fonds hydrogéochimiques (FHG).

Le choix des valeurs seuils à considérer dépend du type de paramètre considéré et des spécificités des récepteurs à protéger dans chaque masse d'eau. Ainsi, pour la plupart des substances dont l'origine est uniquement anthropique dans les eaux souterraines (pesticides), des valeurs seuils sont proposées au niveau national. Pour d'autres paramètres dont les sources peuvent être à la fois anthropiques et naturelles (chlorures, fer...), une approche par masse d'eau est recommandée.

Cette approche s'appuie sur une démarche réglementaire qui n'est pas développée dans ce rapport mais qui a été suivie lors de l'étude détaillée du fond hydrogéochimique des eaux souterraines de Martinique (Arnaud et al., 2013). Comme expliqué dans ce rapport, bien que le fond hydrogéochimique concerne 11 éléments, seuls cinq paramètres (arsenic, chlorures, sodium, fer et manganèse) sont concernés en Martinique pour la proposition de nouvelles valeurs seuils permettant de ne pas déclasser les stations dans le cas de l'évaluation de l'état des eaux souterraines.

Pour le reste des paramètres recherchés (autres majeurs, autres éléments traces, paramètres organiques), les valeurs seuils sont celles du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines, annexe 1.

### 3.3.4. Limites de quantification

Les règles concernant les limites de quantification (ou LQ) sont les suivantes :

- Pour les micropolluants et les éléments traces dont les résultats d'analyse sont inférieurs à la LQ, la valeur retenue pour le calcul de la moyenne est  $LQ/2$  ;
- Lorsque la LQ varie d'un échantillon à l'autre ou d'une campagne à l'autre, la LQ à retenir pour les calculs est celle de chaque échantillon ;
- Dans le cas du calcul d'une somme de paramètres : pour un échantillon, si la concentration mesurée est inférieure à la LQ alors la valeur prise pour le calcul sera égale à 0. Dans le cas où toutes les concentrations mesurées sont inférieures à la LQ alors la somme sera égale à plus haute LQ de la série.

En outre, les résultats pour lesquels la LQ est supérieure à la valeur seuil ou à la norme sont exclus du calcul de la moyenne. On note cependant que les techniques analytiques actuelles permettent d'éviter cette situation.

### 3.3.5. Niveau de confiance de l'évaluation et période de référence

Le niveau de confiance concerne à la période de référence 2015-2020. Il est appliqué sur une échelle de 4 valeurs en fonction de la volumétrie et de la qualité des données utilisées dans le cadre de l'évaluation :

- 0 : pas d'information ;
- 1 : confiance faible (par exemple : absence de données de surveillance, de modèle conceptuel ou de compréhension du système) ;
- 2 : confiance moyenne (par exemple : données de surveillance limitées ou insuffisamment robustes et dire d'expert jouant un rôle important dans l'évaluation de l'état) ;
- 3 : confiance élevée (par exemple : données de surveillance de qualité, modèle conceptuel de qualité ou bonne compréhension du système, reposant sur des informations relatives à ses caractéristiques naturelles et aux pressions auxquelles il est soumis).



## 4. Résultats de l'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine

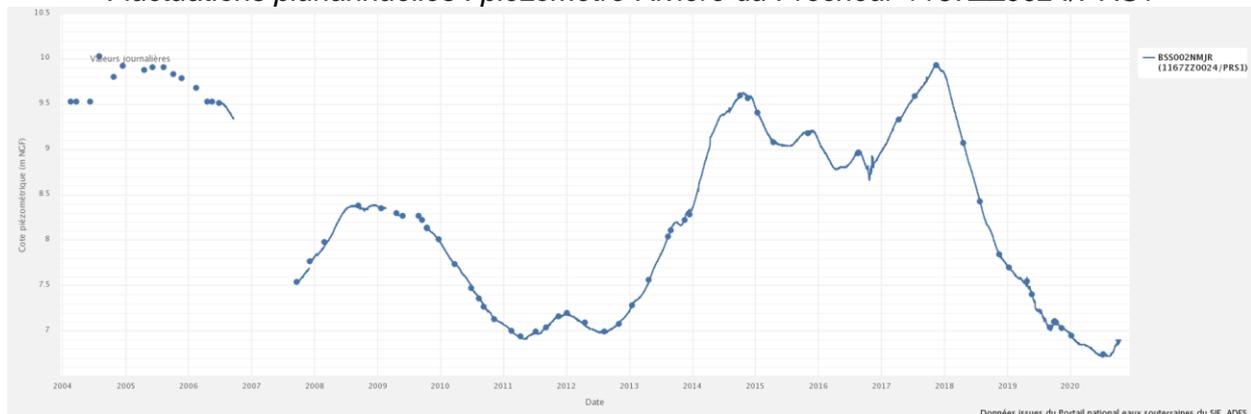
### 4.1. PRESENTATION DES DONNEES

L'évaluation du bon état quantitatif des masses d'eau souterraine est fondée sur les données issues du réseau de surveillance référencé « 0800000015 - FRJSOP - Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique » sous ADES. Sur plusieurs exemples de graphiques de chroniques piézométriques (Illustration 8), les grands types de fluctuations piézométriques ont été représentés afin de décrire l'évolution générale des niveaux d'eau (recharge/vidange).

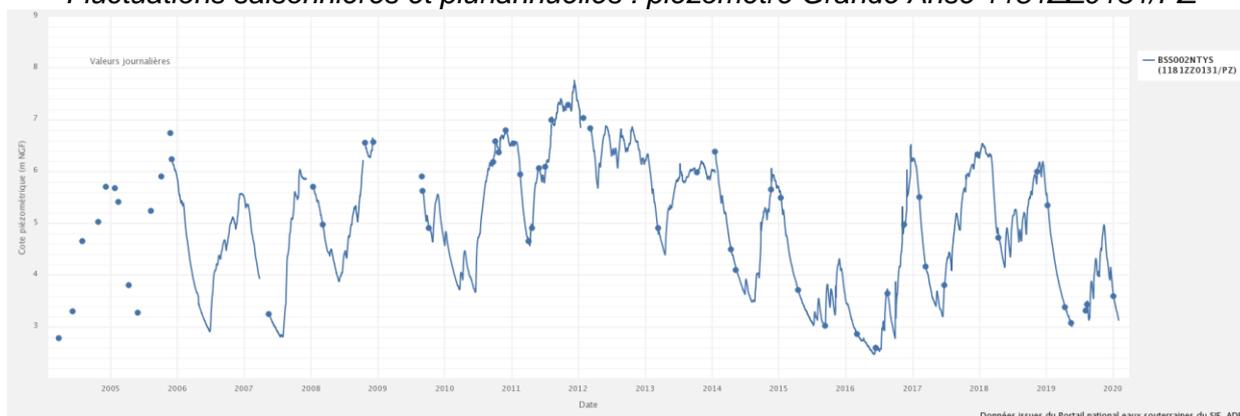
En Martinique, quatre différents types de fluctuations existent :

- Pluriannuelles, avec un cycle de recharge et de vidange de l'aquifère qui s'effectue sur plusieurs années, caractéristiques d'un aquifère à forte inertie ; ce dernier peut être peu transmissif, profond et/ou éloigné des exutoires (rivières ou bandes côtières) ;
- Saisonnières, avec un cycle de recharge et de vidange de l'aquifère annuel, traduisant un aquifère à inertie modérée, plus transmissif que celui à fluctuations pluriannuelles et généralement proche des exutoires ;
- Pluriannuelles et saisonnières, caractéristiques des fluctuations saisonnières à laquelle se surimpose des fluctuations pluriannuelles, on parle d'effet mémoire de l'aquifère ;
- Saisonnières et journalières, composées de remontées piézométriques brutales et éphémères, dictées par la pluviométrie des jours précédents et du secteur géographique considéré.

*Fluctuations pluriannuelles : piézomètre Rivière du Prêcheur 1167ZZ0024/PRS1*



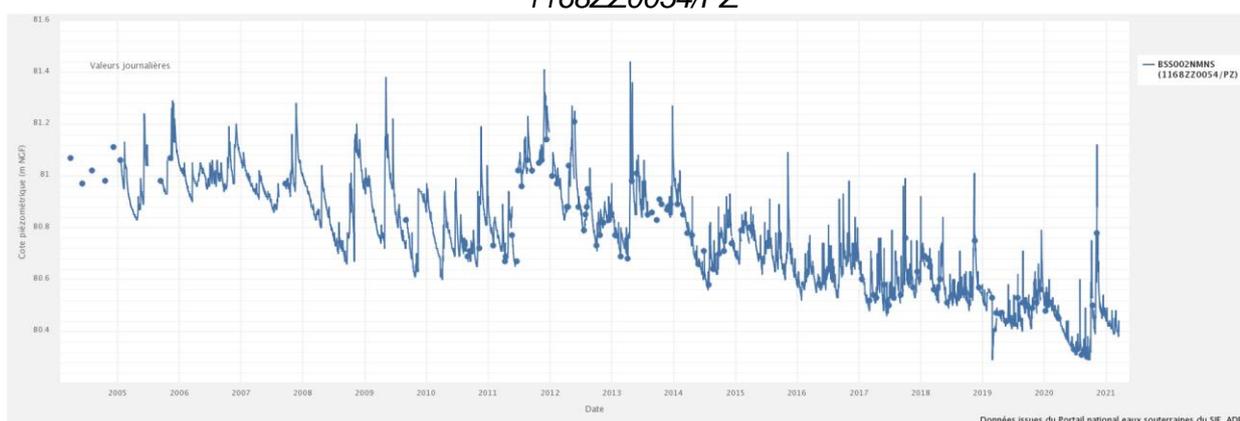
*Fluctuations saisonnières et pluriannuelles : piézomètre Grande Anse 1181ZZ0131/PZ*



*Fluctuations pluriannuelles et saisonnières : piézomètre Chalvet 1166ZZ0026/NF8*



*Fluctuations saisonnières, journalières et pluriannuelles : piézomètre Rivière Falaise 1168ZZ0054/PZ*



*Illustration 8 - Types de fluctuations piézométriques rencontrées en Martinique*

## 4.2. EVALUATION DE L'ETAT QUANTITATIF DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE

### 4.2.1. Tendances piézométriques

L'évaluation des tendances piézométriques à chaque station est réalisée grâce aux deux variables annuelles : les moyennes annuelles des moyennes mensuelles et les minimums annuels des moyennes mensuelles des niveaux piézométriques. Le test de Mann-Kendall modifié permet de déclarer si ces tendances sont significatives ou non.

L'ensemble des résultats des calculs est présenté dans l'illustration 9.

Masse d'eau	Code MESO	Indice BSS	Station	Longueur chronique piézométrique (jours)	Tendance significative
Pelée - Est	FRJG001	1168ZZ0037	Desgrottes	5827	Aucune
		1166ZZ0026	Chalvet	5498	Aucune
		1168ZZ0054	Rivière Falaise	6121	Baisse
Pelée - Ouest	FRJG002	1167ZZ0024	Rivière du Prêcheur	6078	Aucune
		1167ZZ0023	Rivière Blanche	5812	Aucune
		1167ZZ0045	CDST	5490	Hausse
Jacob - Est	FRJG004	1169ZZ0084	Fond Brulé	5498	Aucune
		1169ZZ0184	Anse Charpentier 2	2079	Non calculable
		1174ZZ0088	La Borelli	6121	Aucune
		1175ZZ0154	Le Galion	5508	Aucune
Carbet	FRJG003	1173ZZ0082	Fond Laillet	5449	Aucune
		1177ZZ0177	Fond Lahaye	4742	Aucune
		1177ZZ0173	Maniba	6121	Hausse
		1177ZZ0165	Case Navire	6203	Hausse
Jacob - Centre	FRJG005	1179ZZ0157	Bois Rouge	6163	Aucune
		1179ZZ0039	Habitation Ressource	6103	Aucune
		1179ZZ0158	Sarrault	6163	Aucune
Vauclin -Pitault	FRJG008	1179ZZ0299	Grand Fond	5511	Aucune
		1179ZZ0300	Pontalery	5508	Aucune
		1183ZZ0026	Puyferrat	6201	Aucune
		1186ZZ0118	Grand Fond	6201	Aucune
		1186ZZ0119	Cap Macré	6201	Hausse
Miocène	FRJG007	1183ZZ0024	La Mauny	6201	Aucune
		1183ZZ0052	Fougainville	6103	Aucune
		1185ZZ0120	Stade communal	6125	Aucune
		1181ZZ0132	Vatable	6125	Aucune
Trois Ilets	FRJG006	1181ZZ0131	Grande Anse	6125	Aucune
		1184ZZ0001	Habitation Dizac (Forage)	6202	Hausse
		1184ZZ0028	Habitation Dizac (Puits)	6202	Aucune

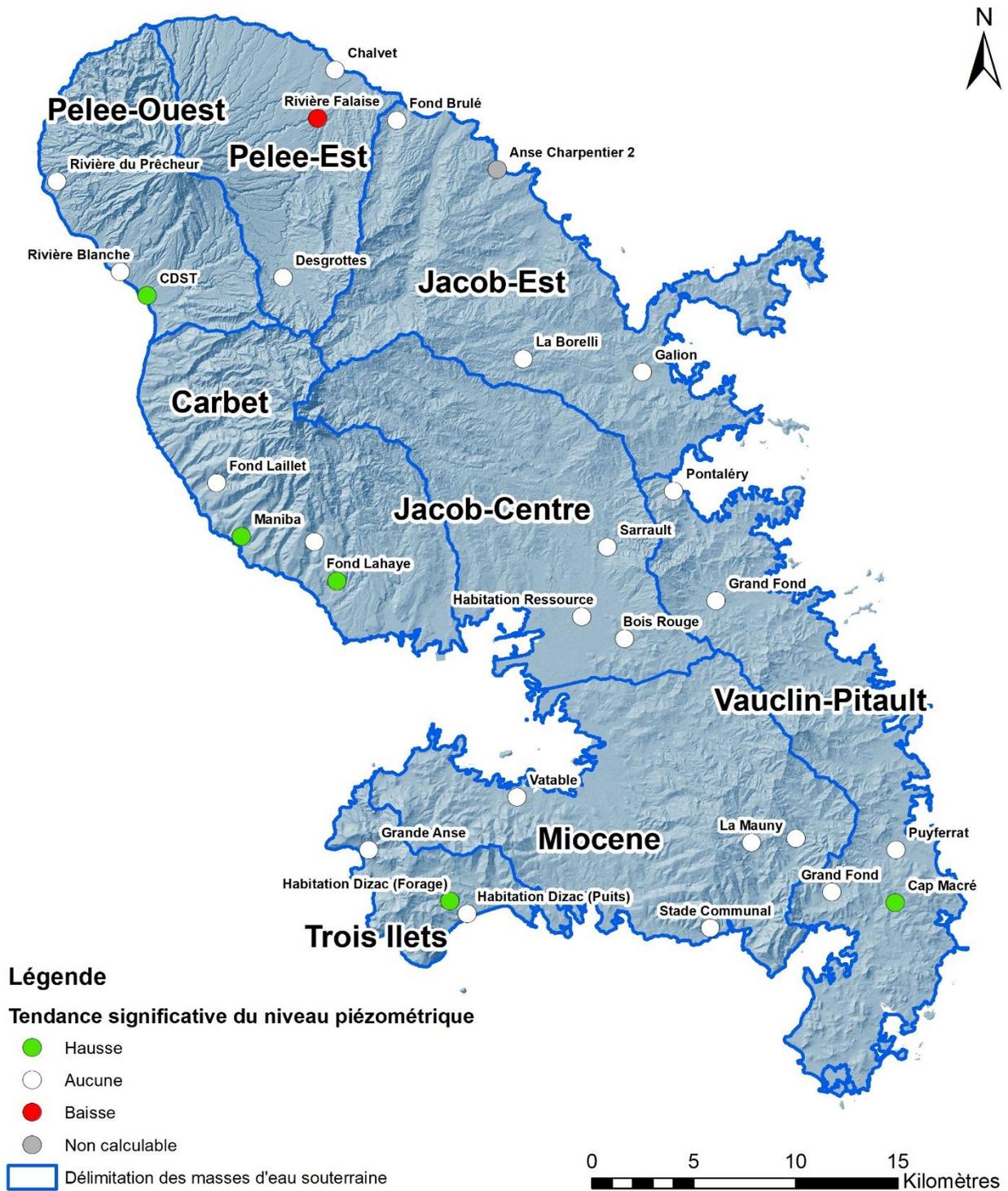


Illustration 9 - Tendances piézométriques depuis le début du suivi de chaque station

Parmi les 29 stations du réseau piézométrique :

- 5 stations présentent une tendance à la hausse pour au moins l'une des deux variables évaluées ;
- Une station ne présente pas suffisamment de données pour calculer les variables (Anse Charpentier 2, mise en service en 2015) ;
- 22 stations ne présentent pas de tendance significatives ;
- Une seule station présente une tendance significative à la baisse (station de Rivière Falaise).

L'ouvrage de Rivière Falaise présentant une baisse significative est cependant soumis à des variations pluriannuelles (cf. Illustration 8), dont le nombre de cycles complets est insuffisant pour établir un lien fiable de la tendance à la baisse avec des prélèvements à proximité (2 cycles contre 3 recommandés par le guide).

#### **4.2.2. Test de balance prélèvement/ressource**

L'estimation des prélèvements d'eau souterraine se fait à partir des données les plus récentes disponibles.

La BNPE est l'outil national dédié à la diffusion des prélèvements sur la ressource en eau. L'Illustration 10 présente les différents captages déclarés sur l'île, ayant prélevé de l'eau souterraine ou non en 2018 (dernière année renseignée en 2021). Les prélèvements sont concentrés sur la moitié Nord de l'île : la masse d'eau souterraine Pelée-Est compte 8 captages, la masse d'eau Pelée-Ouest en compte 4 dont la source Morestin, le plus important de l'île, la masse d'eau Carbet en compte 2 et les masses d'eau Jacob-Centre et Jacob-Est en comptent chacun une.

Les captages sont répartis en deux catégories : les forages et les sources exploitées de façon gravitaire.

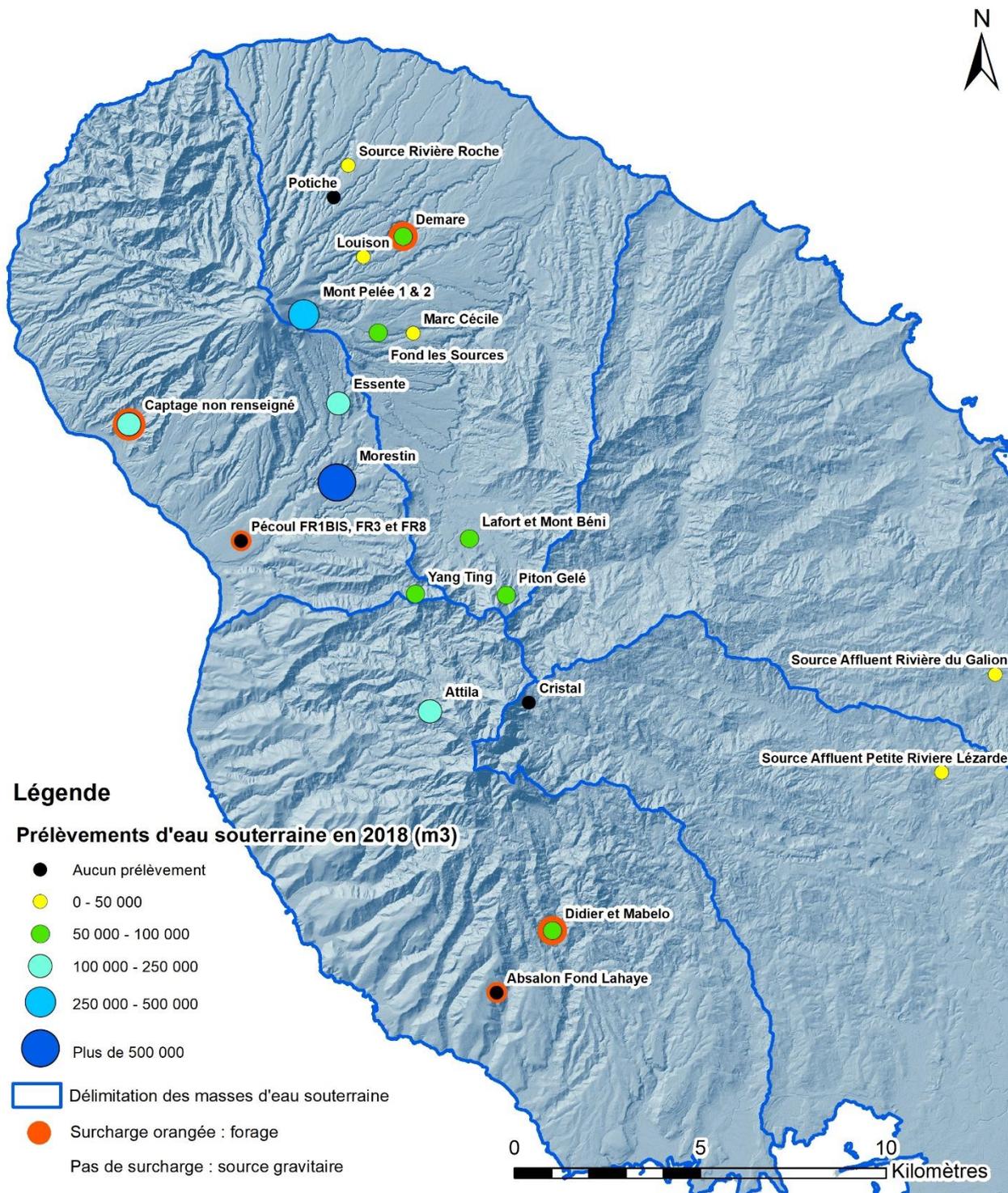


Illustration 10 - Prélèvements annuels d'eau souterraine déclarés à la BNPE en 2018

Pour évaluer l'impact des prélèvements sur la ressource en eau, le ratio prélèvement/recharge doit être évalué en appliquant le calcul ci-dessous :

$$\text{Ratio [MESO]} = \text{Volume annuel prélevé (m}^3\text{)}/\text{Recharge annuelle moyenne estimée (m}^3\text{)}$$

La recharge annuelle moyenne estimée correspond à l'infiltration par masse d'eau souterraine calculée par Arnaud et Lanini (2014). Les volumes annuels prélevés proviennent de la BNPE pour l'année 2017.

Pour évaluer l'impact des prélèvements sur la ressource la règle suivante a été appliquée :

- Ratio  $\geq$  100% : pression très significative ;
- $5\% \leq$  Ratio < 100% : pression significative ;
- Ratio < 5% : pression non significative.

L'illustration 10 présente pour chaque masse d'eau souterraine la recharge en nappe (c'est-à-dire l'infiltration d'eau de pluie dans les eaux souterraines), les prélèvements hors sources exploitées de façon gravitaire ainsi que le ratio. Pour l'ensemble des masses d'eau, le ratio est inférieur à 5%. Ainsi, les pressions liées aux prélèvements sont considérées comme non significatives pour toutes les MESO.

Masse d'eau	Code MESO	Surface (Km <sup>2</sup> )	I (mm/an)	Prélèvements ESO (m <sup>3</sup> /an)	Prélèvements ESO non gravitaires (m <sup>3</sup> /an)	Ratio
Pelée-Est	FRJG001	106,49	113,496	695373	45365	0,375%
Pelée-Ouest	FRJG002	93,75	494,73	1968108	136668	0,295%
Carbet	FRJG003	142,91	216,73	248282	92115	0,297%
Jacob-Est	FRJG004	180,48	283,37	17633	0	0%
Jacob-Centre	FRJG005	160,91	278,73	39500	0	0%
Trois-Ilets	FRJG006	41,11	83,78	0	0	0%
Miocène	FRJG007	191,58	115,47	0	0	0%
Vauclin-Pitault	FRJG008	162,7	79,52	0	0	0%

Illustration 11 - Evaluation du ratio prélèvement/ressource pour l'année 2018

### 4.3. BILAN

Le calcul des tendances sur les points du réseau piézométrique montre que la majeure partie des stations présentent une absence de tendance ou une tendance à la hausse pour la grande majorité (27 sur 29).

Le premier des deux points restants n'a pas assez de données pour calculer les paramètres et l'unique station présentant une tendance significative à la hausse connaît des variations piézométriques pluriannuelles n'étant pas observées sur une période suffisamment longue pour pouvoir relier cette baisse à des prélèvements d'eau souterraine à proximité.

Le test de balance démontre que la proportion d'eau souterraine non gravitaire prélevée dans chaque MESO est nulle, ou ne représente qu'une proportion négligeable (systématiquement inférieure à 1%) par rapport à la recharge. On considère donc que la baisse globale du niveau sur la station de Rivière Falaise n'est pas liée à des prélèvements d'eau souterraine et qu'à l'échelle régionale, les prélèvements ne sont pas à l'origine d'une baisse des niveaux d'eau et d'une dégradation des milieux et écosystèmes associés.



## 5. Données de qualité du réseau en 2020

### 5.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES, ELEMENTS MAJEURS ET TRACES

#### 5.1.1. Paramètres physico-chimiques in situ

Les paramètres physico-chimiques mesurés sur place durant les prélèvements indiquent des températures comprises entre 22,2°C et 31,2°C.

La conductivité électrique rapportée à une température de référence de 25°C varie beaucoup en fonction des stations : entre 77,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 1651  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . On note que 3 stations dépassent la valeur seuil de 1100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en SS, SP et sur la moyenne des deux campagnes pour ce paramètre : Marin – Grand Fond avec 1556  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; Rivière Salée – Nouvelle Cité avec 1594  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et Trois-Ilets – Vatable avec 1636  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Le pH est proche de la neutralité (entre 6,1 et 7,8) pour toutes les stations, bien en dessous de la valeur seuil de 9.

La concentration d'oxygène dissous oscille entre 0,3 et 9 mg/L tandis que le potentiel d'oxydoréduction varie entre -184,8 mV et 267,4 mV. Aucune valeur seuil de référence n'est fixée pour ces deux paramètres.

#### 5.1.2. Eléments majeurs

Les eaux souterraines de la Martinique peuvent être groupées en deux pôles principaux (Arnaud et al., 2013). La moitié nord de l'île, à l'exception des zones littorales, présente des eaux globalement bicarbonatées ( $\text{HCO}_3^-$ ), calciques ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et magnésiennes ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sans cations réellement dominants. La composition de l'eau est majoritairement contrôlée par les interactions eau/roche et les apports d'eau de pluie. En revanche, dans le Sud du territoire et dans les zones proches du littoral, les eaux souterraines sont chlorurées, sodiques et potassiques. Ces eaux sont en effet sous l'influence d'eaux marines et/ou d'eau de mer fossile piégée dans certaines formations géologiques.

Pour les masses d'eau souterraine Carbet, Pelée-Ouest, Pelée-Est, Jacob-Est et Jacob-Centre, les concentrations en éléments majeurs hors nitrates (Na, Mg, Ca, K, Cl,  $\text{SO}_4$  et  $\text{HCO}_3$ ) sont généralement faibles (fond hydrogéochimique faible à intermédiaire, Arnaud et al., 2013 ; Brenot et al., 2008 et Lions et al., 2008).

Pour les masses d'eau souterraine Trois-Ilets, Miocène et Vauclin-Pitault, les concentrations en éléments majeurs (Na, Mg, Ca, Cl) sont généralement plus élevées en raison d'un fond hydrogéochimique localement plus important (Rivière Salée – Nouvelle Cité : sodium à 228 mg/L ; chlorures à 355 mg/L et Trois-Ilets – Vatable : sodium à 233 mg/L et chlorures à 232,5 mg/L en moyenne sur l'année 2020). Ceci résulte d'une part d'une évaporation plus marquée des eaux de pluies avant infiltration et d'une recharge plus faible limitant alors le phénomène de dilution de l'eau souterraine par l'eau de surface ; et d'autre part de formations géologiques plus anciennes et donc plus altérées. Enfin, l'interaction locale de l'eau souterraine avec l'eau de mer peut également être à l'origine d'une eau plus minéralisée dans les zones littorales.

### 5.1.3. Eléments traces

Les concentrations en éléments traces, fer et manganèse, sont associées à un fond hydrogéochimique important sur toute la Martinique avec un indice de confiance élevé (Arnaud et al., 2013).

En 2020, des dépassements du seuil DCE du fer fixé à 0,2 mg/L sont enregistrés sur les points Trinité – Morne Figue (0,20 mg/L en SS), Carbet – Fond Canal (4,86 mg/L en moyenne), Robert – Vert Pré (5,35 mg/L en SS), Lamentin – Habitation Ressource (0,75 mg/L en moyenne) et Diamant – Dizac Forage (4,48 mg/L en moyenne).

Les concentrations en manganèse dépassent également le seuil fixé à 50 µg/L sur les points Marigot – Anse Charpentier 2 (108,2 µg/L en moyenne), Schœlcher – Fond Lahaye (141 µg/L en SS), Carbet – Fond Canal (673,5 µg/L en moyenne), Robert – Vert Pré (169,9 µg/L en moyenne), Lamentin – Habitation Ressource (107,7 µg/L en moyenne) et Rivière-Salée – Nouvelle Cité (55,1 µg/L en moyenne).

Aucun autre élément trace analysé ne présente de dépassement significatif de concentration selon les valeurs seuils établies pour la. Les zones à risque de fond hydrogéochimique élevé sont présentées en Illustration 12.

	Éléments	Indice de confiance	Délimitation	Masses d'eau souterraine
ÉLÉMENTS MAJEURS	Calcium	Élevé	Calcaires du Marin Système aquifère du complexe de base (Presqu'île de Sainte-Anne)	Sud Atlantique
	Magnésium	Élevé	Système aquifère du complexe de base (Presqu'île de Sainte-Anne)	Sud Atlantique
	Chlorures Sodium	Élevé	Unité aquifère des andésites 2alpha	Nord Caraïbe
			Système aquifère du Sud	Centre
			Système aquifère du Mome Larcher et des Roches Genty	Sud Caraïbe
			Système aquifère du Sud	Sud Atlantique
Sulfates	Élevé	Système aquifère du complexe de base (Presqu'île de Sainte-Anne)	Sud Atlantique	
ÉLÉMENTS TRACES	Arsenic	Élevé	Système aquifère de la Montagne Pelée	Nord Caraïbe
			Système aquifère de l'édifice ancien de la Montagne Pelée	
			Système aquifère des pitons du Carbet	
		Moyen	Anomalies sols (Le Lamentin)	Centre
			Unité aquifère des laves de Rivière Pilote	Sud Caraïbe
	Baryum	Faible	Système aquifère du complexe de base (Presqu'île de la Caravelle)	Nord Atlantique
		Moyen	Système aquifère du complexe de base (Presqu'île de Sainte-Anne)	Sud Atlantique
	Bore	Élevé	Unité aquifère des laves de Rivière Pilote	Centre
			Unité aquifère des laves du Morne Pavillon	Sud Caraïbe
			Système aquifère du Morne Larcher et des Roches Genty	
Fer Manganèse	Élevé	Martinique	toutes	
Mercure	Moyen	Anomalies sols (Le Lamentin)	Centre	
		Système aquifère du complexe de base (Presqu'île de Sainte-Anne)	Sud Atlantique	

Illustration 12 : Tableau récapitulatif des zones à risque de fond hydrogéochimique élevé (Arnaud et al., 2013)

## 5.2. NITRATES

Une concentration en nitrates supérieure à 10 mg/L peut être synonyme d'influence anthropique (origine agricole comme les engrais minéraux ou organiques ou urbaine comme les rejets domestiques). Les analyses de nitrates réalisées en 2020 montrent que 7 des 21 points du réseau seraient sous influence anthropique.

Une seule valeur dépasse le seuil DCE fixé à 50 mg/L : Prêcheur – Rivière du Prêcheur, avec une concentration mesurée à 75,9 mg/L en SS. Le point n'a pas été échantillonné en SP, seule une valeur est donc prise en compte pour 2020. Toutes les autres valeurs sont inférieures au seuil DCE (Illustration 13).

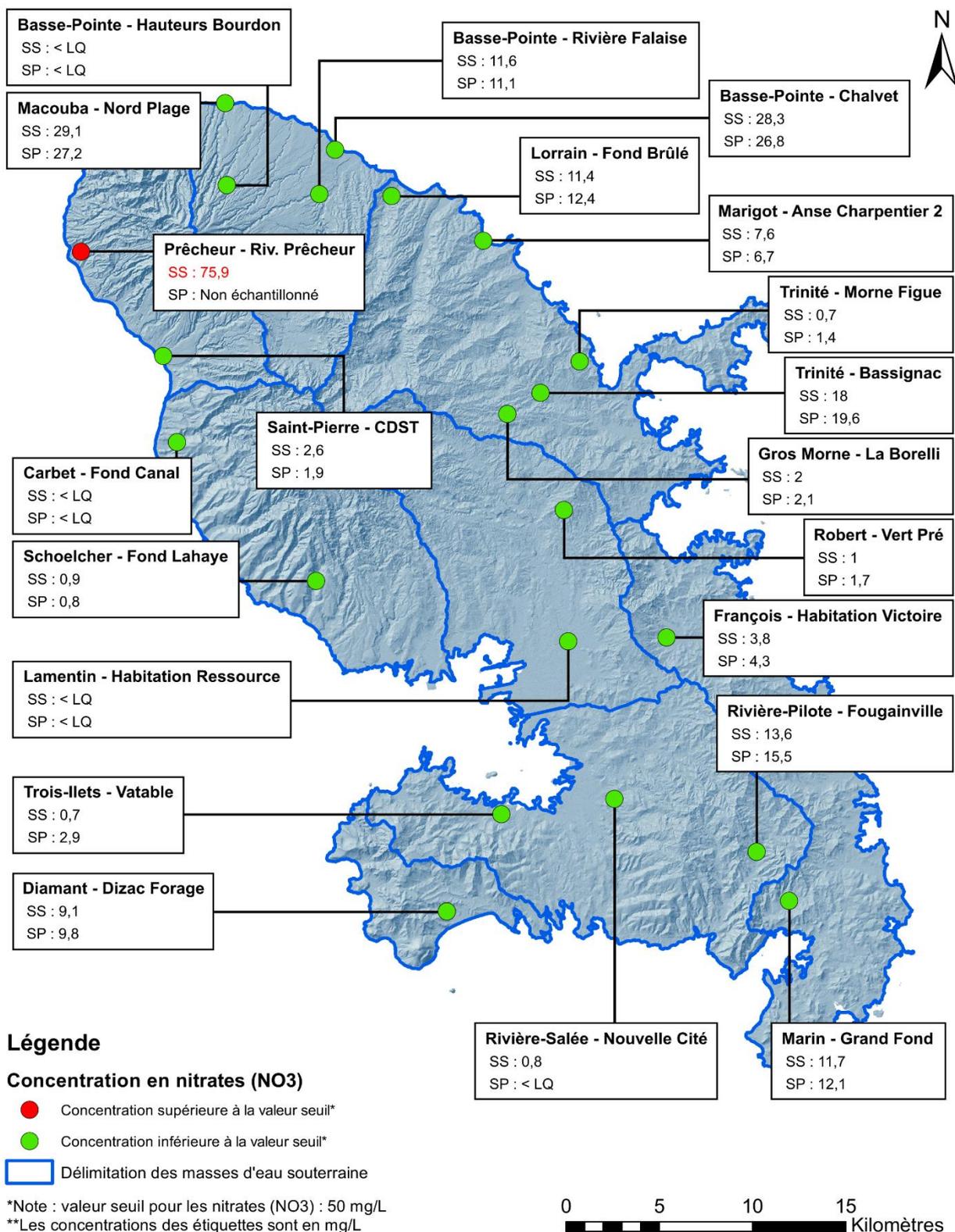


Illustration 13 - Concentrations en nitrates durant les deux campagnes de 2020

Il est important de souligner que différentes études ont montré l'importance des processus de dénitrification au niveau des sols et du sous-sol, processus naturel qui peut permettre une diminution de l'impact des pressions par dénitrification partielle ou totale.

### 5.3. PRODUITS PHYTOSANITAIRES

La liste des produits phytosanitaires (ou pesticides) quantifiés en 2020 (SS et SP considérées séparément), issus de l'arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement, ainsi que leurs concentrations sont reportées dans l'illustration 14 et l'illustration 15.

Au cours des deux saisons, 6 stations du réseau ne montrent aucune quantification pour les produits phytosanitaires recherchés : Prêcheur – Rivière du Prêcheur, Saint-Pierre – CDST, Carbet – Fond Canal, Schœlcher – Fond Lahaye, Trois-Ilets – Vatable et Diamant – Dizac Forage. 4 stations ne montrent de quantification que sur l'une des deux saisons avec des concentrations inférieures au seuil DCE : Basse-Pointe – Hauteurs Bourdon (SP), Gros Morne – La Borelli (SP), Lamentin – Habitation Ressource (SS) et Rivière-Salée – Nouvelle Cité (SP).

Dix stations présentent une eau souterraine dépassant les valeurs seuils définies dans l'arrêté modifié du 17 décembre 2008, vis-à-vis des produits phytosanitaires pour les deux saisons. Une autre station n'est pas conforme uniquement pour la SP. On rappelle que ce seuil est fixé à 0,1 µg/L pour tous les pesticides, à l'exception de l'aldrine, la dieldrine et l'heptachlore pour lesquelles il est abaissé à 0,03 µg/L.

Les molécules les plus quantifiées sont, par ordre décroissant :

- La chlordécone (10 stations en SS et SP) ;
- Le chlordécol (8 stations en SS, 7 en SP) ;
- Le bêta HCH (2 stations en SS, 5 en SP) ;
- La chlordécone-5B-hydro (4 stations en SS et en SP) ;
- La dieldrine (3 stations) ;
- Le bromacil (2 stations).

Dans le cas de ces molécules, les plus fortes concentrations ont été relevées à la station du Lorrain – Fond Brûlé en SP pour la chlordécone (31,3 µg/l), à la station Macouba – Nord Plage en SS (saison sèche) pour la chlordécone 5B-hydro (0,59 µg/l) et à la station Lorrain – Fond Brûlé en SS pour le Bêta HCH (1,055 µg/l).

Le tableau en Annexe 2 recense les molécules actives détectées sur le réseau avec leurs usages ainsi que leur statut d'utilisation.

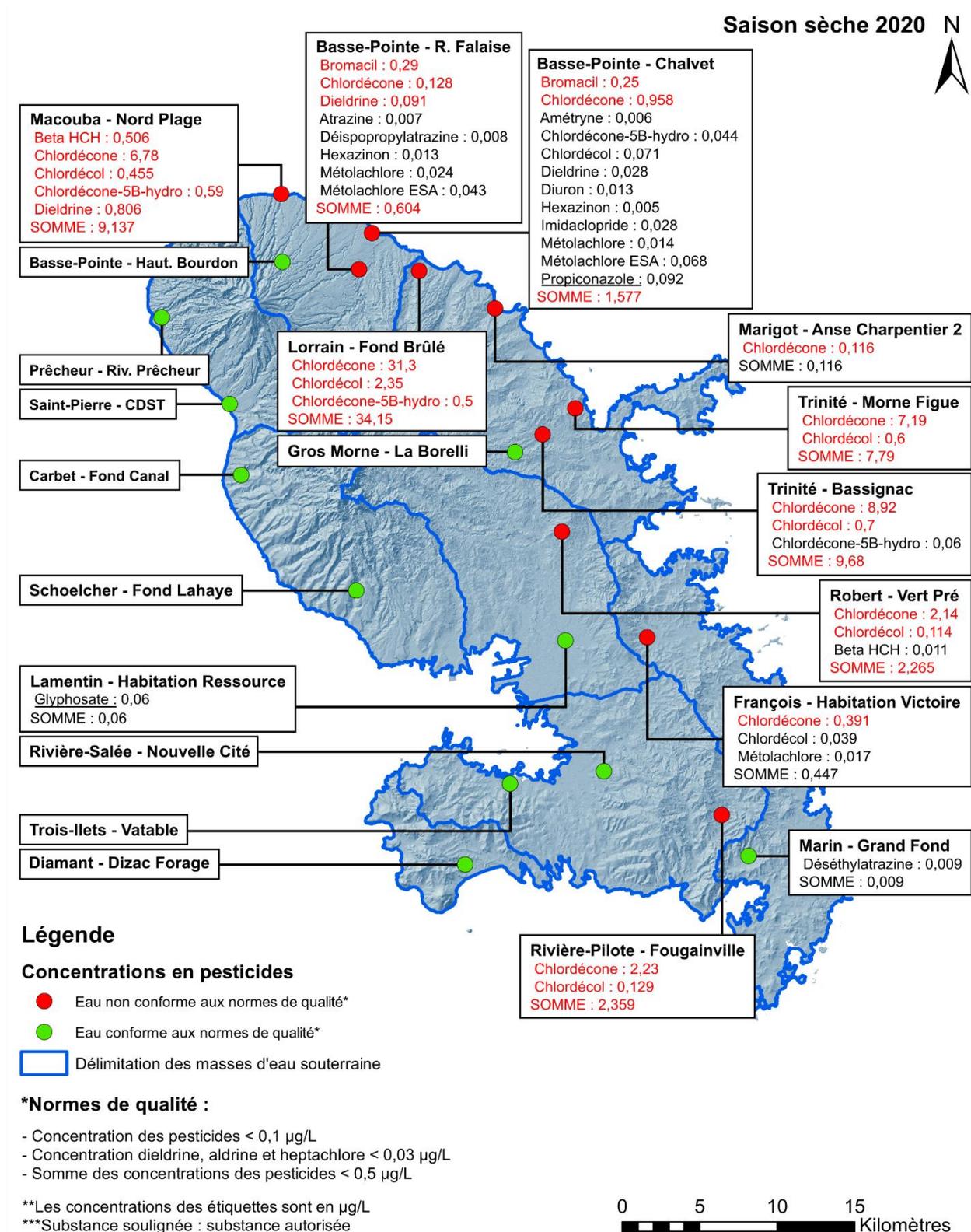


Illustration 14 - Résultats du suivi des produits phytosanitaires en SS 2020

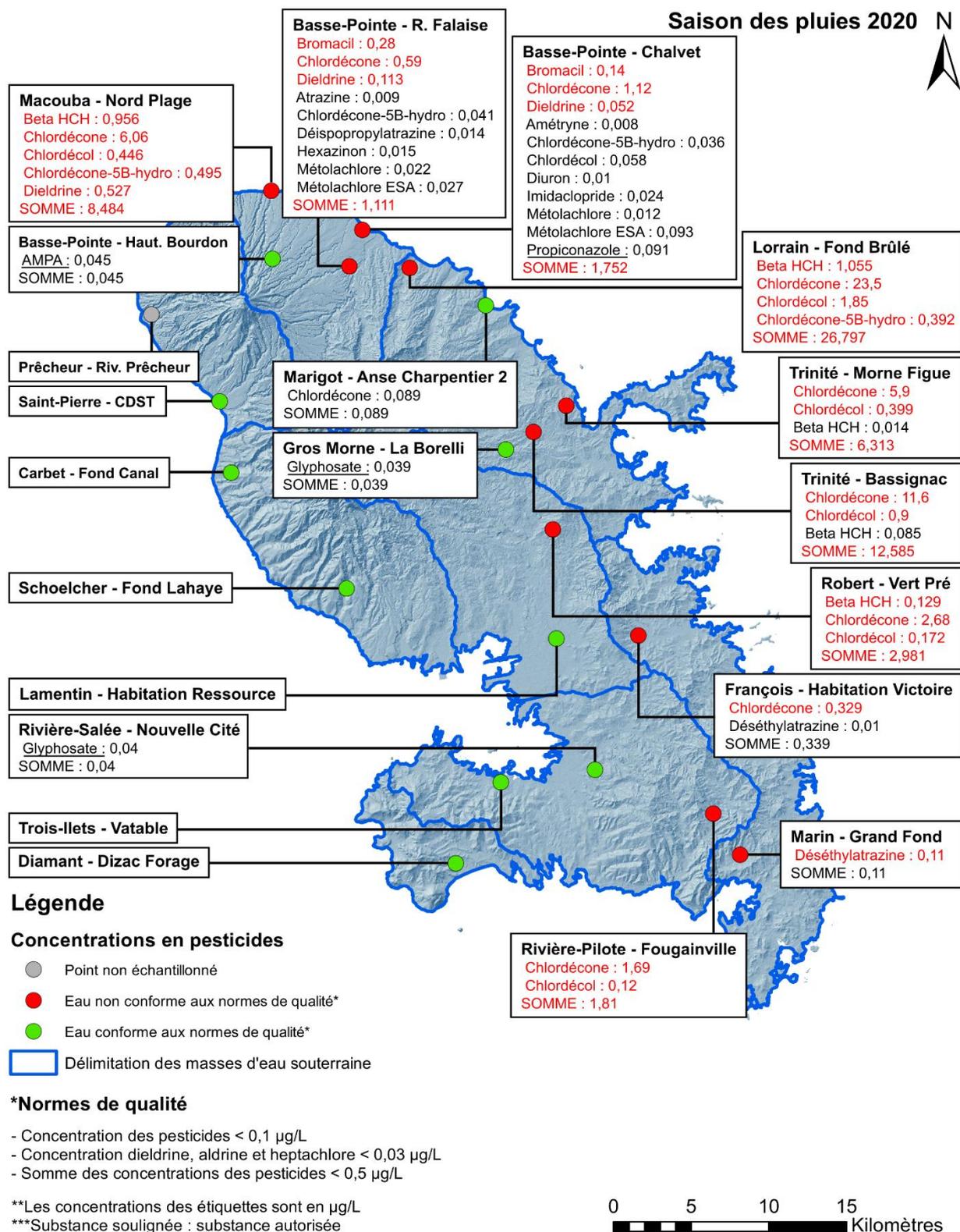


Illustration 15 - Résultats des suivis des produits phytosanitaires en SP 2020

## 5.4. NOUVELLES SUBSTANCES ACTIVES ANALYSEES

Depuis 2015 et à la demande de l'ODE, des polluants d'intérêt émergent ont intégré la liste d'analyses réalisées sur le réseau ; les molécules quantifiées sont présentées en Illustration 16.

Code Sandre	Paramètre
1958	4-nonylphenol ramifié
6550	Acide perfluorodécane sulfonique
6560	Acide sulfonique de perfluorooctane
7543	Benzotriazole
2766	Bisphenol A
7594	Bisphenol S
6519	Caféine
6616	DEHP
5349	Diclofénac
2962	Hydrocarbures dissous
6755	Metformine
6695	Methylparaben
5400	Noréthindrone
6533	Ofloxacine
5977	Perfluoroheptanoic Acid
6830	Perfluorohexanessulfonate Potassium
5978	Perfluorohexanoic Acid
5347	Perfluorooctanoïque Acid
6693	Propylparaben
6660	Tolytriazole

Illustration 16 – Nouvelles substances actives recherchées continuellement ou partiellement depuis 2015

Il faut noter que 4 substances ont été recherchées et quantifiées pendant certaines campagnes de la période 2015-2019 mais qui ne l'ont pas été en 2020, à savoir la caféine, le méthylparaben, le propylparaben et les hydrocarbures dissous.

Le tolytriazole et le benzotriazole sont deux produits industriels autorisés et résistants à la biodégradation, employés comme additif anticorrosif (liquide de refroidissement) et détergent (lave-vaisselle...). En 2020, le tolytriazole n'est pas quantifié après l'avoir été en 2015 et 2019, tandis que le benzotriazole l'a été sur 10 points en SS et SP en 2020.

Le bisphénol A (BPA) est une substance chimique de synthèse principalement utilisée depuis de très nombreuses années dans la production de polycarbonates et comme intermédiaire de synthèse des résines époxydes, mais aussi dans la production d'autres polymères, etc. L'Anses a identifié, en France, près d'une soixantaine de secteurs d'activité potentiellement utilisateurs de cette substance. Le BPA lié à un usage alimentaire a été interdit en 2012 en France. Il est quantifié sur 13 stations en SS et 8 en SP. Le bisphénol S (ou BPS) remplace le BPA dans les contenants alimentaires depuis son interdiction, il est recherché dans les eaux souterraines depuis 2019 et est quantifié pour la première fois à Basse-Pointe – Rivière Falaise.

Le 4-nonylphénol ramifié, probablement lié à des détergents, des peintures et la fabrication de résine, n'a été quantifié qu'une fois en SS 2020 sur le point François – Habitation Victoire.

Le DEHP, ou phtalate de di-2-éthylhexyle est un produit plastifiant régulièrement retrouvé dans les sédiments. Analysé depuis 2015, il est retrouvé dans les eaux souterraines à 2 reprises en 2019, mais n'est pas quantifié en 2020.

L'impact de l'échantillonnage sur le dosage de certaines de ces molécules n'est pas encore suffisamment évalué et il n'est pas exclu que des contaminations en bisphénols A et S, DEHP et 4-nonylphénol-ramifié liées à la méthode de prélèvement aient pu se produire (cf. rapport BRGM/RP-62810-FR). Les résultats de ces analyses doivent donc être interprétés avec précaution. Avec une méthodologie de prélèvement inchangée, les variations du nombre de stations impactées entre les années et les campagnes ainsi que les écarts de concentrations analysées ne sont pas encore expliquées.

Aucune exigence DCE (ou seuil légal) n'est encore définie pour ces polluants. Cependant, une valeur sanitaire de 2,5 µg/L a été proposée par la Directive (UE) 2020/2184 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2020 pour le bisphénol A dans le domaine de l'AEP en 2020. Le rajout du 4-nonylphénol-ramifié dans la liste de vigilance est prévu au plus tard pour 2022.

La liste des substances actives est reportée sur les cartes en Illustration 17 et Illustration 18.

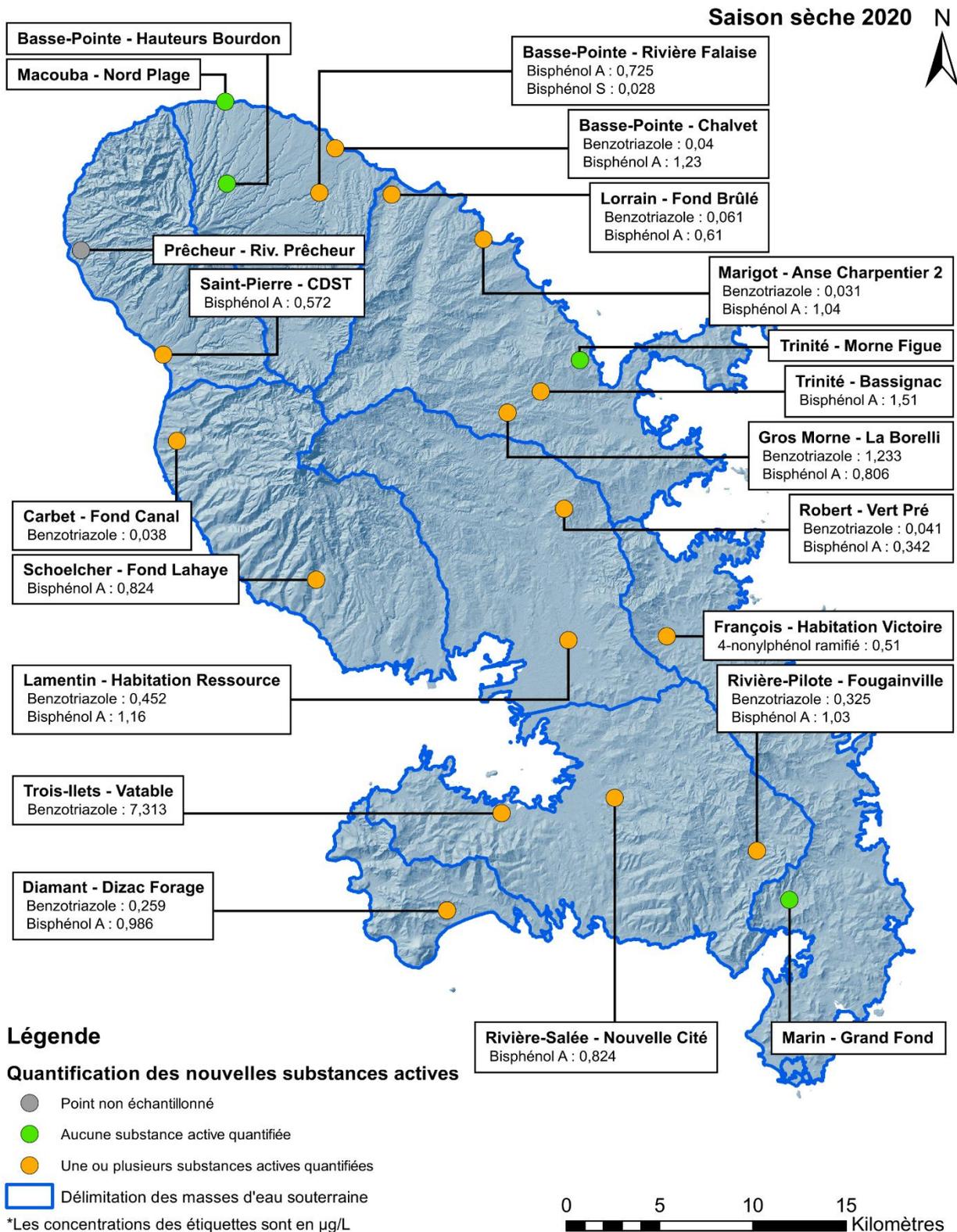


Illustration 17 - Substances actives quantifiées en SS 2020

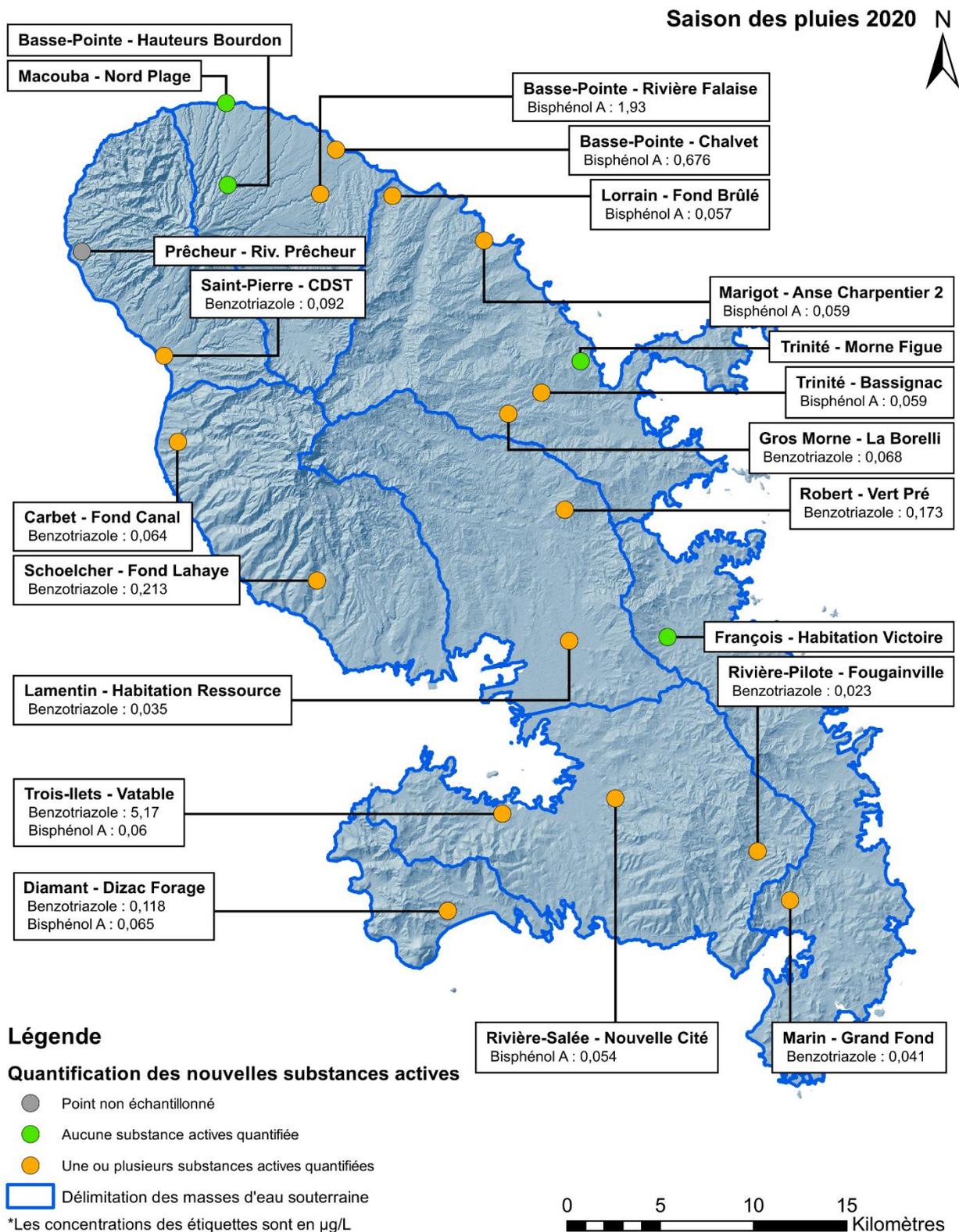


Illustration 18 - Substances actives quantifiées en SP 2020



## 6. Observation sur la période 2004-2020

L'observation de l'état du réseau de surveillance qualité depuis le début de son suivi (2004) permet de mettre en évidence des différences d'état qualitatif des stations par rapport à la dernière année de suivi, même si le réseau qualité a sensiblement évolué en 17 années d'existence. Ces observations prennent en compte les 4 stations remplacées pour diverses raisons au cours de l'évolution du réseau de surveillance, il s'agit des suivantes :

- Schoelcher – Fond Lahaye, 1<sup>ère</sup> du nom (1177ZZ0161) ; abandonnée en novembre 2010 ;
- Basse-Pointe – Socco Gradis (1166ZZ0019) ; abandonnée en novembre 2012 ;
- Marigot – Anse Charpentier, 1<sup>ère</sup> du nom (1169ZZ0006) ; abandonnée en avril 2014 ;
- Basse-Pointe – Socco Gradis Amont (1166ZZ0032) ; abandonnée en novembre 2015.

Ces stations ont systématiquement été remplacées par une nouvelle à proximité (Basse-Pointe – Hauteurs Bourdon a fait suite à Socco Gradis et Socco Gradis Amont).

### 6.1. SUBSTANCES INORGANIQUES

Les dépassements en substances inorganiques (majeurs et traces) sont justifiés par un risque de fond hydrogéochimique élevé (Arnaud et al, 2013) pour :

- Le fer : Prêcheur – Rivière du Prêcheur, Tinité – Morne Figue, Carbet – Fond Canal, Robert – Vert pré, Lamentin – Habitation Ressource, Trois-Ilets – Vatable et Diamant – Dizac Forage ;
- Le manganèse : Marigot – Anse Charpentier 2, Gros Morne – La Borelli, Schoelcher – Fond Lahaye, Carbet – Fond Canal, Robert – Vert Pré, Lamentin – Habitation Ressource, Rivière-Salée – Nouvelle Cité et Diamant – Dizac Forage ;
- Le sodium et les chlorures : Rivière-Salée – Nouvelle Cité et Trois-Ilets - Vatable.

### 6.2. NITRATES

Les stations du réseau peuvent être classées selon trois groupes de valeurs en fonction des *Mma* des concentrations en nitrates :

- $Mma < 10 \text{ mg/L}$  (considérée comme la valeur référence « d'anthropisation ») ; groupe qui concerne 15 stations ;
- $10 \text{ mg/L} \leq Mma < 30 \text{ mg/L}$  ; groupe qui concerne 7 stations ;
- $Mma \geq 30 \text{ mg/L}$ , il s'agit des 3 stations : Chalvet, Rivière Falaise et de Macouba - Nord Plage (cf. Illustration 19).

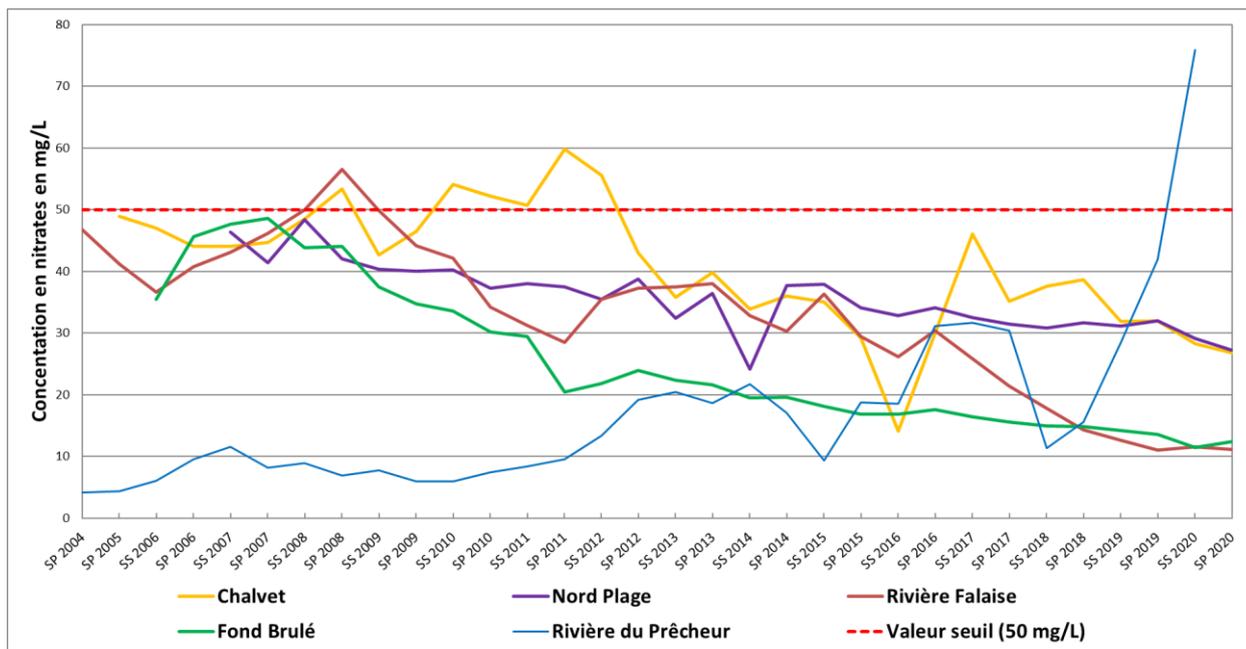


Illustration 19 - Evolution des concentrations en nitrates à chaque campagne semestrielle pour les 5 stations les plus impactées du réseau

En 2007 et 2008, les concentrations des points Lorrain – Fond Brulé et Macouba – Nord Plage se sont approchées du seuil DCE de 50 mg/L. Les concentrations n'ont cessé de diminuer depuis pour se stabiliser respectivement autour de 10-15, et 25-30 mg/L.

Le suivi depuis 2004 montre des dépassements du seuil DCE de 50 mg/L pour trois points du réseau :

- Des dépassements à Basse-Pointe – Chalvet ont été observés en SP 2008 puis de 2010 jusqu'à la SS 2012 avec une concentration maximale de 59,8 mg/L (SP 2011). Deux périodes de diminution sont observées : la première jusqu'en 2016 à 14 mg/L et la seconde depuis 2017 avec des valeurs inférieures à 30 mg/L depuis 2020. Le suivi mensuel (§ 8.2) met en évidence des variations corrélées avec le niveau piézométrique ;
- Deux dépassements ont été observés à Basse-Pointe – Rivière Falaise en 2008, suivis d'une baisse constante pour se stabiliser au-dessus de 10 mg/L lors des dernières campagnes . Une corrélation avec le niveau piézométrique en baisse peut se faire de la même manière que sur Chalvet ;
- Le point Prêcheur – Rivière du Prêcheur montrait des concentrations autour de 10 mg/L jusqu'en 2011. Elles augmentent depuis de façon irrégulière pour dépasser le seuil DCE en SS 2020. Le piézomètre est depuis hors-service. Notons que les variations en nitrates semblent corrélées au niveau piézométrique (fluctuations pluriannuelles) avec un décalage d'environ 5 mois. Ces variations sont représentées sur l'illustration 20.

L'origine de cette contamination n'est pas connue à ce jour :

- Quelques parcelles maraichères de faible superficie se trouvent plus en amont dans le bassin versant de la rivière mais les pratiques agricoles n'y sont pas connues ;
- Aucune étude n'a été menée à propos de l'aquifère surveillé au niveau du piézomètre ou des relations nappe-rivière ;

- L'état actuel de l'ouvrage, frappé par une forte crue en 2018 et ayant connu des effondrements successifs, n'indique plus forcément une bonne représentativité de la nappe pour des prélèvements.

Aucune hypothèse ne peut donc être formulée à ce jour.

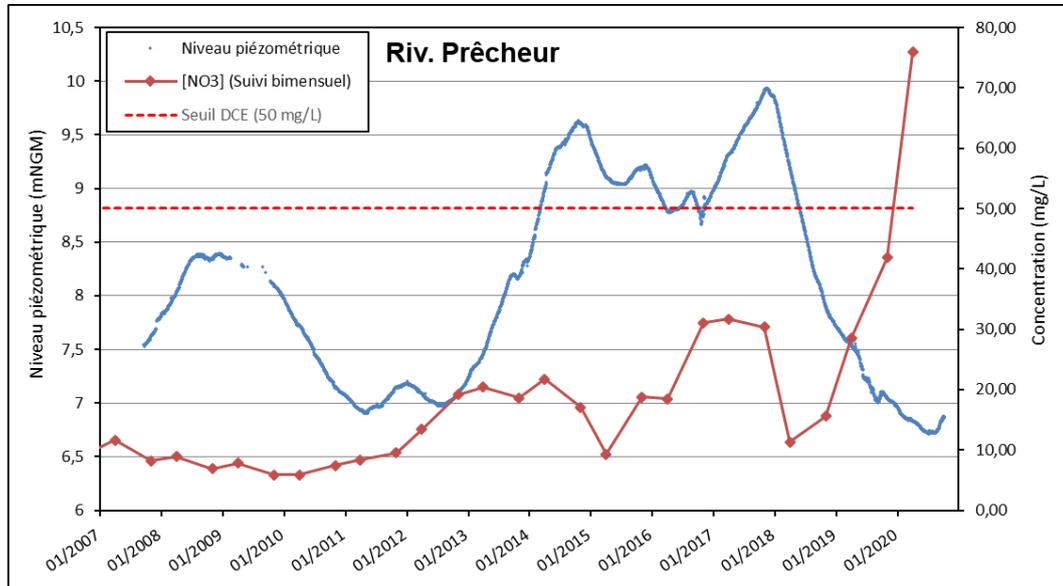


Illustration 20 - Relations entre piézométrie et concentration en nitrates au point Prêcheur – Rivière du Prêcheur

### 6.3. PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Le suivi des analyses des produits phytosanitaires de 2004 à 2020 permet d'établir le bilan résumé dans les tableaux suivants (Illustration 21) :

- 17 molécules (2 autorisées, 15 interdites) sont quantifiées régulièrement sur le réseau (taux de quantification supérieur à 50% avec un nombre d'analyses élevé), parmi lesquelles ;
  - Les concentrations en chlordécone montrent deux pics majeurs en SP 2009 et SP 2011 dont le premier a été le plus important , et ce sur toutes les stations impactées autant au nord qu'au sud ;
  - La chlordécone-5B-hydro est suivie depuis 2009. Les concentrations ont tendance à être stables, à l'exception de deux pics présents notamment au Lorrain – Fond Brûlé et à Trinité – Bassignac ;
  - Les concentrations du chlordécol, suivi depuis 2014 montrent un premier pic en SS 2018 puis une augmentation sur toutes les stations impactées depuis la SP 2019 ;
  - La concentration de du bêta HCH a tendance à diminuer sur toutes les stations impactées à l'exception notable de celle de Macouba – Nord Plage où la concentration augmente de façon régulière depuis le début du suivi ;
  - Les concentrations en dieldrine ont tendance à baisser à Basse-Pointe – Chalvet, sont stables à Basse-Pointe – Rivière Falaise et varient fortement à Macouba – Nord Plage sans qu'une réelle tendance soit décelable.
- 42 molécules (14 autorisées, 28 interdites), sont quantifiées ponctuellement sur le réseau (taux de quantification inférieur à 50% ou ayant été analysées peu de fois) ;

- Les métabolites de l'atrazine et du métolachlore recherchées depuis la période 2015-2018 sont ponctuellement ou régulièrement quantifiées sur un, voire plusieurs points du réseau, permettant de montrer une dégradation de la molécule-mère et justifiant une poursuite de leur suivi ;
- L'imidaclopride est également massivement quantifié à Basse-Pointe – Chalvet depuis le début de sa recherche en 2015 ;
- En outre, le triclocarban, le difeconazole, le glufosinate d'ammonium et le piperonyl butoxide n'ont été recherchés que ponctuellement pendant 1 à 3 années, mais ont été presque systématiquement quantifiés. Une reprise de leur analyse pourrait améliorer l'indice de confiance quand à leur présence dans les eaux souterraines.

Catégorie	Molécule	Année d'interdiction / statut	Nb. de pts. impactés	Détails sur les quantifications (stations, périodes, recherches)
<b>Molécules interdites quantifiées ponctuellement (taux de quantification &lt; 50%)</b>				
<b>Fongicide</b>	Congénère 138	1987	1	La Borelli en 2006
	Carbendazime	2008	2	Quantifié en 2005-2014, 2012
	Hexaconazole	2007	1	Dizac Forage en 2012
	Triclocarban	2010	3	<b>Recherché uniquement en 2015</b>
<b>Herbicide</b>	Desethyl-Atrazine-2-Hydroxy	2003 (métabolite Atrazine)	2	Recherché depuis 2018, quantifié à Chalvet en 2018
	Déséthyldeisopropylatrazine	2003 (métabolite Atrazine)	1	Recherché depuis 2016, quantifié à Riv. Falaise depuis 2018
	Métolachlor OXA	2003 (métabolite Métolachlore)	1	Recherché depuis 2015, quantifié à Riv. Falaise en 2015-2016
	Mono-linuron	1988	2	2 stations en 2007
	Monuron	1994	2	Chalvet à 32% en 2007-2012
	Glufosinate ammonium	2017	2	<b>Fond Lahaye et Vatable en 2015 (recherché en 2009, 2011 et 2014-2015)</b>
	Hydroxyterbutylazine	2004 (métabolite Terbutylazine)	1	Nord Plage en 2013
	Imazaméthabenz méthyle	2006	1	<b>Socco Gradis en 2009, plus analysé depuis 2013</b>
	Métoxuron	2007	5	5 stations en 2012
	Propanil	2009	1	<b>Socco Gradis amont en 2015, plus analysé depuis 2016</b>
Terbutylazine	2004	1	Habitation Ressource en 2008	
<b>Insecticide</b>	Aldrine	1994	1	Fond Canal en 2009
	Alpha HCH	1998 (métabolite Lindane)	4	4 stations en 2004 et 2009-2010
	Delta HCH	1998 (métabolite Lindane)	6	6 stations jusqu'en 2015, plus de quantification depuis
	Endrine	1992	1	Chalvet en 2015
	Epsilon HCH	1998 (métabolite Lindane)	1	Socco Gradis en 2010
	Gamma HCH (lindane)	1998	6	6 stations en 2004-2014 et 2018
	Heptachlore époxyde	1973	6	6 points jusqu'en 2015, plus de quantification depuis
	Asulam	2012	5	5 stations en 2010-2015 et 2019
	Chlorfenvinphos	2007	1	Fond Canal en 2009
	Fenthion	2004	1	Fougainville en 2009
	Flufenoxuron	2012	1	Habitation Ressource en 2013
	Propoxur	2010	1	<b>Riv. Falaise en 2006, plus analysé depuis 2016</b>
<b>Nématicide</b>	Aldicarbe	2007	1	<b>Chalvet en 2006, plus analysé depuis 2016</b>

Catégorie	Molécule	Année d'interdiction / statut	Nb. de pts. impactés	Détails sur les quantifications (stations, périodes, recherches)
<b>Molécules autorisées quantifiées ponctuellement</b>				
<b>Fongicide</b>	Difeconazole	Autorisé	1	<b>Habitation Ressource (uniquement recherché en 2019)</b>
	Imazail	Autorisé	3	3 stations en 2011, 2012, 2015
	Tebuconazole	Autorisé	8	8 stations en 2011-2012 et 2015
<b>Herbicide</b>	2,4 DDD	Autorisé	3	3 stations en 2011 et 2014
	AMPA	Autorisé (métabolite Glyphosate)	10	9 stations en 2007-2010 et 2 stations depuis 2019
	Glyphosate	Autorisé	13	13 stations impactées de façon ponctuelle
	Isoproturon 2CH3	Autorisé	5	5 stations en 2009 et 2013
	Linuron	Autorisé	3	3 stations en 2007
	Mécoprop	Autorisé	1	Grand Fond en 2009
	Mésotrione	Autorisé	1	Habitation Victoire en 2009
<b>Insecticide</b>	2,4 D	Autorisé	4	4 stations en 2004-2006, 2009, et 2015
	2,4 MCPA	Autorisé	2	2 stations en 2009
	Méthoxychlore	Autorisé	7	7 stations en 2010 et 2013
<b>Autres</b>	Piperonyl butoxide	Autorisé	2	<b>Dizac Forage en 2014-2015, Vatable (analysé uniquement en 2019)</b>

Catégorie	Molécule	Année d'interdiction / statut	Nb. de pts. impactés	Détails sur les quantifications (stations, périodes, recherches)
<b>Molécules interdites quantifiées régulièrement (taux de quantification &gt; 50% sur au moins 1 station)</b>				
<b>Herbicide</b>	Amétryne	2003	1	Chalvet depuis 2009
	Atrazine	2003	5	3 stations au-delà de 50%
	Bromacil	2003	6	4 stations au-delà de 50%
	Déisopropylatrazine	2003 (métabolite Atrazine)	5	Recherché depuis 2015, quantifié massivement à Rivière Falaise
	Déséthylatrazine	2003 (métabolite Atrazine)	2	Recherché depuis 2015, quantifié massivement à Grand Fond depuis 2016
	Métolachlor ESA	2003 (métabolite Métolachlore)	2	Recherché depuis 2015 : Chalvet à 92%, Riv. Falaise à 100%
	Métolachlore	2003	18	2 stations au-delà de 50%
	Diuron	2008	12	4 stations au-delà de 50%
	Hexazinon	2008	5	2 stations au-delà de 50%
<b>Insecticide</b>	Beta HCH	1998 (métabolite Lindane)	20	9 stations au-delà de 50%
	Chlordécol	1993 (métabolite CLD)	9	5 stations au-delà de 50%
	Chlordécone (CLD)	1993	23	13 stations au-delà de 50%
	Chlordécone 5b-hydro	1993 (métabolite CLD)	14	8 stations au-delà de 50%
	Dieldrine	1972	11	3 stations au-delà de 50% (Chalvet, Nord Plage, Riv. Falaise)
	Imidaclopride	2018	1	Recherché depuis 2015 : Chalvet à 75%
<b>Molécules autorisées quantifiées régulièrement (taux de quantification &gt; 50% sur au moins 1 station)</b>				
<b>Fongicide</b>	Métalaxyl	Autorisé	3	Recherché depuis 2010 : Chalvet à 71%
	Propiconazole	Autorisé	10	Chalvet à 87% depuis 2006, plus quantifié sur les 9 autres points depuis 2013
	Molécules interdites avant 2004 (début du suivi qualité)			
	Molécules interdites à partir de 2004			

Illustration 21 - Bilan des produits phytosanitaires quantifiés sur la période 2004-2020



## 7. Résultats de l'évaluation de l'état chimique DCE des qualitomètres

### 7.1. CALCUL DES VALEURS CARACTERISTIQUES – GENERALITES ET PRECISIONS

Rappelons que la DCE exige une concentration inférieure à 0,1 µg/L pour l'ensemble des produits phytosanitaires et la restreint à 0,03 µg/L pour trois molécules (dieldrine, aldrine et heptachlore). L'Annexe 4 reprend les analyses des produits phytosanitaires quantifiés sur le cycle DCE de 6 ans (2015-2020).

Avant l'analyse de l'ensemble des paramètres, il faut noter que la température est un élément déclassant pour toutes les masses d'eau souterraine. En effet, l'ensemble des moyennes des moyennes annuelles (*Mma*) et des fréquences de dépassement (*Freq*) calculées sur la période 2015-2020 ont une valeur qui dépasse la valeur seuil utilisée pour la France métropolitaine qui est de 25°C. Toutefois, compte-tenu du climat local de Martinique, de type tropical maritime et engendrant une température moyenne annuelle de 27,5°C, la valeur seuil nationale ne peut être appliquée.

L'étude du fond hydrogéochimique des eaux souterraines menée en 2013 a permis de délimiter des zones locales à risque de fond géochimique élevé ou une zone étendue à la masse d'eau pour plusieurs éléments, en particulier l'arsenic, le fer et le manganèse (Illustration 12). Les résultats de cette étude figurent dans le rapport Arnaud et al. (2013). Suite à ces délimitations et sachant qu'un fond hydrogéochimique élevé peut entraîner des concentrations supérieures aux normes de potabilité, de nouvelles concentrations ont été proposées dans le but prendre en compte le fond hydrogéochimique local dans l'estimation de l'état chimique. Ces concentrations de référence sont récapitulées dans l'illustration 22.

Paramètres	Valeur seuil actuelle	Masse d'eau souterraine	Concentrations de référence	
			Concentration	Emprise
Arsenic	10 µg.L <sup>-1</sup>	Nord Atlantique	50 µg.L <sup>-1</sup>	locale (forage Anse Charpentier)
Chlorures	200 mg.L <sup>-1</sup>	Centre	500 mg.L <sup>-1</sup>	locale (fond géochimique élevé)
		Sud Atlantique	300 mg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
		Sud Caraïbes	500 mg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
Sodium	200 mg.L <sup>-1</sup>	Centre	300 mg.L <sup>-1</sup>	locale (fond géochimique élevé)
		Sud Caraïbes	350 mg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
Fer	200 µg.L <sup>-1</sup>	Nord Atlantique	1 800 µg.L <sup>-1</sup>	locale (forage Anse Charpentier)
		Centre	400 µg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
		Sud Atlantique	800 µg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
Manganèse	50 µg.L <sup>-1</sup>	Nord Atlantique	300 µg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
		Nord Caraïbes	250 µg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
		Centre	300 µg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau
		Sud Caraïbes	200 µg.L <sup>-1</sup>	masse d'eau

Illustration 22 - Tableau récapitulatif des concentration de référence proposées (Arnaud et al., 2013, modifié)

## 7.2. MASSE D'EAU PELEE-EST

La masse d'eau souterraine (MESO) Pelée-Est est suivie par deux sources (dont le point Basse-Pointe – Hauteurs Bourdon remplaçant le point Socco Gradis Amont) et deux forages. Tous font partie du réseau de contrôle de surveillance et du réseau de contrôle opérationnel (cf. Illustration 4).

### 7.2.1. Substances inorganiques

Aucun dépassement de *Mma* ou de *Freq* n'est constaté pour les paramètres inorganiques sur la période 2015-2020.

### 7.2.2. Produits phytosanitaires

Sur les 5 stations étudiées du réseau sur la période 2015-2020 (avec l'abandon du point Basse-Pointe – Socco Gradis Amont après la SP 2015) et appartenant à la masse d'eau Pelée-Est, 4 affichent des *Mma* et des *Freq* en produits phytosanitaires non conformes aux exigences de la DCE. Le seul point conforme étant Basse-Pointe – Hauteurs Bourdon.

Pour la masse d'eau Pelée-Est, les molécules affichant des *Mma* qui dépassent ces exigences sont, par ordre décroissant, la chlordécone pour 4 stations, la dieldrine et le bromacil pour 3 stations, la chlordécone 5b-hydro, le métolachlore ESA et le bêta HCH pour 2 stations, ainsi que le propiconazole et le chlordécol pour une station.

Le point Macouba – Nord Plage présente les concentrations en chlordécone les plus élevées avec une *Mma* de 5,25 µg/L sur la période concernée.

La somme des pesticides quantifiés dépasse également le seuil DCE de 0,5 µg/L sur ces quatre stations.

La masse d'eau Pelée-Est est connue pour sa forte surface agricole, notamment dense en bananeraies. Depuis les années 1980 et jusqu'en 1993, l'insecticide chlordécone a massivement été utilisé pour lutter contre le charançon. Les concentrations importantes proviennent donc d'anciennes pratiques agricoles et le transfert de cette substance dans les eaux souterraines via l'infiltration des eaux de pluie. La persistance de cette molécule dans le milieu naturel est de l'ordre du siècle, raison pour laquelle les concentrations mesurées longtemps après son interdiction dépassent encore les exigences de la DCE avec des facteurs souvent supérieurs à 10.

La chlordécone n'a pas été l'unique produit utilisé dans les bananeraies de la famille des organochlorés. Des insecticides et nématicides ont également été utilisés, intégrant notamment le béta HCH ou la dieldrine comme substances actives. Ces substances, interdites depuis le milieu des années 90 en raison de leur toxicité et de leur rémanence se retrouvent encore dans les eaux souterraines de la même manière que pour la chlordécone.

### 7.2.3. Conclusions

Pour la masse d'eau Pelée-Est, les produits phytosanitaires sont les paramètres responsables d'un classement de quatre stations en état médiocre : Macouba – Nord Plage, Basse-Pointe – Chalvet et Basse-Pointe – Rivière Falaise.

## 7.3. MASSE D'EAU PELEE-OUEST

La masse d'eau souterraine Pelée-Ouest est suivie par deux piézomètres, tous faisant partie du réseau de contrôle de surveillance. On rappelle que le point Prêcheur – Rivière du Prêcheur n'a que partiellement été échantillonné en SS (seuls les paramètres analysés par la Direction des Laboratoires (LAB) du BRGM à Orléans ont été recherchés en raison du manque d'eau dans l'ouvrage) et ne l'a pas été en SP.

### 7.3.1. Substances inorganiques

Le point Prêcheur – Rivière du Prêcheur présente un dépassement pour le fer en SS 2019 mais la *Freq* sur la période 2015-2020 n'est que de 9% et la *Mma* ne dépasse pas le seuil sur cette même période. La concentration en manganèse dépasse également le seuil pour les deux campagnes de l'année 2019 avec une *Freq* de 22%. Le fond géochimique élevé en fer et manganèse concerne l'ensemble des masses d'eau souterraine du bassin Martinique ; ceux-ci ne pourront donc être considérés comme des paramètres déclassant. La concentration en plomb en SS 2019 dépasse aussi le seuil de 10 µg/L, sans pour autant que la *Mma* dépasse cette valeur pour la période 2015-2020 et que le nombre d'analyses effectuées pour ce paramètre (4) soit suffisant pour le considérer comme représentatif.

On observe un large dépassement du seuil DCE pour les nitrates sur ce même point en SS 2020, sans que la *Mma* ne dépasse le seuil de 20% sur la période 2015-2020.

Les concentrations en substances inorganiques sont toutes inférieures aux seuils DCE indiqués au droit du forage Saint-Pierre – CDST.

### 7.3.2. Produits phytosanitaires

Aucune *Mma* ne dépasse le seuil pour tous les points de la masse d'eau.

### 7.3.3. Conclusions

La masse d'eau Pelée-Ouest ne présente aucun paramètre déclassant pour chacune de ses stations, toutes considérées en bon état qualitatif. La forte concentration en nitrates au niveau du point Prêcheur – Rivière du Prêcheur impose une vigilance lorsque l'ouvrage sera remis en état.

## 7.4. MASSE D'EAU JACOB-EST

La masse d'eau souterraine Jacob-Est est suivie par 4 forages et 1 source ; tous faisant partie à la fois du réseau de contrôle de surveillance et du réseau de contrôle opérationnel.

### 7.4.1. Substances inorganiques

Plusieurs paramètres retrouvés à des concentrations supérieures à leurs valeurs seuils peuvent être expliquées par le fond géochimique élevé (cf. Illustration 22) :

- La *Freq* à la station Trinité – Morne Figue atteignant 42% ;
- Le manganèse sur les points Marigot – Anse Charpentier 2 et Gros Morne – La Borelli, dont les *Mma* sont respectivement de 160,6 µg/L et 54,8 µg/L, dépassent le seuil de 50 µg/L mais restent en-dessous des propositions des valeurs seuil du fond géochimique.

Le fond géochimique élevé en fer et manganèse concerne l'ensemble des masses d'eau du bassin Martinique, ceux-ci ne pourront donc être considérés comme des paramètres déclassant.

Les *Mma* des concentrations en nitrates sont toutes inférieures au seuil DCE.

### 7.4.2. Produits phytosanitaires

Sur cette masse d'eau, 4 stations connaissent des *Mma* en pesticides dépassant l'exigence de la DCE, la seule non impactée étant Gros Morne – La Borelli.

La *Freq* en chlordécone de la station Marigot – Anse Charpentier 2 atteint 46% et la classe comme étant en état médiocre malgré une *Mma* légèrement en-dessous de 0,1 µg/L.

Parmi les molécules phytosanitaires déclassant la masse d'eau Jacob-Est on retrouve la chlordécone et le chlordécol avec 3 stations ainsi que la chlordécone 5b-hydro et le bêta HCH avec 1 station. Le forage du Lorrain – Fond Brulé montre les concentrations les plus importantes en chlordécone du réseau qualité avec une *Mma* de 26,4 µg/L sur la période concernée.

La somme des pesticides quantifiés dépasse le seuil DCE sur les stations de Trinité – Bassignac, Lorrain – Fond Brulé et Trinité – Morne Figue.

### 7.4.3. Conclusions

L'ensemble des dépassements en molécules inorganiques pouvant être justifié par du fond géochimique élevé, les dépassements de 4 produits phytosanitaires (chlordécone, bêta HCH, chlordécone 5B hydro et chlordécol) engendrent le classement en état médiocre des stations Lorrain – Fond Brulé, Marigot – Anse Charpentier 2, Trinité – Morne Figue et Trinité - Bassignac.

## 7.5. MASSE D'EAU CARBET

La masse d'eau souterraine Carbet est composée de deux piézomètres, tous faisant partie du réseau de contrôle de surveillance.

### 7.5.1. Substances inorganiques

Deux éléments chimiques présentent des *Mma* supérieures aux normes :

- Le fer sur le point Carbet – Fond Canal, dont la *Mma* de 7,91 mg/L dépassent le seuil de 0,2 mg/L ;
- Le manganèse sur les points Carbet – Fond Canal et Schoelcher – Fond Lahaye, dont les *Mma* de 943,7 µg/L et 167,9 µg/L dépassent le seuil de 50 µg/L. On note que ces valeurs sont les plus élevées du réseau.

Le fond géochimique élevé en fer et manganèse concerne l'ensemble des masses d'eau du bassin Martinique, ceux-ci ne pourront donc être considérés comme des paramètres déclassant.

Les *Mma* des concentrations en nitrates sont toutes inférieures au seuil DCE.

### 7.5.2. Produits phytosanitaires

Sur cette masse d'eau, la *Mma* dépasse le seuil fixé pour le glufosinate d'ammonium au niveau du piézomètre de Schœlcher – Fond Lahaye avec 0,55 µg/L. Avec une seule analyse réalisée sur le cycle de 6 ans (SS 2015), cette donnée ne peut pas être considérée comme représentative.

### 7.5.3. Conclusion

L'ensemble des dépassements en éléments traces pouvant être justifié par du fond géochimique élevé, la masse d'eau Carbet ne présente aucun paramètre déclassant ; toutes ses stations sont donc considérées en bon état qualitatif.

## 7.6. MASSE D'EAU JACOB-CENTRE

La masse d'eau souterraine Jacob Centre est suivie par deux forages appartenant au réseau de contrôle de surveillance ainsi qu'au réseau de contrôle opérationnel.

### 7.6.1. Substances inorganiques

Les *Mma* des concentrations en fer et manganèse dépassent les seuils DCE pour les deux stations :

- À Robert – Vert Pré avec respectivement 7.52 mg/L et 209 µg/L ;
- À Lamentin – Habitation Ressource avec respectivement 0,39 mg/L et 83,7 µg/L.

Le fond géochimique élevé en fer et manganèse concernant l'ensemble des masses d'eau du bassin Martinique, ces paramètres ne pourront donc pas être considérés comme déclassant.

Les *Mma* des concentrations en nitrates sont toutes inférieures au seuil DCE.

### 7.6.2. Produits phytosanitaires

La chlordécone est la seule substance phytosanitaire dont la *Mma* dépasse la valeur seuil au forage Robert – Vert Pré avec 2,42 µg/L. La *Freq* du Beta HCH atteint également 23% sur cette station.

La somme des pesticides dépasse également le seuil au niveau du forage de Vert-Pré.

### 7.6.3. Conclusion

En raison de la présence de produits phytosanitaires, la station du Robert – Vert Pré est considérée en état médiocre.

## 7.7. MASSE D'EAU VAUCLIN-PITAUT

Cette masse d'eau souterraine est suivie par deux forages du réseau de contrôle de surveillance.

### 7.7.1. Paramètres physico-chimiques et substances inorganiques

La conductivité dépasse systématiquement la valeur seuil (1100 µS/cm) avec une *Mma* à 1556 au point Marin – Grand Fond. Cette valeur résulte de la forte minéralisation de l'eau au droit du forage, notamment en chlorures. La *Mma* de ce dernier paramètre dépasse le seuil DCE avec 264 mg/L, mais se justifie par un fond géochimique élevé dans l'ancienne MESO Sud Atlantique.

Les *Mma* des concentrations en nitrates sont toutes inférieures au seuil DCE.

### 7.7.2. Produits phytosanitaires

La *Mma* de la chlordécone dépasse le seuil au niveau du point François – Habitation Victoire avec une valeur de 0,32 µg/L.

### 7.7.3. Conclusions

En raison de la présence de produits phytosanitaires, la station François – Habitation Victoire, est considérée comme étant en mauvais état chimique.

## 7.8. MASSE D'EAU MIOCENE

La masse d'eau souterraine Miocène est composée de trois forages appartenant au réseau de contrôle de surveillance dont un appartenant également au réseau de contrôle opérationnel.

### 7.8.1. Paramètres physico-chimiques et substances inorganiques

La conductivité des points Trois-Ilets – Vatable et Rivière-Salée – Nouvelle Cité dépasse systématiquement le seuil DCE avec des *Mma* respectivement de 1636 µS/cm et 1555 µS/cm. En effet, l'étude de fond géochimique met en évidence une vaste zone à risque de fond géochimique élevé pour le sodium et les chlorures localisée dans l'ancienne MESO Sud Caraïbes. Les résultats d'analyse illustrent ce constat avec les valeurs suivantes :

- Pour les chlorures à Rivière-Salée – Nouvelle Cité avec une *Mma* de 383,9 mg/L, dépassant le seuil initial de 250 mg/L ;

- Pour le sodium à Rivière-Salée – Nouvelle Cité et Trois-Ilets – Vatable avec respectivement 240 mg/L et 228 mg/L, dépassant le seuil de 200 mg/L ;
- Pour le manganèse à Rivière-Salée – Nouvelle Cité avec une *Freq* de 50%.

Les concentrations en nickel à Rivière-Salée – Nouvelle Cité, dépassent le seuil fixé à 20 µg/l avec une *Mma* de 67,18 µg/l sur un cycle DCE. Néanmoins, le faible nombre d'analyses effectuées sur cette période (4) ne peut pas être considéré comme représentatif.

Les *Mma* des concentrations en nitrates sont toutes inférieures au seuil DCE.

### 7.8.2. Produits phytosanitaires

Les résultats d'analyse au point Rivière-Pilote – Fougainville montrent une non-conformité due à la présence d'une forte concentration en chlordécone avec une *Mma* de 2,10 µg/L sur la période 2015-2020. La *Freq* dépasse atteint 25% pour le chlordécol.

Le point Trois-Ilets – Vatable enregistre un dépassement en glufosinate d'ammonium avec une *Mma* de 0,71 µg/L. Avec une seule analyse réalisée sur ce cycle de 6 ans, l'information n'est pas assez fiable pour classer cette station en état médiocre.

La somme des pesticides à la station de Rivière-Pilote – Fougainville dépasse également le seuil DCE.

### 7.8.3. Conclusions

En raison de la présence de produits phytosanitaires, la station de Rivière-Pilote – Fougainville est considérée comme étant en mauvais état chimique.

## 7.9. MASSE D'EAU TROIS-ILETS

La masse d'eau souterraine Trois-Ilets est suivie par un seul forage appartenant au réseau de contrôle de surveillance.

### 7.9.1. Substances inorganiques

Le point Diamant – Dizac Forage enregistre une forte *Mma* pour le fer à 1,17 mg/L, avec un seuil initial à 0,2 mg/L. Cette concentration est due à un fond géochimique élevé.

Aucune *Mma* ne dépasse les seuils fixés pour les autres substances inorganiques.

### 7.9.2. Produits phytosanitaires

Aucune molécule ne dépasse le seuil DCE pour cette masse d'eau pour la période 2015-2020.

### 7.9.3. Conclusions

La masse d'eau Trois-Ilets ne présente aucun paramètre déclassant ; son unique station Diamant – Dizac Forage est donc considérée comme étant en bon état chimique.

## 7.10. BILAN

L'illustration 23 synthétise les résultats de l'état qualitatif au titre de la DCE sur la période de 2015 à 2020 des 21 stations sur les critères des *Mma* des pesticides et des sommes des pesticides. Les substances inorganiques et les paramètres *in situ* n'ont pas été représentés puisque les dépassements des *Mma* ou des *Freq* peuvent être expliqués par le fond hydrogéochimique local. La répartition de l'état des stations est présentée en Illustration 24.

Dix stations du bassin Martinique sont classées en mauvais état chimique et impliquent 5 masses d'eau : Pelée-Est, Jacob-Est, Jacob-Centre, Miocène et Vauclin-Pitault. Les trois masses d'eau ayant toutes leurs stations en bon état chimique sont les masses d'eau Pelée-Ouest, Carbet et Trois-Ilets.

Les concentrations des pesticides quantifiés au moins une fois sur le cycle DCE de 6 ans et leurs *Mma*, ainsi que les sommes des pesticides quantifiés sont présentées respectivement en Annexe 4 et en Annexe 5.

Masse d'eau	Code MESO	n°BSS	Communes	Lieu dit	Paramètres pour lesquels : Mma des Concentrations des pesticides > 0,1 µg/L ou Freq > 20%	Mma des sommes des concentrations des pesticides > 0,5 µg/L	Etat des stations	Proportion de stations en bon état chimique dans la MESO
Pelée-Est	FRJG001	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	BRO, CLD, DIE, ESA, PRO			1/4
		1166ZZ0020	Basse Pointe	Hauteurs Bourdon				
		1166ZZ0023	Macouba	Nord Plage	βHCH, CLD, 5B-H, DIE			
		1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	BRO, CLD, DIE, ESA			
Pelée-Ouest	FRJG002	1167ZZ0045	Saint Pierre	CDST				2/2
		1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur				
Jacob-Est	FRJG004	1169ZZ0184	Marigot	Anse Charpentier 2	CLD			1/5
		1175ZZ0190	Trinité	Bassignac	CLD, CLDoI			
		1169ZZ0084	Lorrain	Fond Brulé	βHCH, CLD, 5B-CLD, CLDoI			
		1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli				
		1175ZZ0153	Trinité	Morne Figue	CLD, CLDoI			
Carbet	FRJG003	1177ZZ0177	Schoelcher	Fond Lahaye				2/2
		1172ZZ0063	Carbet	Fond Canal				
Jacob-Centre	FRJG005	1175ZZ0106	Robert	Vert Pré	CLD, βHCH			1/2
		1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource				
Vauclin-Pitault	FRJG008	1186ZZ0118	Marin	Grand Fond				1/2
		1179ZZ0228	François	Habitation Victoire	CLD			
Miocène	FRJG007	1182ZZ0160	Rivière Salée	Nouvelle Cité				2/3
		1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville	CLD, CLDoI			
		1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable				
Trois-Ilets	FRJG006	1184ZZ0001	Diamant	Dizac Forage				1/1

	Exigence DCE respectée
	Exigence DCE non respectée
	*Dieldrine, aldrine, heptachlore : 0,03 µg/L

	Bonne état
	Etat médiocre

Abréviations des paramètres déclassants :

Beta HCH : βHCH  
 Bromacil : BRO  
 Chlordécone : CLD  
 Chlordécone 5b-hydro : 5B-H  
 Chlordécol : CLDoI  
 Dieldrine : DIE  
 Métolachlor ESA : ESA  
 Propiconazole : PRO

Illustration 23 - Tableau récapitulatif de l'état du réseau qualitatif par station sur la période 2015-2020 (critères Mma/Freq des pesticides et sommes des pesticides)

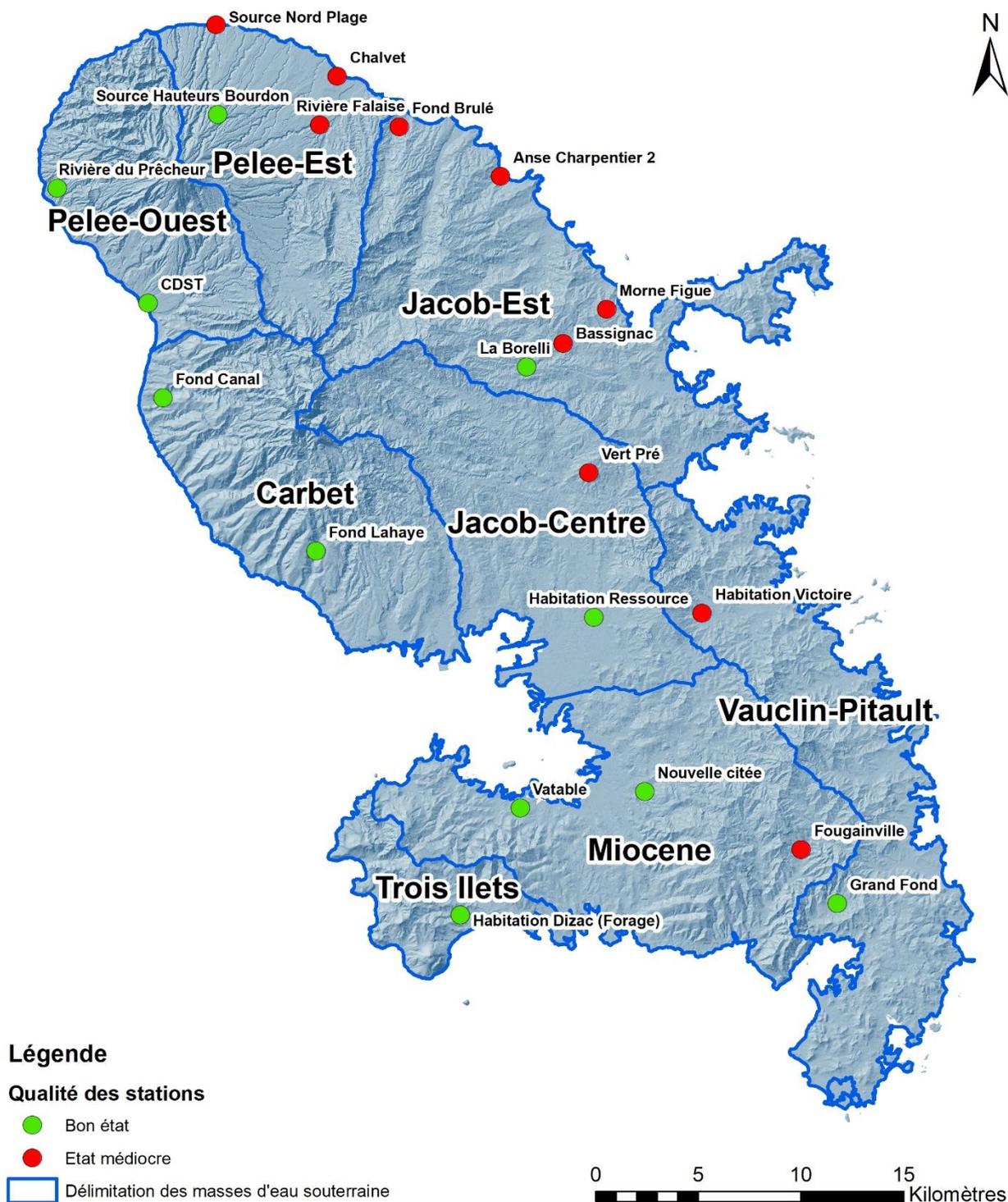


Illustration 24 – Etat chimique du réseau qualitatif de Martinique par station sur la période 2015-2020

## 8. Suivi mensuel de la contamination par les produits phytosanitaires sur deux piézomètres de Pelée-Est

Depuis décembre 2008, l'ODE Martinique et le BRGM ont décidé de mettre en place un suivi mensuel sur le piézomètre de Basse Pointe – Chalvet (BSS002NMGF) et sur la source de Trinité – Morne Figue (BSS002NNZK). L'objectif poursuivi était l'amélioration de la compréhension des processus de transfert des molécules phytosanitaires pour, *in fine*, mieux caractériser le risque de contamination des eaux souterraines, des cours d'eau et des écosystèmes associés.

Conformément aux conclusions du rapport annuel 2010 (Arnaud et al., 2011), le suivi mensuel a été abandonné sur la source de Trinité, en raison de l'impossibilité de suivre son débit en saison sèche. En accord avec l'ODE, le suivi mensuel a été reporté sur le piézomètre de Basse Pointe – Rivière Falaise (BSS002NMNS). De plus, les CFC et SF6, permettant la datation des eaux, ont été suivis de façon mensuelle d'avril 2011 à avril 2013 sur ces deux ouvrages. Le suivi se fait de façon semestrielle depuis.

### 8.1. PRESENTATION DES DEUX POINTS DE SURVEILLANCE CONCERNES PAR LE SUIVI MENSUEL

Les forages de Chalvet et Rivière Falaise sont implantés sur la commune de Basse Pointe et appartiennent au réseau piézométrique de Martinique (MESO Pelée-Est) avec un suivi en continu du niveau d'eau démarré respectivement en décembre 2005 et janvier 2005.

#### 8.1.1. Contexte géologique et hydrogéologique

Ces forages traversent des dépôts pyroclastiques (coulées de ponces et nuées ardentes) de la Montagne Pelée.

La coupe géologique du forage de Chalvet souligne une altération importante avec une épaisseur d'argiles avoisinant les 17 m. Un horizon aquifère, à porosité de matrice est rencontré entre 17 m et 29 m. Le débit, au soufflage, avait été estimé entre 20 et 30 m<sup>3</sup>/h en fin de foration.

L'ouvrage de Rivière Falaise est implanté dans des nuées ardentes mal connues, sans informations à propos de l'épaisseur de la couverture argileuse. Par ailleurs, aucune donnée n'a été retrouvée concernant le débit au soufflage ou en cours de foration.

Les coupes géologiques et techniques de Chalvet et Rivière Falaise sont présentées en Illustration 25.

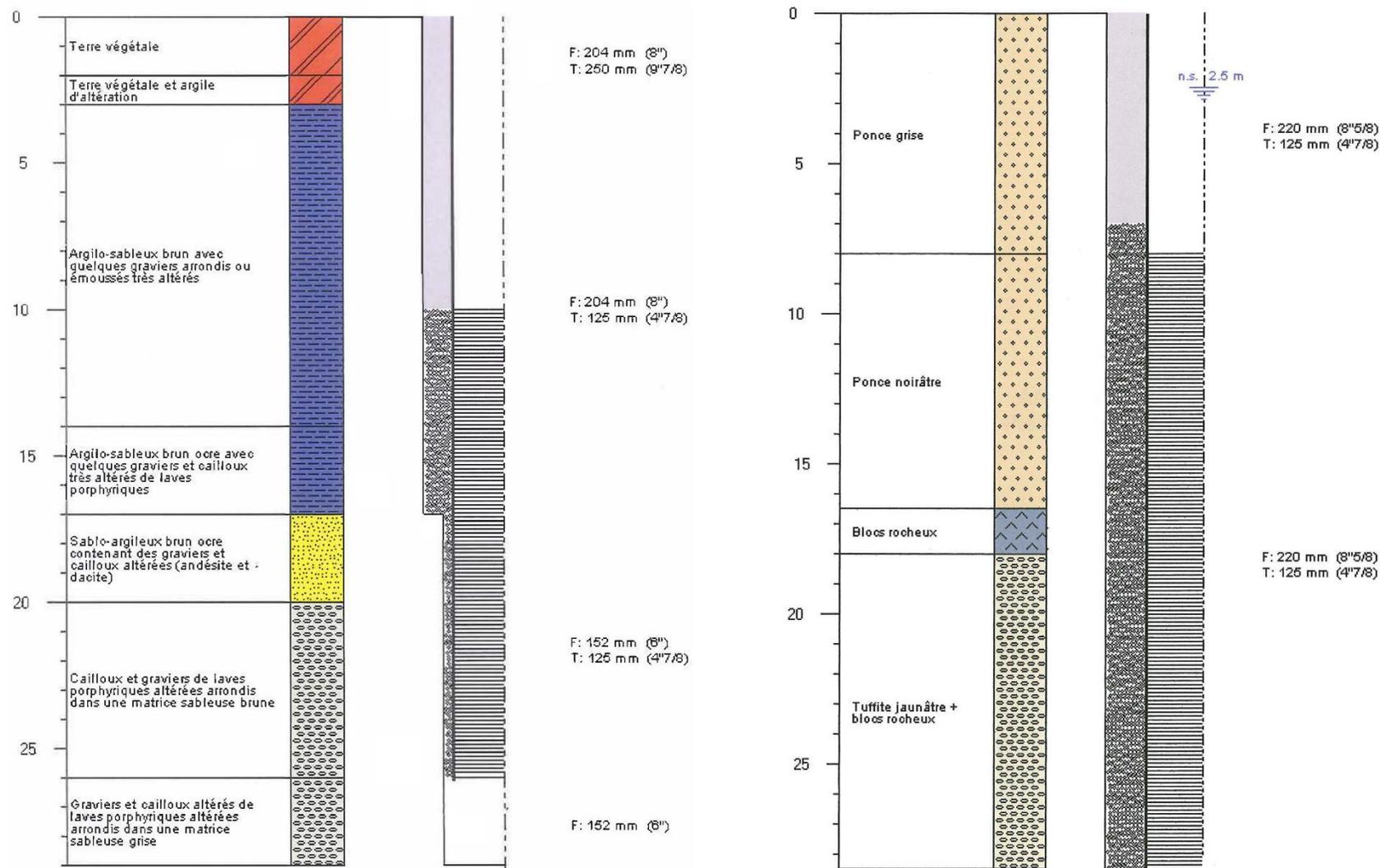


Illustration 25 - Coupes géologiques et techniques de Chalvet (gauche) et Rivière Falaise (droite)

Aucun prélèvement d'eau souterraine n'a été renseigné à proximité des de l'un des deux forages. La profondeur de la zone non saturée varie entre 12,5 m et 18,5 m à Chalvet et entre 3 m et 3,9 m à Rivière Falaise.

Les fluctuations piézométriques enregistrées au droit des ouvrages de Chalvet et Rivière Falaise figurent en Illustration 26.

Le point Chalvet présente 3 périodes de vidange : de 2006 à 2008, de 2012 à 2016 et la dernière de 2018 jusqu'en 2020. Les recharges séparant ces trois périodes s'étalent entre 2009 et 2011 ainsi qu'entre 2016 et 2018. Une recharge semble s'être amorcée en novembre 2020 avec les fortes pluies sur le littoral atlantique.

Les 15 années semblent avoir permis d'observer un cycle hydrogéologique complet ainsi qu'un en cours, notamment au niveau de Chalvet (2009-2015 et 2016-actuel). À ces variations s'ajoutent des fluctuations saisonnières avec les alternances SS-SP.

La chronique enregistrée à Rivière Falaise présente des fluctuations piézométriques beaucoup plus réactives aux précipitations que celles de Chalvet ; ce phénomène est particulièrement visible au pas de temps horaire. Ces réactions rapides résultent d'une part de la faible épaisseur de la zone non saturée et d'autre part, d'une recharge par la nappe d'accompagnement de la rivière en période de crue (Arnaud et al., 2012). La rivière Falaise à proximité constituerait localement l'exutoire de la nappe : les fluctuations du niveau piézométrique sont ainsi tamponnées par le niveau de la rivière.

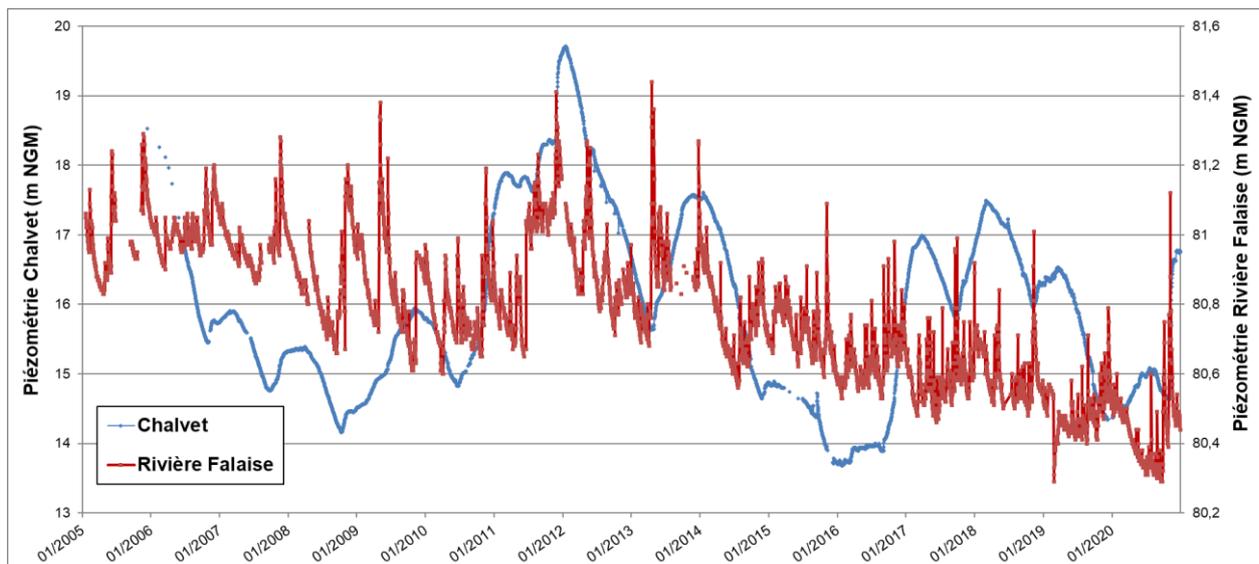


Illustration 26 - Chroniques piézométriques des forages Chalvet et Rivière Falaise au pas de temps journalier (janvier 2005 - décembre 2020)

En comparant les deux chroniques, le piézomètre de Rivière Falaise paraît impacté par des fluctuations pluriannuelles similaires à celles du piézomètre de Chalvet jusqu'en 2016, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les bassins d'alimentation de ces piézomètres sont en partie communs (cf. § suivant). Cette observation n'est plus aussi évidente pour le cycle en cours.

### 8.1.2. Pressions agricoles et contamination

L'étude réalisée en 2012 (cf. rapport BRGM/RP-61767-FR, Arnaud et al., 2012) a permis de proposer une ébauche des bassins d'alimentation des deux forages situés sur la commune de Basse Pointe (Illustration 27).

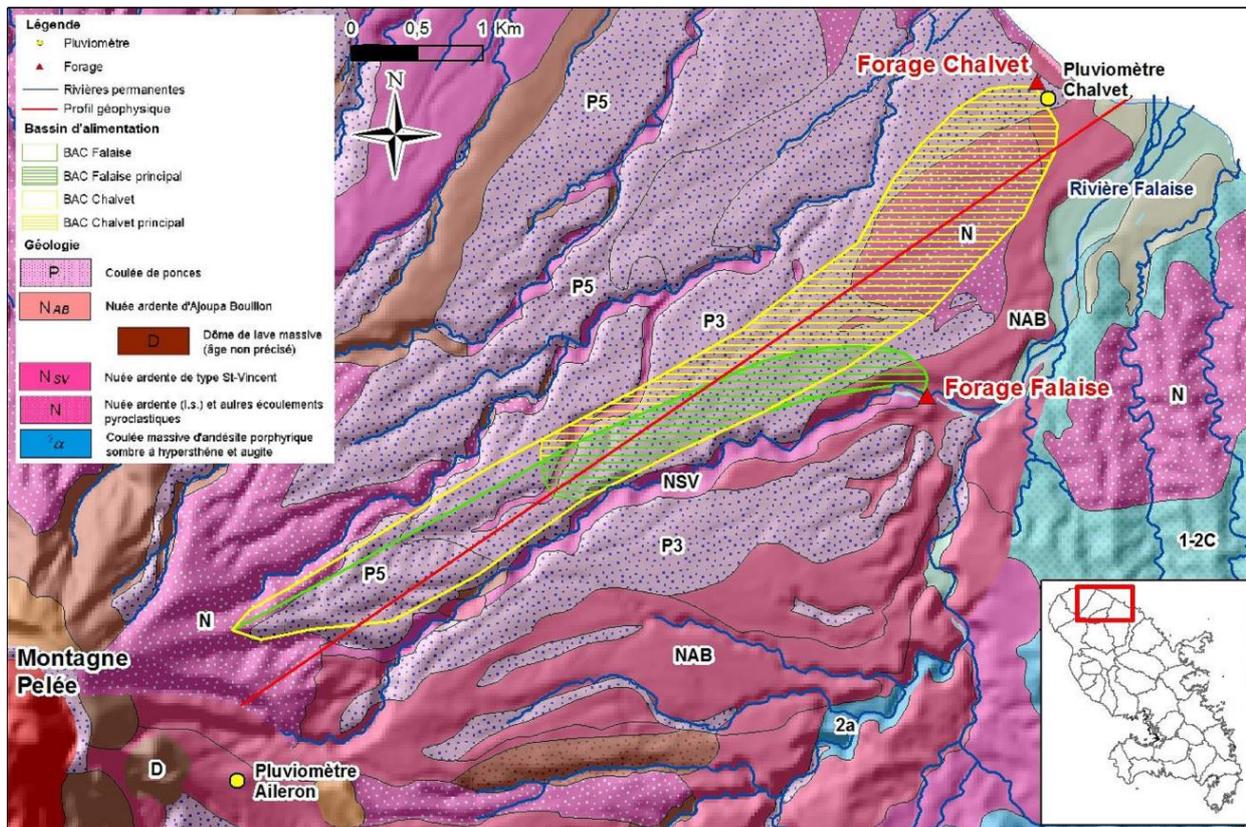


Illustration 27 - Délimitation approximative des bassins d'alimentation des forages Rivière Falaise et Chalvet (les zones hachurées correspondent aux principales zones de recharge) (Arnaud et al., 2013)

Cette étude a mis en avant l'altitude des zones principales de recharge qui sont comprises entre 30 et 350 m NGM pour le forage de Chalvet et entre 90 et 350 m NGM pour le piézomètre de Rivière Falaise. Ainsi, en considérant que la contribution de l'amont non contaminé est minime, la prédominance d'une recharge à des altitudes moyennes recouvertes de bananeraies expliquerait les fortes concentrations en pesticides et en nitrates mesurées sur les forages ; l'ouvrage de Chalvet étant davantage contaminé car drainant une zone fortement impactée à l'aval de Rivière Falaise.

L'Illustration 28 permet de schématiser le fonctionnement du bassin versant de Chalvet grâce à l'interprétation des données géophysiques TDEM (Time Domain ElectroMagnetism) hélicoptérées acquises en 2013 (Deparis et al., 2014). Elle met en évidence l'extension/épaisseur des formations aquifères.

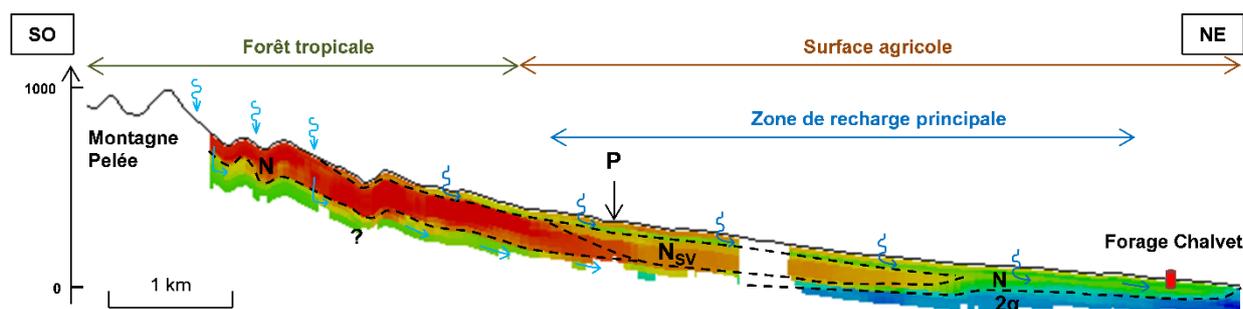


Illustration 28 - Coupe géophysique du bassin versant de Chalvet : formations aquifères des nuées ardentes (N) et ponces (P3 et P5, indiquées par un P) avec une zone non saturée (rouge/orange) et saturée (vert)

Les fortes concentrations en produits phytosanitaires mesurées sur les deux points proviennent de pesticides utilisés notamment dans la culture bananière et sont à ce jour interdits (Illustration 29) à l'exception des fongicides Métalaxyl et Propiconazole que l'on ne retrouve que sur la station aval de Chalvet.

Type	Molécules	Statut / Date d'interdiction	Concentrations moyennes à Chalvet	Concentrations moyennes à Rivière Falaise
Insecticide	Chlordécone (CLD)	1993	<b>1,747</b>	0,462
	Chlordécone 5B-hydro	métabolite CLD	0,035	0,035
	Chlordécol	métabolite CLD	<b>0,020</b>	0,016
	Dieldrine	1972	0,057	<b>0,165</b>
	Heptachlore époxyde	1973	0,006	0,008
	Beta HCH	métabolite Lindane	0,025	<b>0,029</b>
Herbicide	Amétryne	2003	<b>0,011</b>	
	Atrazine	2003	0,004	<b>0,013</b>
	Déisopropylatrazine	métabolite Atrazine		<b>0,014</b>
	Bromacil	2003	<b>0,852</b>	0,501
	Diuron	2008	<b>0,048</b>	0,027
	Hexazinon	2008	0,015	<b>0,043</b>
	Métolachlore	2003	0,012	<b>0,044</b>
	Métolachlore ESA	2003	<b>0,121</b>	0,099
	Métolachlore OXA	2003	<b>0,006</b>	
Monuron	1994	<b>0,052</b>		
Fongicide	Métalaxyl	Autorisé	<b>0,185</b>	
	Propiconazole	Autorisé	<b>0,397</b>	0,004

	Substance jamais quantifiée
	Une seule quantification
	<b>Concentration la plus forte des deux stations</b>
	*Les concentrations sont en µg/L

Illustration 29 - Concentration moyenne des molécules quantifiées dans les eaux souterraines à Chalvet et Rivière Falaise depuis le début du suivi mensuel en 2005

## 8.2. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX ET VARIABILITE TEMPORELLE

Les faciès hydrochimiques des deux forages et se trouvent à la limite de deux faciès majeurs. Chaque forage a une eau tendant vers l'un des deux :

- Bicarbonatée calcique et magnésienne pour Rivière Falaise ;
- Chlorurée et sulfatée, clacique et magnésienne pour Chalvet.

Les variations de la conductivité électrique restent modérées dans les deux forages, néanmoins les eaux de Chalvet présentent une moyenne de minéralisation plus importante que celle de Rivière Falaise (respectivement 423 contre 317  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C depuis le début du suivi).

L'illustration 30 montre une forte corrélation entre les variations de la conductivité à Chalvet et les concentrations en ions sodium et chlorures, ainsi qu'avec le niveau piézométrique.

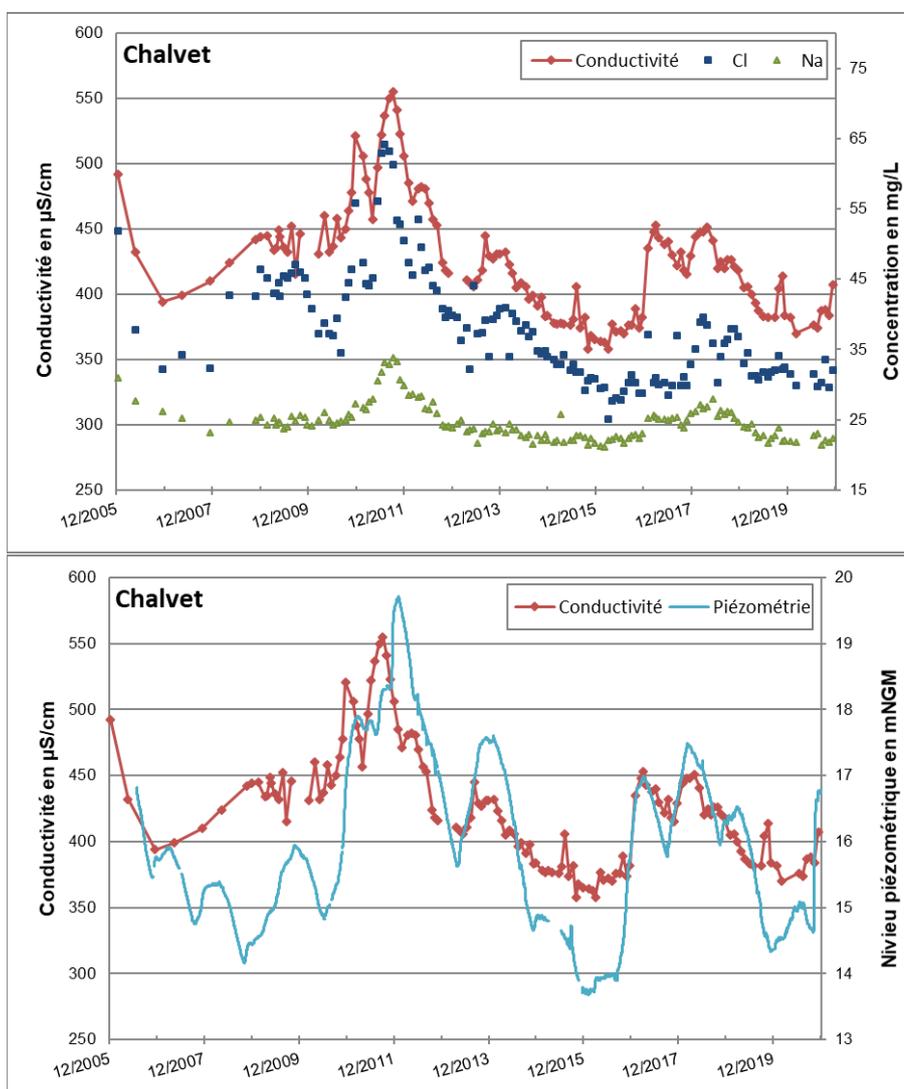


Illustration 30 - Évolution de la conductivité à Chalvet et des concentrations en sodium et chlorures (en haut) et de la piézométrie (en bas) à Chalvet

On observe également une corrélation entre la piézométrie et la conductivité au niveau du forage de Rivière Falaise (Illustration 31).

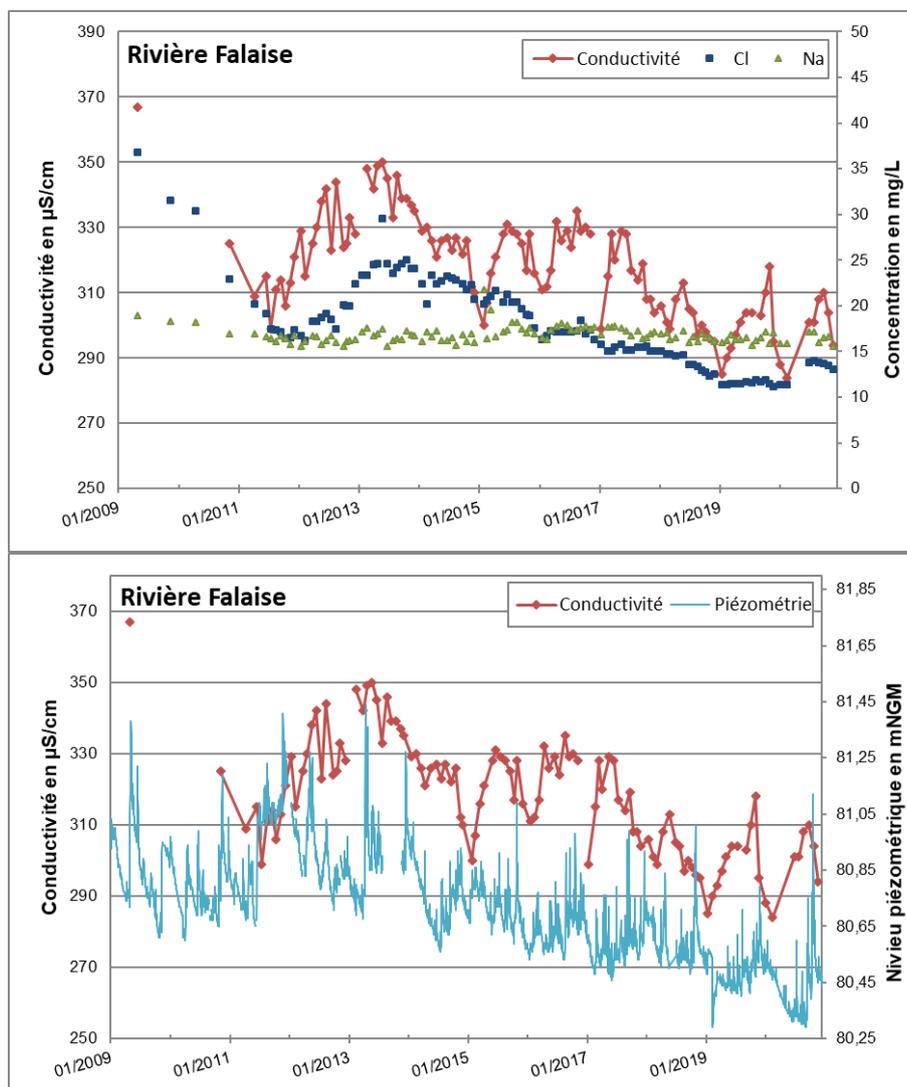


Illustration 31 - Évolution de la conductivité à Chalvet et des concentrations en sodium et chlorures (en haut) et de la piézométrie (en bas) à Rivière Falaise

L'illustration 32 met en relation l'évolution de la concentration en nitrates et celle de la piézométrie sur les deux stations suivies mensuellement.

Le point Chalvet semble connaître une corrélation entre les variations pluriannuelles du niveau piézométrique et la concentration en nitrates. Les hausses et baisses majeurs sont synchronisées avec les deux cycles observés précédemment cités. Ces variations ne semblent en revanche pas être corrélables avec les fluctuations piézométriques saisonnières, ce qui pourrait indiquer des relargages suivant les périodes sèches durant lesquelles les nitrates s'accumulent dans les sols.

On observe une forte réactivité pluviométrique entraînant des pics du niveau piézométrique et parfois des pics des concentrations en nitrates sur l'ouvrage de Rivière Falaise, notamment en 2013. De 2013 à 2016, on constate une baisse du niveau piézométrique moyen et des concentrations en nitrates qui atteignent des concentrations inférieures à 20 mg/L en 2018 et qui semblent se stabiliser autour de 12 mg/L en mars 2020.

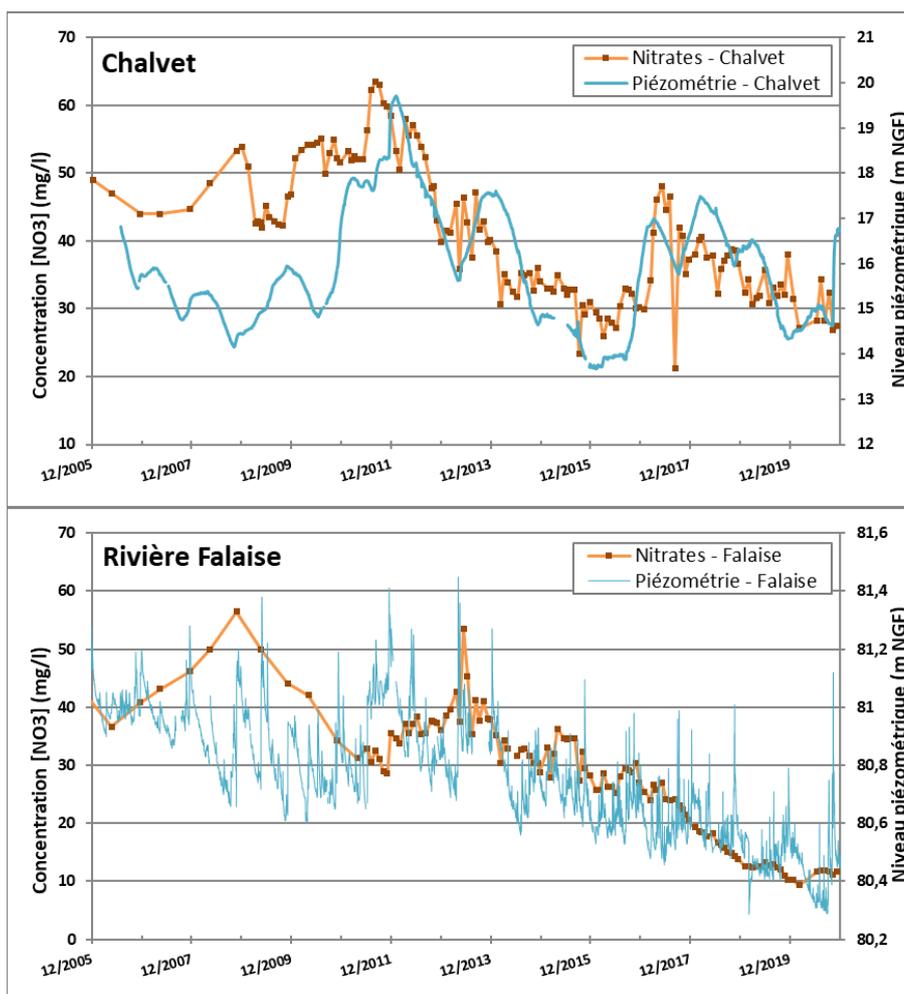


Illustration 32 – Fluctuations mensuelles des concentrations en nitrates et des niveaux piézométriques au niveau des forages de Chalvet et de Rivière Falaise

### 8.3. EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES

#### 8.3.1. Apport de la fréquence mensuelle par rapport au suivi semestriel

L'illustration 33 met en parallèle le suivi semestriel et le suivi mensuel de la chlordécone-5b-hydro pour le piézomètre de Rivière Falaise et du bêta HCH pour celui de Chalvet.

Comme cela a été souligné dans les rapports annuels précédents, le suivi semestriel écarte l'opportunité de mesurer des variations importantes pour différents paramètres analysés sur des périodes plus courtes. Plusieurs pics de concentrations non négligeables ne peuvent être mis en évidence avec seulement un prélèvement en hautes eaux et un en basses eaux. Le suivi mensuel, avec une densité plus importante de résultats, permet de mieux appréhender les fluctuations au cours de l'année, et ce, aussi bien sur Chalvet, que sur Rivière Falaise.

Le suivi mensuel apporte ainsi des indications sur la durée des pics de contamination et sa cinétique de disparition. Il apparaît donc indispensable à la compréhension des variations de concentrations mesurées et plus largement des processus de transfert des pesticides vers et dans les eaux souterraines.

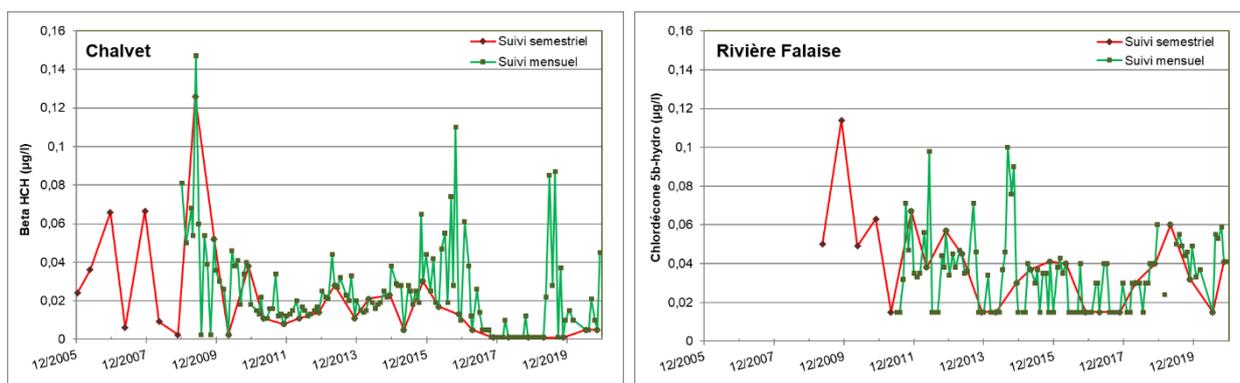


Illustration 33 - Évolution mensuelle et semestrielle des concentrations en beta HCH à Chalvet depuis décembre 2005 et des concentrations en chlordécone-5b-hydro à Rivière Falaise depuis avril 2009

### 8.3.2. Evolution des concentrations par substance

Les rapports annuels antérieurs ont mis en évidence des schémas d'évolution identiques pour certaines molécules, notamment l'hexazinone, le diuron, le métalaxyl et le propiconazole (Illustration 34).

Les données d'une année supplémentaire de suivi apportent des précisions complémentaires détaillées dans les deux points suivants.

#### a) Forage de Chalvet

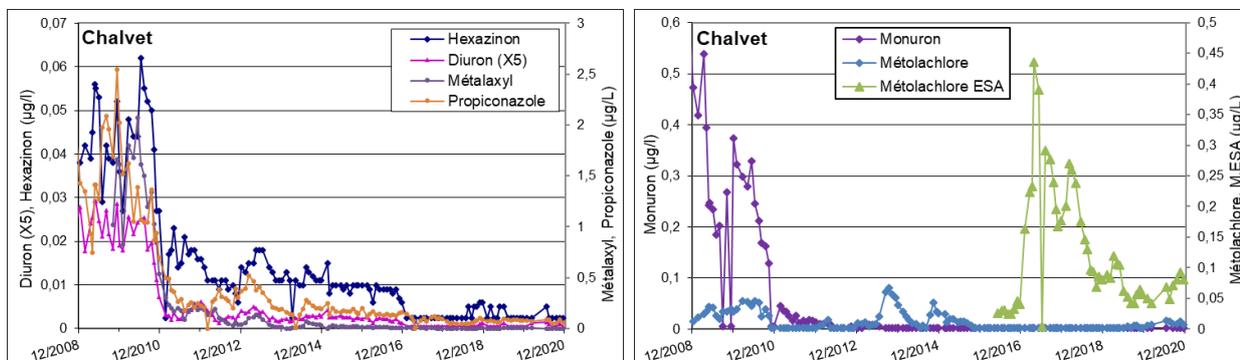
- Depuis le début de l'année 2011, les concentrations en différentes molécules phytosanitaires sont en forte baisse et ont tendance à se stabiliser : l'hexazinone, le diuron, le métalaxyl et le propiconazole. Ces deux derniers fongicides sont toujours autorisés (Illustration 34) ;
- L'hexazinone et le diuron sont interdits depuis 2008 ; en considérant une utilisation jusqu'à leur interdiction, compte-tenu de la diminution brutale de leur concentration début 2011, le temps de transfert serait d'environ 3 ans. Les valeurs d'hexazinone mesurées en 2018-2019 et 2020 sont des quantifications comprises dans l'incertitude de mesure ;

- Le Monuron, herbicide interdit depuis 1994 qui n'était quantifié que sur la station de Chalvet, a vu ses concentrations diminuer progressivement depuis fin 2010 jusqu'à ne plus être détecté depuis juillet 2011 (limite de quantification : 0,005 µg/L lors des deux dernières campagnes). En comparant les molécules de monuron et d'hexazinone, on observe une diminution simultanée en 2011 des concentrations pour les deux molécules avec une date d'interdiction espacée de 14 ans ;

On peut considérer que le maintien des concentrations élevées en monuron durant 17 ans (interdiction en 1994) pourrait être attribué à un temps de dégradation plus long. Différentes vitesses de dégradation dans la zone non saturée et/ou différentes zones d'épandage agricole peuvent en effet être à l'origine de ce temps de dégradation plus long ;

- L'année 2011 est aussi marquée par une chute des concentrations en métolachlore total (aussi appelé « métolachlore total » en laboratoire). Cet herbicide mélange les énantiomères R et S en proportions non définies. Le R-métolachlore a été interdit en 2003, et remplacé par le S-métolachlore. Tout comme pour le monuron, cette chute peut être attribuée à une persistance plus longue de cette molécule dans l'environnement. Plusieurs pics de concentration sont enregistrés en 2014 en 2015, et de 2019 à 2020 (quantification de cette molécule toujours en

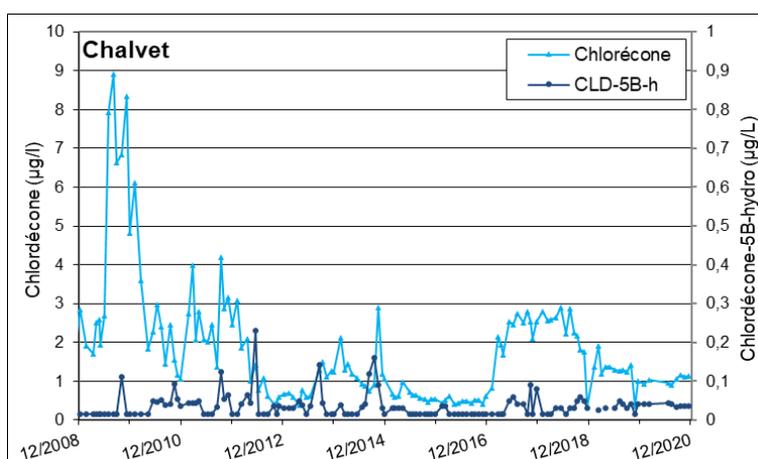
cours dans les dernières campagnes). Le métolachlore ESA (ou M-ESA), métabolite (sous-produit de dégradation) du métolachlore total et donc également du S-métolachlore, est analysé depuis 2015 et présente des concentrations élevées dont plusieurs pics à partir de 2016 suivis d'une baisse importante ;



\*Les valeurs inférieures à la LQ sont représentées comme égales à LQ/2

Illustration 34 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Chalvet pour différents produits phytosanitaires

- La chlordécone est un insecticide interdit en 1993 et retrouvé dans les deux ouvrages. Les plus fortes concentrations observées ont dépassé les 8 µg/L à deux reprises en 2009 et 2010. Après une baisse majeure et une série de pics de moindre ampleur, les concentrations semblent se stabiliser autour de 0,1 µg/L (Illustration 36) ;
- La chlordécone 5b-hydro, métabolite de la chlordécone, elle aussi, retrouvée au sein des deux ouvrages. Son évolution est présentée en Illustration 35 pour Chalvet. On observe une certaine concordance entre ces deux molécules : la concentration en chlordécone semble réagir avec une légère inertie (1 mois environ) par rapport à la concentration en chlordécone 5b-hydro. Les quantités semblent également liées puisque la concentration en CLD-5b-hydro passe en-dessous de la LQ (0,03 µg/l) lorsque celle en CLD descend également en-deçà d'un certain seuil se situant à environ 0,5 µg/L.



\*Les valeurs inférieures à la LQ sont représentées comme égales à LQ/2

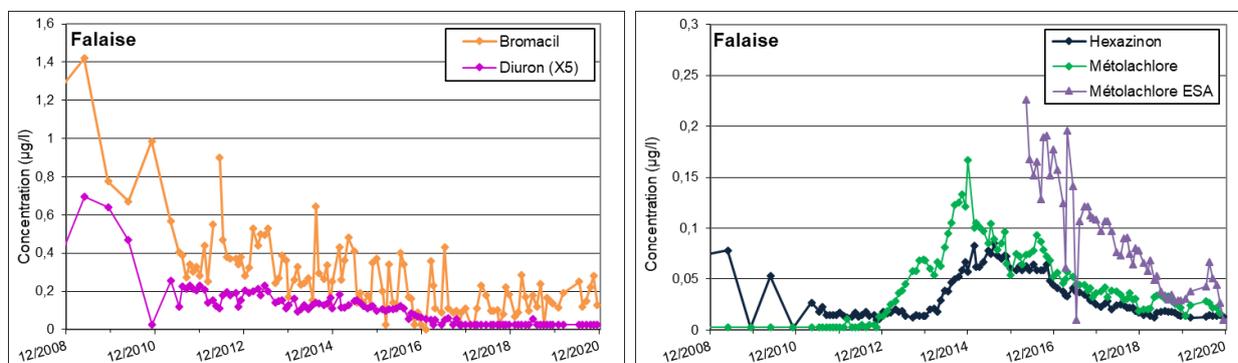
Illustration 35 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Chalvet pour la chlordécone et la chlordécone-5b-hydro

Les autres molécules suivent des évolutions de concentrations propres à chacune, leurs fluctuations sont représentées en Annexe 6.

## b) Forage de Rivière Falaise

Tout comme sur Chalvet, on peut constater les points suivants sur la station Rivière Falaise :

- Des similitudes de comportement des concentrations des substances telles que le diuron et le bromacil : elles ont tendance à diminuer depuis début 2011 (Illustration 36). Les concentrations en diuron ont atteint la limite de quantification en fin 2017 et ne l'ont dépassée qu'une fois en 2019 ;
- Le métolachlore total et l'hexazinone, tous deux interdits depuis respectivement 2003 et 2008, voient leurs concentrations ré-augmenter progressivement depuis 2013, avec un pic commun en février 2015. Depuis cette date, les concentrations de ces deux molécules ont tendance à diminuer et à se stabiliser autour de 0,03 µg/L (Illustration 36). Les pics situés en mi-2019 et fin 2020 laissent supposer une remobilisation de ces substances lors de la saison des pluies. La concentration du M-ESA semble être corrélée avec celle du métolachlore total avec une baisse régulière depuis le début du suivi. Les pratiques agricoles n'étant cependant pas connues dans le bassin versant du forage, il est difficile de savoir si le S-métolachlore est utilisé actuellement.



\*Les valeurs inférieures à la LQ sont représentées comme égales à LQ/2

Illustration 36 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Rivière Falaise pour différents pesticides

Les autres molécules suivent des évolutions de concentrations propres à chacune, leurs fluctuations sont représentées en Annexe 7.

## c) Comparaison des deux qualimètres

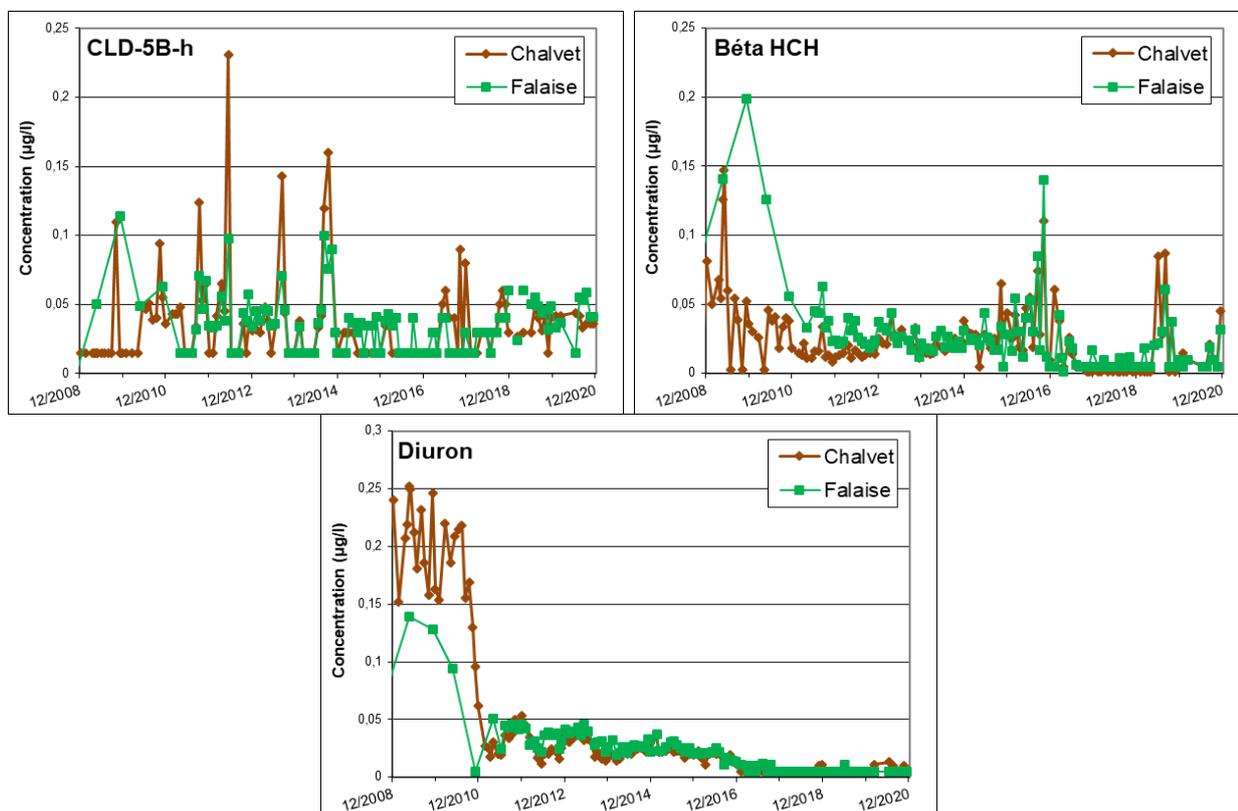
Le même exercice de comparaison des fluctuations mensuelles sur les 2 points suivis a été réalisé pour les 9 molécules communément détectées sur Chalvet et Rivière Falaise, à savoir la chlordécone, la chlordécone 5B-hydro, la dieldrine, l'heptachlore époxyde, l'hexazinone, le bêta HCH, le diuron, le métolachlore et le bromacil (cf. détail pour 7 molécules en Annexe 8) :

De grandes similitudes peuvent être observées sur les deux stations de Basse Pointe notamment pour la chlordécone 5b-hydro, le diuron et le bêta HCH présentés en Illustration 37.

- La chlordécone 5b-hydro suit la même allure tout au long du suivi avec des concentrations légèrement plus faibles à Rivière Falaise ;
- Le bêta HCH (interdit en 1998) présente un comportement similaire pour les deux ouvrages avec des concentrations légèrement plus élevées sur le qualimètre Rivière Falaise. Une légère augmentation des concentrations est notée à Rivière Falaise en 2016 avec un pic en octobre à 0,14 µg/L. Une chute brutale est observée à la fin de l'année 2016 et se poursuit

avec des concentrations inférieures à la limite de quantification jusqu'à une nouvelle hausse dans le deuxième semestre de 2019, et en décembre 2020 ;

- Les concentrations en diuron, interdit en 2008, chutent à partir de 2009 sur Rivière Falaise et fin 2010 sur Chalvet. Les concentrations mesurées connaissent de nouvelles hausses avec des pics synchrones en début 2012 et mi-2013 et sont en dessous de la limite de quantifications ou comprises dans l'incertitude de mesure depuis 2017 pour les deux points.

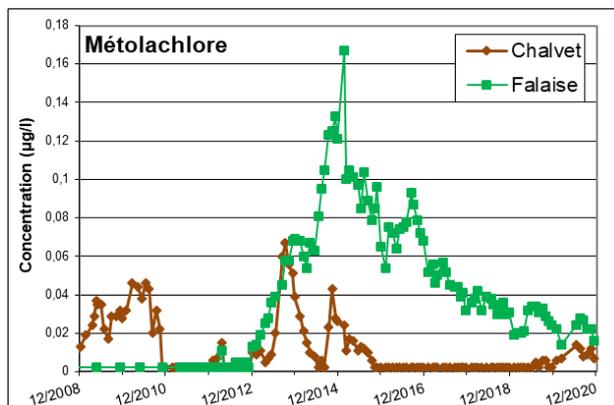


\*Les valeurs inférieures à la LQ sont représentées comme égales à LQ/2

Illustration 37 - Fluctuations mensuelles mesurées sur Chalvet et Rivière Falaise pour 3 molécules

L'illustration 38 montre un comparatif entre les deux stations de Basse Pointe pour le métolachlore (aussi appelé « métolachlore total » en laboratoire). Cet herbicide mélange les énantiomères R et S en proportions non définies. Le R-métolachlore a été interdit en 2003, et remplacé par le S-métolachlore. Le forage de Chalvet a été impacté sur la période allant de novembre 2008 à novembre 2010, puis par quatre nouveaux pics en 2012, 2013-2014, 2014-2015 et un dernier toujours en cours depuis la fin de l'année 2019.

A Rivière Falaise, les concentrations en métolachlore sont inférieures à la limite de quantification jusqu'en octobre 2012. Par la suite, des similitudes sont observables puisqu'en novembre 2013 on observe aussi un premier pic qui atteint 0,068 µg/L. Le second pic est observé en février 2015 avec 0,167 µg/L. Par la suite, on observe une diminution des concentrations pour atteindre environ 0,02 µg/l en fin 2019.



\*Les valeurs inférieures à la LQ sont représentées comme égales à LQ/2

Illustration 38 - Comparaison des fluctuations mensuelles sur Chalvet et Rivière Falaise pour le métolachlore

La présence de ces pics peut être due à la remobilisation des stocks présents dans les sols en raison du changement des pratiques agricoles (labour, zones d'épandage) ou à l'utilisation de S-métolachlore sur le bassin versant.

Les différences de fluctuations sont issues de l'interaction de plusieurs facteurs :

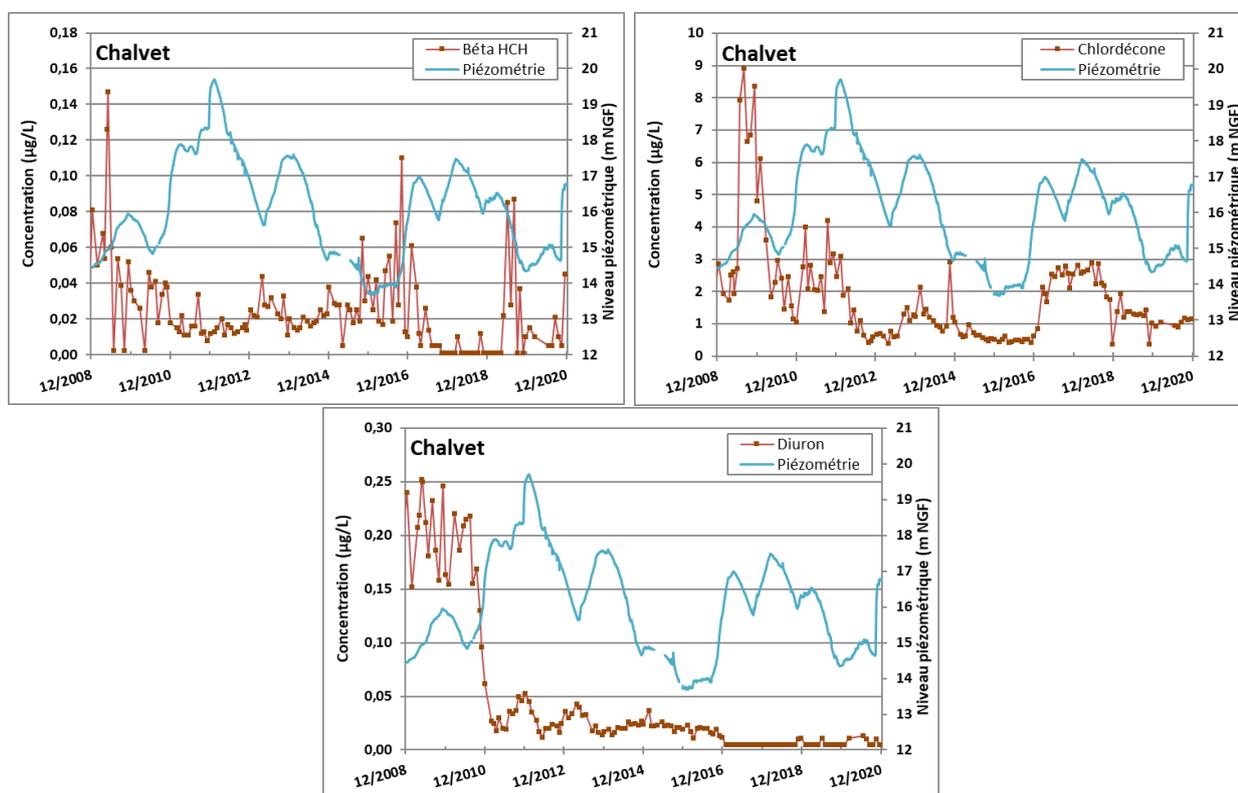
- Les propriétés physico-chimiques des molécules dictant leurs phénomènes d'adsorption et de dégradation ;
- L'historique des pratiques agricoles concernant l'application de chaque produit, bien souligné par les résultats obtenus puisque toutes les molécules d'usage récent sont mesurées avec des concentrations bien corrélées entre elles ;
- La nature des sols et des terrains constituant la zone non saturée, potentiellement variables sur le bassin d'alimentation du forage et pouvant jouer sur les modalités de transfert dans les eaux souterraines.

#### 8.4. RELATIONS ENTRE LA PIEZOMETRIE ET LES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES

La relation entre la piézométrie et les concentrations des pesticides au droit d'un forage varie selon les paramètres hydrodynamiques. Le cas de Chalvet et Rivière Falaise est présenté en Illustration 39. On remarque que :

- Le béta HCH montre des variations inverses au niveau piézométrique à Chalvet, les périodes de basses eaux correspondent aux concentrations les plus importantes en décembre 2008 (0,081 µg/L), mai 2009 (0,147 µg/L), octobre 2015 (0,065 µg/L), octobre 2016 (0,11 µg/L) et juin 2019 (0,085 µg/l). Un phénomène de dilution en hautes eaux est ainsi probable ;
- La chlordécone révèle à l'inverse des variations concordantes avec la piézométrie ;
- Au regard des fluctuations du diuron, il semblerait qu'à la suite de l'interdiction du pesticide en 2008, une baisse des concentrations dans les eaux souterraines se soit fait remarquer à partir de septembre 2010. Une augmentation des concentrations apparaît à la suite des périodes de basses eaux d'août 2011 et avril 2013. En 2016, alors que le piézomètre enregistre les valeurs les plus basses depuis le début de son suivi, les teneurs semblent s'être stabilisées autour de 0,017 µg/L. Cette stabilisation se poursuit malgré la recharge qui démarre en août 2016. Depuis 2017, les concentrations en diuron relevées sur la station Chalvet sont inférieures à la

LQ, à l'exception de quelques quantifications dans la marge d'incertitude réparties sur la période 2018-2020.



\*Les valeurs inférieures à la LQ sont représentées comme égales à LQ/2

Illustration 39 - Fluctuations des concentrations en pesticides et du niveau piézométrique au droit des forages de Chalvet

L'ensemble des relations piézométrie-pesticides sont présentées en Annexe 9 et Annexe 11.

## 8.5. AGE DES EAUX SOUTERRAINES ET CONTAMINATION PAR LES PESTICIDES

Les études menées précédemment ont permis de connaître l'âge moyen des eaux captées à Chalvet et à Rivière Falaise ainsi que la température et l'altitude moyenne de recharge des eaux. Ces informations ont été déterminées en analysant les isotopes stables de la molécule d'eau ; les résultats (cf. Arnaud et al., 2013) aboutissent à une température et une altitude moyenne de recharge identique pour les deux forages ( $T_{moy} = 25^{\circ}\text{C}$  ;  $alt_{moy} = 200 \text{ m NGM}$ ).

Compte-tenu des faibles variations constatées entre 2008 et 2012 pour le CFC-12, CFC-113 et SF<sub>6</sub>, la fréquence des analyses sur les deux stations du suivi mensuel est passée depuis 2013 à deux analyses annuelles en période de basses eaux et de hautes eaux.

Le traitement des données a abouti à une date moyenne de recharge de 2007 (en 2011) et 2008 (en 2012 et début 2013) pour Chalvet.

Les chroniques des concentrations en CFC et SF<sub>6</sub> sont présentées en Annexe 11.

## 8.6. CONCLUSIONS DU SUIVI MENSUEL

Le suivi de la piézométrie au niveau des deux forages montre une tendance générale à la baisse depuis le début du suivi, avec les plus bas niveaux enregistrés en SS 2016 pour Chalvet et SS 2020 pour Rivière Falaise. Le point Chalvet connaît 3 périodes de vidange majeures et les recharges associées, la dernière semblant d'être amorcée en novembre 2020. La durée des deux cycles enregistrés varie de 4 à 8 ans. Le point Rivière Falaise suit la même tendance générale avec cependant des variations saisonnières beaucoup plus sensibles aux précipitations, et des cycles dont la durée se rapproche de l'année.

Une baisse générale des concentrations des molécules phytosanitaires (diuron, hexazinone, métalaxyl, monuron et propiconazole) est observée depuis début 2011 à Chalvet. De plus, en 2018, trois de ces cinq molécules présentent majoritairement des concentrations inférieures à la limite de quantification. On note cependant la présence forte du métolachlore ESA ainsi qu'une réapparition notable et progressive du métolachlore total depuis 2019 probablement lié à l'usage du S-métolachlore autorisé sur la canne à sucre. Le métabolite de ces derniers, le métolachlore ESA, a connu ses plus fortes concentrations en 2017 avant une tendance générale à la baisse.

Sur le piézomètre de Rivière Falaise, les concentrations en bromacil et diuron diminuent également depuis 2011, tandis que l'hexazinone et le métolachlore voient leur concentration augmenter nettement entre 2013 et 2015. Depuis 2015, les concentrations de ces deux molécules tendent à baisser avec le métolachlore ESA analysé depuis 2015.

Le cas de la bêta HCH interroge, notamment avec les pics observés en fin 2019 et fin 2020, faisant suite à deux années de non-détection ou de concentrations proches de la LQ pour Chalvet ou des concentrations relativement faibles à Rivière Falaise.

Les données apportées par le suivi qualité mensuel permettent de révéler des fluctuations en paramètres organiques et inorganiques impossibles à supposer avec des résultats seulement biannuels. La poursuite de ce suivi est donc nécessaire à l'observation des transferts vers les eaux souterraines et du fonctionnement du bassin versant. Une étude consacrée spécifiquement à ce bassin versant, plus poussée des données sur les différents volets (hydrogéologie, hydrochimie, météorologie, concentrations en pesticides et datation) permettrait de comprendre les mécanismes de transfert et le fonctionnement de l'aquifère au droit des deux forages. Bien que les cultures dominantes dans ce bassin versant soient connues (essentiellement canne à sucre et la banane, nécessitant les substances actives de pesticides citées dans ce chapitre), il est nécessaire de réduire les incertitudes liées aux pratiques agricoles : concentrations et quantité de produits utilisés, secteurs et périodes d'épandages et rotations des cultures.



## 9. Conclusion

Les évaluations formulées dans cette étude se fondent sur les données du réseau de surveillance de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine ( « 0800000015 - FRJSOP - Surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique » dans le portail national ADES) ainsi que sur l'ensemble des données « qualité » disponibles, issu des réseaux (i) de contrôle de surveillance ( « 0800000016 - FRJSOS - Contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Martinique ») et (ii) de contrôle opérationnel ( « 0800000017 - FRJSOO - Contrôles opérationnels de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Martinique »).

L'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine repose sur l'analyse de chroniques piézométriques disposant d'une quinzaine d'années de suivi. À l'issue de cette expertise, l'ensemble des masses d'eau souterraine de Martinique apparaît comme étant en bon équilibre quantitatif compte tenu de l'évolution des niveaux piézométriques et de la très faible proportion des prélèvements d'eau souterraine par rapport à la recharge annuelle.

Les données acquises en 2020 permettent de baser l'évaluation de l'état qualitatif, comme recommandé par la DCE, sur un cycle de 6 ans soit de 2015 à 2020. Le suivi « qualité » semestriel permet de dénombrer 10 stations sur 21 en état qualitatif médiocre vis-à-vis de la DCE. De nouvelles molécules actives identifiées comme prioritaires dans le cadre de la révision des futurs programmes de surveillance ont été analysées et détectées depuis 2015 sur le réseau : les bisphénols A et S, le benzotriazole et le 4-nonylphénol-ramifié.

Les MESO liées aux stations classées comme étant de qualité médiocre sont les suivantes : Pelée-Est, Jacob-Est, Jacob-Centre, Vauclin-Pitault et Miocène. Les trois MESO restantes (Pelée-Ouest, Carbet et Trois-Ilets) ne présentent aucune station dégradée.

La poursuite du suivi mensuel sur deux stations reste essentielle pour compléter les données du suivi semestriel car il met en évidence de nouvelles informations sur les variations des produits phytosanitaires et sur leur transfert vers les eaux souterraines. Les fluctuations en certains pesticides peuvent être totalement différentes d'une station à l'autre mais révélaient globalement une tendance à la diminution des concentrations depuis l'année 2011. On observe cependant un retour de certaines molécules sous forme de pics depuis l'année 2019. Il est probable que les cycles pluriannuels des nappes jouent un rôle primordial sur les concentrations en pesticides mesurées dans les eaux souterraines, néanmoins, la validation de cette hypothèse nécessite de pérenniser l'acquisition de données sur le long terme et de connaître les pratiques agricoles annuelles, notamment en identifiant les pesticides encore utilisés aujourd'hui.



## 10. Bibliographie

Arnaud L., N. Baran, L. Gourcy, A.-L. Taïlamé, M. Senergues, 2012. Étude du transfert de la chlordécone vers les eaux souterraines en Martinique - Rapport BRGM/RP-61767-FR.

Arnaud L., Lanini S. (2014). Impact du changement climatique sur les ressources en eau de Martinique. Rapport BRGM/RP-62676-FR.

Arnaud L., Senergues M., Devau N., 2013. Étude détaillée du fond géochimique des eaux souterraines de Martinique. Rapport BRGM/RP-62886-FR.

Arnaud L., Tailame A.-L., 2012. Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – Rapport annuel 2011. Rapport BRGM/RP-61283-FR.

Arnaud L., Tailame A.-L., 2011. Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – Rapport annuel 2010. Rapport BRGM/RP-60232-FR.

Arnaud L., Wiart N., 2010. Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison des pluies 2009. Evaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine. Rapport BRGM/RP-58761-FR.

Baran N., Mouvet C., Négrel P., 2007. Hydrodynamic and geochemical constraints on pesticide concentrations in the groundwater of an agricultural catchment (Brévilles, France). *Environmental Pollution*, 148,729-738.

Baran N., Gutierrez A., Lopez B., Surdyk N., Gourcy L., 2011. Transfert de nitrates à l'échelle du bassin d'alimentation de captages d'eau souterraine du bassin Loire-Bretagne : modélisation et datation. Rapport BRGM/RP-60280-FR.

Bocquené G., Franco A., 2005. Pesticide contamination of the coastline of Martinique. *Marine Pollution Bulletin*, 51: 612-619.

Busenberg, E., Plummer, L.N., 1992. Use of Chlorofluoromethanes (CCl<sub>3</sub>F and CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) as hydrologic tracers and age-dating tools: Example- The alluvium and terrace system of Central Oklahoma, *Water Resources Research*, 28: 2257-2283.

Brenot A., Vittecoq B., Négrel P., Mardhel V., 2008. Système d'information sur les eaux souterraines de Martinique : Caractérisations physico-chimique naturelle des eaux souterraines. Rapport BRGM/RP-56266-FR.

Charlier J.-B., Arnaud L., Ducreux L., Dewandel B. (2014) - 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.

De Béchillon M., Arnaud L., 2011. Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison des pluies 2010. Evaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine. Rapport BRGM/RP-60014-FR.

Deparis J., Reninger P.-A., Perrin J., Martelet G., J.-C. Audru, 2014. Acquisition géophysique hélicoptérée de la Martinique. Rapport BRGM/RP-62428-FR.

Desprats J-F., 2010. Conception et mise en place d'un SIG sur la contamination des sols de Guadeloupe et Martinique par la Chlordécone – phase 1. Rapport BRGM/RP-58769-FR.

Desprats J-F, Amalric L., Bristeau S., Pierre-Léandre C., Ovarbury T., Nascimento L. 2018. Cartographie des teneurs en chlordécone dans des sols en zones périurbaines non agricoles de Martinique, action 3 du PNACIII. Rapport BRGM/RP-68074-FR.

Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine. (2018). Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire-Direction de l'eau et de la biodiversité.

Gourcy L., L. Arnaud, Taïlamé A.-L., 2013. Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – Rapport annuel 2012 Rapport BRGM/RP-62635-FR.

Gourcy L., Baran N., Vittecoq B., 2009. Improving the knowledge of pesticide and nitrate transfer processes using age dating tools (CFC, SF<sub>6</sub>, <sup>3</sup>H) in a volcanic island. *Journal of Contaminant Hydrology*, 108(3-4), 107-117

IAEA, 2006. Use of Chlorofluorocarbons in hydrology: A guidebook. STI/PUB 1238, IAEA, Vienna.277p.

Koh D.C, Plummer L.N., Solomon K., Busenberg E., Kim Y-J., Chang H.W., 2006. Application of environmental tracers to mixing, evolution, and nitrate contamination of groundwater in Jeju Island, Korea. *Journal of Hydrology* 327: 258-275.

Lions J., Allier D., Pinson S., Vittecoq B., 2008. Identification des zones à risque élevé dans les cours d'eau et les eaux souterraines en Martinique. Rapport BRGM-RP-56748-FR.

Lopez B., Laurent A., Ghestem J.P. *et al.*, 2013. Recherche de contaminants organiques dans les eaux souterraines des DOM – Synthèse des travaux 2012-2013. Rapport BRGM/RP-62810-FR.

MacCarthy R.L., Bower F.A., Jesson J.P., 1977. The fluorocarbon-ozone theory, 1. Production and release – world production and release of CCl<sub>3</sub>F and CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (fluorocarbons 11 and 12) through 1975. *Atmospheric Environment*, 11, 491-497.

Miller B.R., Huang J., Wang R.H.J., Hartley D.E., Harth C., Steele L.P., Sturrock G., Midgley P.M., McCulloch A., 2000 A History of Chemically and Radiatively Important Gases in Air deduced from ALE/GAGE/AGAGE, *Journal of Geophysical Research*, 105: 17751-17792.

Nascimento L., Taïlamé A.-L. – Evaluation de l'état des masses d'eau souterraine de la Martinique – Approche DCE – Rapport annuel 2016. Rapport BRGM/RP-66925-FR.

Nascimento L., Taïlamé A.-L., 2017. Evaluation de l'état des masses d'eau souterraine de la Martinique – Approche DCE – Rapport annuel 2016. Rapport BRGM/RP-66925-FR.

Nascimento L., 2019 – Evaluation de l'état des masses d'eau souterraine de la Martinique – Méthodologie DCE – Rapport annuel 2018. Rapport BRGM/RP-68693-FR.

Perez J., Taïlamé A.-L. (2020) – Evaluation de l'état des masses d'eau souterraine de la Martinique – Méthodologie DCE – Rapport annuel 2019. Rapport BRGM/RP-69878-FR.

Pinson S., Vittecoq B., Allier D., Mardhel V., 2008. Système d'information sur les eaux souterraines de Martinique : synthèse cartographique. Rapport BRGM/RP-56242-FR.

Prinn R.G., Weiss R.F., Fraser P.J., Simmonds P.G., Cunnold D.M., Alyea F.N., O'Doherty S., Salameh P. Schultz, T.R., Randall, J.H., Wilson, L.G., Davis, S.N., 1976 Tracing sewage effluent recharge – Tucson, Arizona. *Groundwater*, 14: 463-470.

Senergues. M., Taïlamé A.-L., 2012. Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2012 - Rapport BRGM/RP-61610-FR.

Taïlamé. A.-L., 2016. Réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique – Rapport de gestion 2015, rapport BRGM/RP-65513-FR.

Taïlamé A.-L., 2017. Révision de la délimitation des masses d'eau souterraine de Martinique. Rapport BRGM/RP-66466-FR.

Taïlamé A.-L., Subra P., 2015. Evaluation de l'état des masses d'eau souterraine de la Martinique – Approche DCE – Rapport annuel 2014. Rapport BRGM/RP-65124-FR.

Taïlamé A.-L., Verbièse G., 2016. Evaluation de l'état des masses d'eau souterraine de la Martinique – Approche DCE – Rapport annuel 2015. Rapport BRGM/RP-65851-FR

Tesoriero A.J., Saad D.A., Burow K.R., Frick E.A., Puckett L.J., Barbarsh J.E., 2007. Linking ground-water age and chemistry data along flow paths: implications for trends and transformations of nitrate and pesticides. *Journal of Contaminant Hydrology*, 94: 139-155.

Verbièse. G, Taïlamé A.-L., 2017. Réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines du bassin Martinique – Rapport de gestion 2016, rapport BRGM/RP-66743-FR.

Vittecoq B., 2006. Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique, conforme aux prescriptions de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport BRGM/RP-55098-FR.

Vittecoq B., Gourcy L., Baran N., 2007. Datation des eaux souterraines de Martinique par l'analyse conjointe des CFC, SF6 et tritium et relation avec les concentrations en nitrates et produits phytosanitaires. Rapport final BRGM/RP-55844-FR.

Vittecoq B., Lachassagne P., Lanini S., Ladouche B., Marechal J.C., Petit V., 2007. Elaboration d'un système d'information sur les eaux souterraines de la Martinique : identification et caractérisations quantitatives. Rapport BRGM/RP-55099-FR.

Warner K.L., Morrow W.S., 2007. Pesticide and transformation product detections and age-dating relations from till and sand deposits. *Journal of American Water*.

## TEXTES RÉGLEMENTAIRES

**ARRÊTÉ du 11 janvier 2007** relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

**ARRÊTÉ du 17 décembre 2008** établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.

**ARRÊTÉ du 27 janvier 2009** modifiant l'arrêté du 17 mars 2006 relatif au contenu des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux.

**ARRÊTÉ du 12 janvier 2010** relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R.212-3 du code de l'environnement.

**ARRÊTÉ du 25 janvier 2010** établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R.212-22 du code de l'environnement.

**ARRÊTÉ du 2 juillet 2012** modifiant l'arrêté du 17 décembre 2008 relatif aux critères d'évaluation et aux modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.

**ARRÊTÉ du 7 août 2015** modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement.

**Code de la Santé Publique**, livre III, titre II, chapitre 1er Eaux potables.

**DÉCRET n° 2005-475 du 16 mai 2005** relatif aux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux.

**DIRECTIVE 98/83/CE** du conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

**DIRECTIVE 2000/60/CE (DCE)** du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

**DIRECTIVE 2006/118/CE (GWD)** du parlement européen et du conseil du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

**DIRECTIVE 2009/90/CE DE LA COMMISSION** DU 31 juillet 2009 établissant, conformément à la Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, des spécifications techniques pour l'analyse chimique et la surveillance de l'état des eaux.

**Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines** (Juillet 2019)

## **Annexe 1**

### **Liste des paramètres analysés et laboratoires respectifs**



<b>Paramètres inorganiques</b>			
<b>Laboratoire BRGM DEPA Orléans</b>			
<b>Code Sandre</b>	<b>Paramètre</b>	<b>LQ</b>	<b>Unité</b>
1084	Cyanures libres	0,01	mg/L
1327	HCO <sub>3</sub> (Hydrogénocarbonates)	10	mg/L
1328	CO <sub>3</sub> (Carbonates)	10	mg/L
1335	NH <sub>4</sub> (Ammonium)	0,05	mg/L
1337	Cl <sup>-</sup> (Chlorure)	0,5	mg/L
1338	SO <sub>4</sub> (Sulfates)	0,50	mg/L
1339	NO <sub>2</sub> (Nitrites)	0,01	mg/L
1340	NO <sub>3</sub> (Nitrates)	0,5	mg/L
1347	Titre Alcalimétrique Complet	0,05	meq/L
1350	Phosphore total	0,05	mg/L
1367	K (Potassium)	0,5	mg/L
1369	As (Arsenic)	0,05	µg/L
1370	Al (Aluminium)	0,5	µg/L
1372	Mg (Magnésium)	0,5	mg/L
1374	Ca (Calcium)	0,5	mg/L
1375	Na (Sodium)	0,5	mg/L
1376	Sb (Antimoine)	0,05	µg/L
1383	Zn (Zinc)	0,5	µg/L
1385	Se (Sélénium)	0,1	µg/L
1389	Cr (Chrome)	0,1	µg/L
1390	Cyanures totaux	0,01	mg/L
1392	Cu (Cuivre)	0,1	µg/L
1393	Fe (Fer)	0,02	mg/L
1394	Mn (Manganèse)	0,1	µg/L
1394	Mn (Manganèse)	0,1	µg/L
1396	Ba (Baryum)	0,05	µg/L
1433	PO <sub>4</sub> (Phosphates)	0,1	mg/L
1841	Carbone Organique Total	0,5	mg/L
6219	ClO <sub>4</sub> (Perchlorates)	0,5	µg/L
7073	F <sup>-</sup> (Fluorure)	0,1	mg/L

<b>Paramètres inorganiques</b>			
<b>Laboratoire LDA26 La Drôme</b>			
<b>Code sandre</b>	<b>Paramètre</b>	<b>LQ</b>	<b>Unité</b>
1348	Silice totale	0,05	mg/L
1398	Chlore libre	0,05	mg/L
1399	Chlore total	0,05	mg/L
5429	Si (Silicium)	0,03	mg/L

<b>Paramètres organiques</b>			
<b>Laboratoire BRGM DEPA Orléans</b>			
<b>Code Sandre</b>	<b>Paramètre</b>	<b>LQ</b>	<b>Unité</b>
1104	Amétryne	0,005	µg/L
1107	Atrazine	0,005	µg/L
1108	Déséthylatrazine	0,005	µg/L
1109	Désisopropylatrazine	0,005	µg/L
1136	Chlortoluron	0,005	µg/L
1177	Diuron	0,01	µg/L
1209	Linuron	0,005	µg/L
1216	Méthabenzthiazuron	0,005	µg/L
1221	Métolachlore	0,005	µg/L
1222	Métoxuron	0,005	µg/L
1227	Monolinuron	0,005	µg/L
1228	Monuron	0,005	µg/L
1253	Prochloraze	0,005	µg/L
1257	Propiconazole	0,005	µg/L
1263	Simazine	0,005	µg/L
1268	Terbutylazine	0,005	µg/L
1359	Cyprodinil	0,005	µg/L
1405	Hexaconazole	0,005	µg/L
1414	Propyzamide	0,005	µg/L
1506	Glyphosate	0,03	µg/L
1670	Métazachlore	0,005	µg/L
1673	Hexazinone	0,005	µg/L
1694	Tébuconazole	0,005	µg/L
1706	Métalaxyl	0,005	µg/L
1744	Epoxiconazole	0,005	µg/L
1830	DEDIA	0,05	µg/L
1866	Chlordecone	0,03	µg/L
1877	Imidaclopride	0,01	µg/L
1903	Acétochlore	0,005	µg/L
1907	AMPA	0,03	µg/L
1911	Imazaméthabenz methyl	0,005	µg/L
1951	Azoxystrobine	0,005	µg/L
2766	Bisphénol A	0,05	µg/L
2847	Isoproturon-2CH3	0,01	µg/L
5296	Carbamazépine	0,02	µg/L
5349	Diclofénac	0,01	µg/L
5350	Ibuprofène	0,05	µg/L
5353	Kétoprofène	0,02	µg/L
5354	Paracétamol	0,05	µg/L
5356	Sulfaméthoxazole	0,02	µg/L
5430	Triclosan	0,02	µg/L
5526	Boscalide	0,02	µg/L
6577	Chlordecone 5B-Hydro	0,03	µg/L
6660	Tolytriazole	0,02	µg/L
6853	Métolachlore oxanilique acide	0,02	µg/L
6854	Métolachlore éthane sulfonique	0,02	µg/L
7527	Chlordecol	0,03	µg/L
7543	Benzotriazole	0,02	µg/L
7594	Bisphénol S	0,01	µg/L

<b>Paramètres organiques</b>			
<b>Laboratoire LDA26 La Drôme</b>			
<b>Code Sandre</b>	<b>Paramètre</b>	<b>LQ</b>	<b>Unité</b>
1113	Bentazone	0,02	µg/L
1129	Carbendazime	0,02	µg/L
1141	2,4-D	0,02	µg/L
1143	2,4' DDD	0,005	µg/L
1173	Dieldrine	0,01	µg/L
1190	Fenthion	0,04	µg/L
1200	HCH Alpha	0,01	µg/L
1201	HCH Beta	0,01	µg/L
1202	HCH Delta	0,01	µg/L
1203	HCH Gamma (Lindane)	0,01	µg/L
1212	2,4-MCPA	0,02	µg/L
1214	Mecoprop	0,02	µg/L
1464	Chlorfenvinphos	0,02	µg/L
1511	Méthoxychlore	0,02	µg/L
1676	Flufénoxuron	0,02	µg/L
1686	Bromacil	0,03	µg/L
1704	Imazail	0,02	µg/L
1749	Heptachlore Endo Epoxyde	0,01	µg/L
1832	(Hydroxyatrazine (2 Hydroxy))	0,05	µg/L
1954	Hydroxyterbutylazine	0,05	µg/L
1958	4 Nonylphénols Ramifiés	0,04	µg/L
1965	Asulam	0,02	µg/L
2046	HCH Epsilon	0,01	µg/L
2076	Mésotrione	0,01	µg/L
3159	Desethyl-Atrazine-2-Hydroxy (DEA 2 Hydroxy)	0,01	µg/L
5347	Perfluorooctanoïque ACID (PFOA)	0,1	µg/L
5977	Perfluoroheptanoic Acid (PFHPA)	0,5	µg/L
5978	Perfluorohexanoic Acid (PFHXA)	0,1	µg/L
6550	Acide perfluorodécane sulfonique (PFDS)	0,1	µg/L
6560	Acide sulfonique de perfluorooctane (AS PFOS)	0,1	µg/L
6616	DEHP (Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate)	1	µg/L
6830	Perfluorohexanesulfonate Potassium (PFHxS)	0,1	µg/L

<b>Paramètres In Situ</b>	
<b>Code Sandre</b>	<b>Paramètre</b>
1301	Température
1302	pH
1303	Conductivité (25°)
1311	O2 dissous
1312	taux de saturation en O2
1330	Potentiel redox

<b>Analyses spécifiques</b>	
<b>Spurestofflabor</b>	
<b>Paramètre</b>	
CFC-11	
CFC-12	
CFC-113	
SF6	

## **Annexe 2**

# **Produits phytosanitaires détectés sur le réseau qualitatif de Martinique**



Type	Molécules	Statut / Date d'interdiction	Usages connus
Insecticides	Aldrine	1994	Divers
	Asulam	2012	Canne à sucre
	Chlordécone (CLD) Chlordécone 5B-hydro Chlordécol	1993 métabolite CLD métabolite CLD	Banane
	Chlorfenvinphos	2007	
	Dieldrine	1972	Divers
	Fenthion	2004	Agriculture, Maraîchage
	Flufenoxuron	2012	
	Heptachlore époxyde	1973	
	Imidaclopride	Partiellement autorisé	Agriculture (interdit), animaux domestiques (autorisé)
	Lindane (Gamma HCH) Alpha HCH Beta HCH Epsilon HCH	1998 métabolite Lindane métabolite Lindane métabolite Lindane	Divers
	Propoxur	2010	Divers
	2,4 D	Autorisé	Canne à sucre, ZNA
Herbicides	Amétryne	2003	Ananas, banane, canne à sucre
	Atrazine Déisopropylatrazine Déséthyl atrazine-2-hydroxy	2003 métabolite Atrazine métabolite Atrazine	Divers
	Bromacil	2003	Agrumes, ananas, ZNA
	Diuron	2008	Ananas, banane, canne à sucre, ZNA
	Glyphosate AMPA	Autorisé métabolite Glyphosate	Banane, maraîchage, ZNA
	Glufosinate d'ammonium	Autorisé	Banane, maraîchage, ZNA
	Hexazinon	2008	Canne à sucre
	Imazaméthabenz méthyle	2006	
	Isoproturon 2CH3	Autorisé	Grandes cultures
	Linuron	Autorisé	Maraîchage
	Mécoprop	Autorisé	Gazon
	Métolachlore (total, R+S) Métolachlor ESA Métolachlor OXA	2003 (énantiomère R, S toujours autorisée) métabolite Métolachlore métabolite Métolachlore	Canne à sucre
	Métoxuron	2007	
	Monuron	1994	Canne à sucre
	Mono-linuron Terbutylazine Hydroxyterbutylazine	1988 2004 métabolite Terbutylazine	Vigne
Fongicides	Biphényl	1987	
	Carbendazime	2008	Multiples cultures, ZNA
	Congénère 138	1987	
	Métalaxyl	Autorisé	Maraîchage
	Propiconazole	Autorisé	Banane
	Imazalil	Autorisé	Agrume, banane
	Tébuconazole	Autorisé	Maraîchage
Triclocarban	2010	Divers	
Nématicide	Aldicarbe	2007	Banane, divers
Autres	Piperonyl butoxide	Autorisé	Divers

\*ZNA : zone non-agricole



## **Annexe 3**

# **Résultats d'analyses en molécules actives du réseau qualitatif de Martinique sur la période 2015-2020**



Masse d'eau	n° BSS	Commune	Lieu dit	Molécule	[] SS 2015	[] SP 2015	Moyenne [] 2015	[] SS 2016	[] SP 2016	Moyenne [] 2016	[] SS 2017	[] SP 2017	Moyenne [] 2017	[] SS 2018	[] SP 2018	Moyenne [] 2018	[] SS 2019	[] SP 2019	Moyenne [] 2019	[] SS 2020	[] SP 2020	Moyenne [] 2020		
Pelee-Est	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	Caféine	0,022	0,705	0,364	0,017	0,010	0,014	0,964	2,265	1,565	0,291	0,65	0,4705	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,025		
				Benzotriazole	0,019	0,005	0,012	0,017	0,010	0,014	0,964	2,265	1,565	0,291	0,65	0,4705	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,025		
				Bisphenol A	0,548	0,042	0,295	2,603	0,476	1,540	0,964	2,265	1,565	0,291	0,65	0,4705	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,025		
				Methylparaben	0,038	0,005	0,022				0,850	0,141	0,496	0,05	0,15	0,10	0,15	0,15	0,15	0,02	0,02	0,02		
	1166ZZ0020	Basse Pointe	Hauteurs Bourdon	Caféine	0,180	0,029	0,105											0,024	0,01	0,017				
				Benzotriazole	0,005	0,005	0,005	0,010	0,010	0,010									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
				Bisphenol A	0,050	0,099	0,075	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	0,0375
				Methylparaben	0,011	0,005	0,008																	
	1166ZZ0023	Macouba	Nord Plage	Caféine	0,202	0,010	0,106											0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
				Benzotriazole	0,005	0,005	0,005	0,010	0,010	0,010									0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
				Bisphenol A	0,010	0,027	0,019	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	0,0375
				Methylparaben	0,011	0,005	0,008																	
1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	Caféine	3,820	0,023	1,922	1,657	0,673	1,165	0,243	1,389	0,816	0,215	0,348	0,282	0,025	0,025	0,025	0,025	0,725	1,93	1,3275		
			Benzotriazole	0,051	0,013	0,032	0,016	0,010	0,013								0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	
			Bisphenol S	0,062	0,005	0,034											0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	
			Methylparaben	0,062	0,005	0,034											0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	
Pelee-Ouest	1167ZZ0045	Saint Pierre	CDST	Benzotriazole	0,049	0,005	0,027	0,071	0,010	0,041							0,01	0,01	0,01	0,01	0,092	0,051		
				Bisphenol A	59,600	8,190	33,895	8,731	3,052	5,892	0,819	1,821	1,320	0,402	2,550	1,476	0,025	0,156	0,0905	0,572	0,025	0,2985		
				Methylparaben	0,256	0,005	0,131																	
				4-nonylphenol ramifié							0,800	0,182	0,491	0,05	0,15	0,10	0,15	0,15	0,331	0,2405	0,02	0,02	0,02	
	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	Caféine	0,353	0,103	0,228											0,189	0,81	0,4995				
				Benzotriazole	4,420	3,620	4,020	0,591	10,000	5,296									2,95	2,376	2,663			
				Bisphenol A	0,234	0,046	0,140	0,025	0,025	0,025	0,067	0,025	0,046	0,025	0,025	0,025	0,025	0,084	0,025	0,0545				
				DEHP	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	16,8	0,500	8,65			
	1169ZZ0184	Marigot	Anse Charpentier 2	Caféine	0,014	0,005	0,010											0,01	0,01	0,01	0,031	0,01	0,0205	
				Benzotriazole	0,028	0,037	0,033	0,568	0,342	0,455									0,034	0,034	0,034	0,01	0,01	0,0205
				Bisphenol A	1,700	9,150	5,425	5,257	1,752	3,505	0,651	1,303	0,977	0,422	0,538	0,480	0,025	0,069	0,047	1,04	0,059	0,5495		
				Methylparaben	0,033	0,005	0,019																	
Jacob-Est	1175ZZ0190	Trinité	Bassignac	Benzotriazole	0,020	0,005	0,013	0,010	0,010	0,010							0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
				Bisphenol A	4,310	5,520	4,915	2,318	2,510	2,414	0,614	2,532	1,573	0,557	1,030	0,794	0,025	0,064	0,0445	1,51	0,059	0,7845		
				Methylparaben	0,047	0,005	0,026																	
				4-nonylphenol ramifié							0,770	0,116	0,443	0,05	0,15	0,10	0,15	0,15	0,15	0,02	0,02	0,02		
	1169ZZ0084	Lorrain	Fond Brulé	Caféine	0,085	0,010	0,048											0,01	0,01	0,01				
				Benzotriazole	0,151	0,005	0,078	0,014	0,010	0,012									0,01	0,01	0,01	0,061	0,01	0,0355
				Bisphenol A	3,190	5,120	4,155	4,282	0,569	2,426	0,209	1,513	0,861	0,220	0,352	0,286	0,025	0,025	0,025	0,61	0,057	0,3335		
				Methylparaben	0,029	0,005	0,017																	
	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli	Caféine	0,039	0,010	0,025											0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	
				Benzotriazole	0,044	0,031	0,038	0,017	0,010	0,014									0,01	0,107	0,0585	1,233	0,068	0,6505
				Bisphenol A	17,300	12,700	15,000	1,931	0,612	1,272	0,291	1,710	1,001	0,326	0,601	0,464	0,025	0,025	0,025	0,806	0,025	0,4155		
				Methylparaben	0,190	0,005	0,098																	
1175ZZ0153	Trinité	Morne Figue	Caféine	0,026	0,032	0,029											0,01	0,1	0,055					
			Benzotriazole	0,028	0,010	0,019												0,01	0,01	0,01	0,05	0,025	0,0375	
			Bisphenol A	0,020	0,010	0,015	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	0,0375		
			Methylparaben	0,026	0,032	0,029																		
Carbet	1177ZZ0177	Schoelcher	Fond Lahaye	Caféine	0,028	0,010	0,019										0,01	0,01	0,01	0,01	0,213	0,1115		
				Benzotriazole	0,005	0,005	0,005	0,010	0,010	0,010								0,1	0,1	0,1	0,01	0,01	0,1115	
				Bisphenol A	6,860	31,100	18,960	2,813	0,957	1,885	0,399	2,004	1,202	0,322	1,000	0,661	0,025	0,025	0,025	0,824	0,025	0,4245		
				Methylparaben	0,049	0,005	0,027																	
	1172ZZ0063	Carbet	Fond Canal	Caféine	0,010	0,010	0,010											0,025	0,36	0,1925				
				Benzotriazole	0,005	0,005	0,005	0,010	0,010	0,010								0,034	0,024	0,029	0,038	0,064	0,051	
				Bisphenol A	0,670	0,250	0,460	0,647	0,543	0,595	0,851	0,788	0,820	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	0,0375	
				DEHP	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3,27	1,9	0,5	0,5	0,5	
	Jacob Centre	1175ZZ0106	Robert	Vert Pré	Caféine	0,272	0,022	0,147										0,24	0,154	0,197				
					Benzotriazole	0,005	0,012	0,009	0,017	0,028	0,023								0,051	0,025	0,038	0,041	0,173	0,107
					Bisphenol A	0,010	0,416	0,213	0,306	0,025	0,166	0,170	0,025	0,098	0,123	0,191	0,157	0,159	0,025	0,092	0,342	0,025	0,1835	
					Methylparaben	0,017	1,330	0,674																
1179ZZ0070		Lamentin	Habitation Ressource	Caféine	0,053	0,010	0,032											0,01	0,01	0,01				
				Benzotriazole	0,005	0,005	0,005	0,010	0,010	0,010								0,046	0,101	0,0735	0,452	0,035	0,2435	
				Bisphenol A	13,300	21,100	17,200	5,140	2,928	4,034	0,511	2,329	1,420	0,326	0,615	0,471	0,394	0,025	0,2095	1,16	0,025	0,5925		
				Methylparaben	0,078	0,005	0,042																	



## **Annexe 4**

# **Résultats d'analyses en produits phytosanitaires du réseau qualitatif de Martinique sur la période 2015-2020**



Masse d'eau	n° BSS	Commune	Lieu dit	Type de suivi	Molécule	( ) SS 2015	( ) SP 2015	Moyenne ( ) 2015	( ) SS 2016	( ) SP 2016	Moyenne ( ) 2016	( ) SS 2017	( ) SP 2017	Moyenne ( ) 2017	( ) SS 2018	( ) SP 2018	Moyenne ( ) 2018	( ) SS 2019	( ) SP 2019	Moyenne ( ) 2019	( ) SS 2020	( ) SP 2020	Moyenne ( ) 2020	Moyenne des moyennes des ( ) 2004-2020	Fréquence de dépassement	Nb mesures	Nb dépassements															
Pelée-Est	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	Cs + Co	Amétryne	0,011	0,0025	0,00675	0,0025	0,006	0,00425	0,012	0,012	0,012	0,009	0,013	0,011	0,01	0,005	0,0075	0,006	0,008	0,007	0,008083333	0%	13	0															
					Atrazine	0,005	0,006	0,0055	0,006	0,0025	0,00425	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025						
					Beta HCH	0,005	0,03	0,0175	0,017	0,013	0,015	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005			
					Bromacil	0,51	0,55	0,53	0,18	0,12	0,14	0,015	0,110	0,0625	0,025	0,025	0,025	0,24	0,37	0,305	0,25	0,14	0,195	0,209583333	0,25	0,14	0,195	0,209583333	77%	13	10											
					Chlordécone	0,98	0,535	0,7575	0,41	0,42	0,415	1,69	2,1	1,895	2,65	1,75	2,2	1,37	0,947	1,1585	0,958	1,12	1,039	1,244166667	1,12	1,039	1,244166667	100%	13	13												
					Chlordécone 5b-hydro	0,03	0,015	0,0225	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,0225	0,044	0,036	0,04	0,025833333	0%	13	0										
					Chlordécol																				0,0015	0,08	0,04075	0,0015	0,015	0,00825	0,071	0,058	0,0645	0,037833333	0%	6	0					
					Desethyl-Atrazine-2-Hydroxy																				0,005	0,011	0,008	0,005	0,0025	0,00375	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005				
					Dieldrine	0,048	0,088	0,068	0,055	0,076	0,0655	0,015	0,019	0,017	0,035	0,015	0,025	0,038	0,061	0,0495	0,028	0,052	0,04	0,044166667	0,028	0,052	0,04	0,044166667	69%	13	9											
					Diuron	0,023	0,021	0,022	0,02	0,013	0,0165	0,05	0,05	0,05	0,005	0,01	0,0075	0,005	0,005	0,005	0,005	0,013	0,01	0,0115	0,013	0,01	0,0115	0,01175	0,01875	0%	13	0										
					Endrine	0,0025	0,047	0,02475																					0,02475	0%	2	0										
					Hexazinon	0,01	0,01	0,01	0,01	0,007	0,0085	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,006	0,00425	0,0025	0,0025	0,0025	0,005	0,0025	0,0025	0,00375	0,00525	0%	13	0										
					Imidaclopride	0,06	0,05	0,055																		0,028	0,026	0,025	0,028	0,026	0,027125	0%	8	0								
					Métalaxyl	0,02	0,018	0,019	0,013	0,01	0,0115	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,005	0,00375	0,0025	0,006	0,00425	0,0025	0,00425	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0%	13	0									
					Métolachlore	0,016	0,0025	0,00925	0,0025	0,0025	0,0025	0,029	0,0025	0,01575	0,0025	0,0025	0,01575	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,014	0,12	0,067	0,016583333	0%	13	0										
					Métolachlor ESA	0,165	0,018	0,0915	0,025	0,046	0,0355	0,436	0,167	0,3015	0,238	0,086	0,182	0,106	0,064	0,085	0,068	0,093	0,0805	0,068	0,093	0,0905	0,125	0,125	0,125	31%	13	4										
					Propiconazole	0,17	0,146	0,158	0,138	0,153	0,1455	0,073	0,107	0,09	0,044	0,104	0,063	0,078	0,0705	0,092	0,091	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,0915	0,104916667	54%	13	7										
					Atrazine	0,008	0,008	0,008																					0,008	0%	2	0										
					Beta HCH	0,626	0,445	0,5355																					0,5355	100%	2	2										
					Bromacil	2,69	0,97	1,83																					1,83	100%	2	2										
					Chlordécone	4,45	4,37	4,41																					4,41	100%	2	2										
					Chlordécone 5b-hydro	0,49	0,293	0,3915																					0,3915	100%	2	2										
					Chlordécol		0,072	0,072																					0,072	0%	1	0										
					Désisopropylatrazine	0,04	0,039	0,0395																					0,0395	0%	2	0										
					Diuron	0,044	0,045	0,0445																					0,0445	0%	2	0										
					Métalaxyl	0,011	0,011	0,011																					0,011	0%	2	0										
					Propanil	0,02	0,05	0,035																					0,035	0%	2	0										
					Pelée-Est	1166ZZ0020	Basse Pointe	Hauteurs Bourdon	Cs + Co	AMPA				0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,018	0%	11	0									
Beta HCH	0,254	0,375	0,3145	0,791						0,378	0,5845	0,61	0,408	0,509	0,527	0,763	0,645	0,633	0,005	0,319	0,506	0,566	0,731	0,517166667	0,566	0,731	0,517166667	92%	13	12												
Chlordécol		0,114	0,114	0,015						0,015	0,015	0,015	0,03	0,0225	0,03	0,29	0,16	0,03	0,015	0,0225	0,455	0,446	0,4505	0,13075	0,455	0,446	0,4505	0,13075	42%	12	5											
Chlordécone	5,53	4,75	5,14	4,36						4,2	4,28	3,92	4,71	4,315	5,15	5,67	5,41	5,95	6,59	5,95	6,78	6,06	6,42	5,2525	6,06	6,42	5,2525	108%	12	13												
Chlordécone 5b-hydro	0,45	0,442	0,446	0,31						0,28	0,295	0,26	0,33	0,295	0,35	0,61	0,48	0,83	0,744	0,83	0,59	0,495	0,5425	0,481416667	0,5425	0,495	0,5425	0,481416667	108%	12	13											
Dieldrine	0,504	0,865	0,6845	0,72						0,422	0,571	0,458	0,529	0,4935	0,626	0,826	0,726	0,005	0,005	0,005	0,806	0,527	0,6665	0,524416667	0,6665	0,527	0,6665	0,524416667	85%	13	11											
Triclocarban	0,026	0,01	0,018																										0,018	0%	2	0										
Pelée-Est	1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	Co						Atrazine	0,012	0,014	0,013	0,012	0,01	0,011	0,01	0,009	0,0095	0,006	0,008	0,007	0,006	0,009	0,0075	0,007	0,009	0,008	0,008	0,009333333	0%	13	0									
										Beta HCH	0,02	0,005	0,0125	0,012	0,012	0,012	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	
										Bromacil	0,48	0,35	0,415	0,14	0,09	0,115	0,110	0,090	0,1	0,231	0,22	0,2255	0,17	0,15	0,16	0,29	0,28	0,285	0,21675	0,28	0,28	0,285	0,21675	85%	13	11						
										Chlordécone	0,46	0,548	0,504	0,36	0,29	0,325	0,32	0,3	0,31	0,23	0,38	0,305	0,36	0,482	0,421	0,428	0,59	0,359	0,370666667	0,428	0,59	0,359	0,370666667	100%	13	13						
										Chlordécone 5b-hydro	0,037	0,041	0,039	0,04	0,015	0,0275	0,015	0,015	0,015	0,03	0,04	0,035	0,06	0,032	0,046	0,015	0,041	0,028	0,03175	0,046	0,015	0,041	0,028	0,03175	0%	13	0					
										Déséthylisopropylatrazine				0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
										Désisopropylatrazine	0,02	0,021	0,0205	0,022	0,018	0,02	0,015	0,014	0,0145	0,0025	0,01	0,00625	0,0025	0,013	0,00775	0,008	0,014	0,011	0,013333333	0,008	0,014	0,011	0,013333333	0%	13	0						
										Dieldrine	0,0333	0,046	0,03965	0,155	0,083	0,119	0,091	0,135	0,113	0,005	0,133	0,089	0,161	0,155	0,158	0,091	0,113	0,102	0,100168333	0,158	0,091	0,113	0,102	0,100168333	100%	13	13					
										Diuron	0,026	0,025	0,0255	0,021	0,014	0,0175	0,01	0,005	0,0075	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	
										Hexazinon	0,067	0,072</																														



Masse d'eau	n° BSS	Commune	Lieu dit	Type de suivi	Molécule	( ) SS 2015	( ) SP 2015	Moyenne ( ) 2015	( ) SS 2016	( ) SP 2016	Moyenne ( ) 2016	( ) SS 2017	( ) SP 2017	Moyenne ( ) 2017	( ) SS 2018	( ) SP 2018	Moyenne ( ) 2018	( ) SS 2019	( ) SP 2019	Moyenne ( ) 2019	( ) SS 2020	( ) SP 2020	Moyenne ( ) 2020	Moyenne des moyennes des ( ) 2004-2020	Fréquence de dépassement	Nb mesures	Nb dépassements								
Carbet	1177ZZ0177	Schoelcher	Fond Lahaye	Cs + Co	Glyphosate	0,18	0,025	0,1025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,029583333	8%	13	1							
					Glufosinate ammonium	0,55		0,55																											
					Triclocarban	0,021	0,01	0,0155																				0,0155	100%	2	0				
Jacob-Centre	1175ZZ0106	Robert	Vert Pré	Co	Beta HCH	0,158	0,029	0,0935	0,017	0,005	0,011	0,028	0,047	0,0375	0,024	0,005	0,0145	0,005	0,102	0,0535	0,011	0,129	0,07	0,048666667	23%	13	3								
					Chlordécol		0,025	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,04	0,0275	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,114	0,172	0,143	0,040083333	17%	12	2								
					Chlordécone	3,82	1,18	2,5	1,28	2,42	1,885	2,06	2,75	2,4	2,82	2,06	2,44	2,83	3,33	2,93	2,14	2,68	2,41	2,4225	100%	13	13								
					Chlordécone 5b-hydro	0,057	0,015	0,036	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,04	0,0275	0,015	0,03	0,0225	0,015	0,015	0,015	0,021833333	0%	13	0					
					Tebuconazole	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,01625	0%	13	0				
																												0,00425	0%	2	0				
Vauclin-Pitault	1186ZZ0118	Marin	Grand Fond	Cs + Co	Glyphosate	0,025	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,05	0,0325	0,015	0,015	0,015	0,06	0,015	0,0375	0,023333333	0%	13	0								
					Bromacil	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,38	0,18125	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,047708333	15%	13	2						
					Désisopropylatrazine	0,016	0,0025	0,00925	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,003625	0%	13	0	
					Déséthylatrazine	0,0025	0,0025	0,0025	0,013	0,01	0,0115	0,01	0,012	0,011	0,012	0,012	0,013	0,0125	0,01	0,012	0,011	0,009	0,11	0,0595	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
					Dieldrine	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,005	0,042	0,0235	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,018083333	8%	13	1				
					2,4 D	0,01	0,12	0,065	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,019166667	8%	13	1				
	1179ZZ0228	François	Habitation Victoire	Cs + Co	Chlordécol	0,025	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,039	0,015	0,027	0,018666667	0%	12	0						
					Chlordécone	0,37	0,34	0,355	0,27	0,31	0,29	0,23	0,34	0,285	0,26	0,3	0,28	0,38	0,382	0,371	0,391	0,329	0,36	0,3235	100%	13	13								
					Déséthylatrazine	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0025	0,01	0,00625	0,004375	0%	13	0				
					Métolachlore	0,032	0,0025	0,01725	0,006	0,011	0,0085	0,0025	0,007	0,00475	0,0025	0,008	0,00525	0,012	0,026	0,019	0,017	0,0025	0,00975	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075	0,01075		
					Glyphosate	0,025	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,04	0,0275	0,01875	0,01875	0,01875	0,01875	0,01875	0,01875	0,01875		
					Imazali	0,0025	0,006	0,00425	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,01	0,01	0,01	0,004041667	0%	13	0				
Miocène	1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville	Cs + Co	Beta HCH	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,022	0,0135	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006416667	0%	13	0						
					Chlordécone	2,03	1,45	1,74	1,59	2,27	1,93	1,93	2,37	2,15	2,49	2,51	2,5	2,11	2,49	2,3	2,23	1,69	1,96	2,096666667	100%	13	13								
					Chlordécone 5b-hydro	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,03	0,0225	0,015	0,04	0,0275	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,018333333	0%	13	0				
					Chlordécol		0,035	0,035	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,14	0,0775	0,015	0,015	0,015	0,129	0,12	0,1245	0,047	25%	12	3					
					Glyphosate	0,025	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,04	0,0275	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,01875	0%	13	0				
					Asulam	0,11	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,056666667	8%	13	1				
Trois Ilets	1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable	Cs + Co	Glufosinate ammonium	0,71		0,71																	0,71	100%	1	1							
					Glyphosate	0,09	0,025	0,0575	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,022083333	0%	13	0					
					Piperonyl butoxide																							0,0175	0%	2	0				
					Asulam	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,03	0,03	0,0175	0,05	0,05	0,05	0,053333333	0%	13	0					
1184ZZ0001	Diamant	Dizac Forage	Cs + Co	Chlordécone	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,04	0,015	0,0275	0,015	0,015	0,015	0,017083333	0%	13	0							
				Piperonyl butoxide	0,02	0,04	0,03																				0,0175	0%	4	0					

Valeur < seuil DCE
Valeur > seuil DCE (0,1 µg/l - OU - 0,03 µg/l pour dieldrine, aldrine, heptachlore)
Moitié de la limite de quantification (LQ/2)
Paramètre non recherché
Pas de données
FREQ = 0%
0% < FREQ ≤ 20%
FREQ > 20%
Nombre de mesures < 5
* Aucune substance n'a été quantifiée à Carbet - Fond Canal durant cette période



## **Annexe 5**

### **Sommes annuelles en produits phytosanitaires pour la période 2015-2020**



Masse d'eau	n°BSS	Type	Commune	Lieu dit	Moyenne des sommes 2015	Moyenne des sommes 2016	Moyenne des sommes 2017	Moyenne des sommes 2018	Moyenne des sommes 2019	Moyenne des sommes 2020	Mma des sommes des pesticides 2015-2020
<b>Pelée-Est</b>	1166Z0026	Piézomètre	Basse Pointe	Chalvet	1,78	0,85	2,38	2,56	1,72	1,66	1,83
	1166Z0032	Source	Basse Pointe	Socco Gradis Amont	7,33						7,33
	1166Z0020	Source	Basse Pointe	Source Hauteurs Bourdon		0	0	0	0	0,0225	0,0045
<b>Pelée-Ouest</b>	1166Z0023	Source	Macouba	Nord Plage	6,66	5,73	5,63	7,42	3,72	8,81	6,33
	1168Z0054	Piézomètre	Basse Pointe	Rivière Falaise	1,48	0,96	0,78	0,82	0,88	0,86	0,96
	1167Z0045	Piézomètre	Saint Pierre	CDS1	0	0	0,02	0	0	0	0,003
	1167Z0024	Piézomètre	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	0	0	0,02	0	0,02	0	0,006
	1169Z0184	Piézomètre	Marigot	Anse Charpentier 2	0,17	0,07	0,08	0,09	0,11	0,10	0,10
<b>Jacob-Est</b>	1175Z0190	Piézomètre	Trinité	Bassignac	9,09	9,70	8,86	7,23	7,80	11,13	8,97
	1169Z0084	Piézomètre	Lorrain	Fond Brulé	27,33	33,59	28,17	30,59	29,23	30,47	29,90
	1174Z0088	Piézomètre	Gros Morne	La Borelli	0	0	0,06	0	0	0,02	0,01
	1175Z0153	Source	Trinité	Morne Figue	8,58	5,14	4,57	5,26	5,16	7,05	5,96
<b>Carbet</b>	1172Z0063	Piézomètre	Carbet	Fond Canal	0	0	0	0	0	0	0
	1177Z0177	Piézomètre	Schoelcher	Fond Lahaye	0,38	0	0	0	0	0	0,06
<b>Jacob Centre</b>	1175Z0106	Forage	Robert	Vert Pré	2,64	1,86	2,44	2,49	3,00	2,62	2,51
	1179Z0070	Piézomètre	Lamentin	Habitation Ressource	0	0	0	0,03	0,00	0,03	0,01
<b>Vauclin-Pitault</b>	1186Z0118	Piézomètre	Merin	Grand Fond	0,008	0,01	0,01	0,21	0,01	0,06	0,05
	1179Z0228	Forage	François	Habitation Victoire	0,43	0,30	0,29	0,28	0,39	0,39	0,35
	1182Z0160	Piézomètre	Rivière Salée	Nouvelle Citée	0,003	0	0	0	0	0,02	0,004
<b>Micène</b>	1183Z0062	Piézomètre	Rivière Pilote	Fougainville	1,76	1,93	2,20	2,59	2,30	2,08	2,14
	1181Z0132	Piézomètre	Trois Ilets	Vatable	0,46	0	0	0	0	0	0,08
<b>Trois Ilets</b>	1184Z0001	Piézomètre	Diamant	Dizac Forage	0,02	0	0	0	0,02	0	0,007

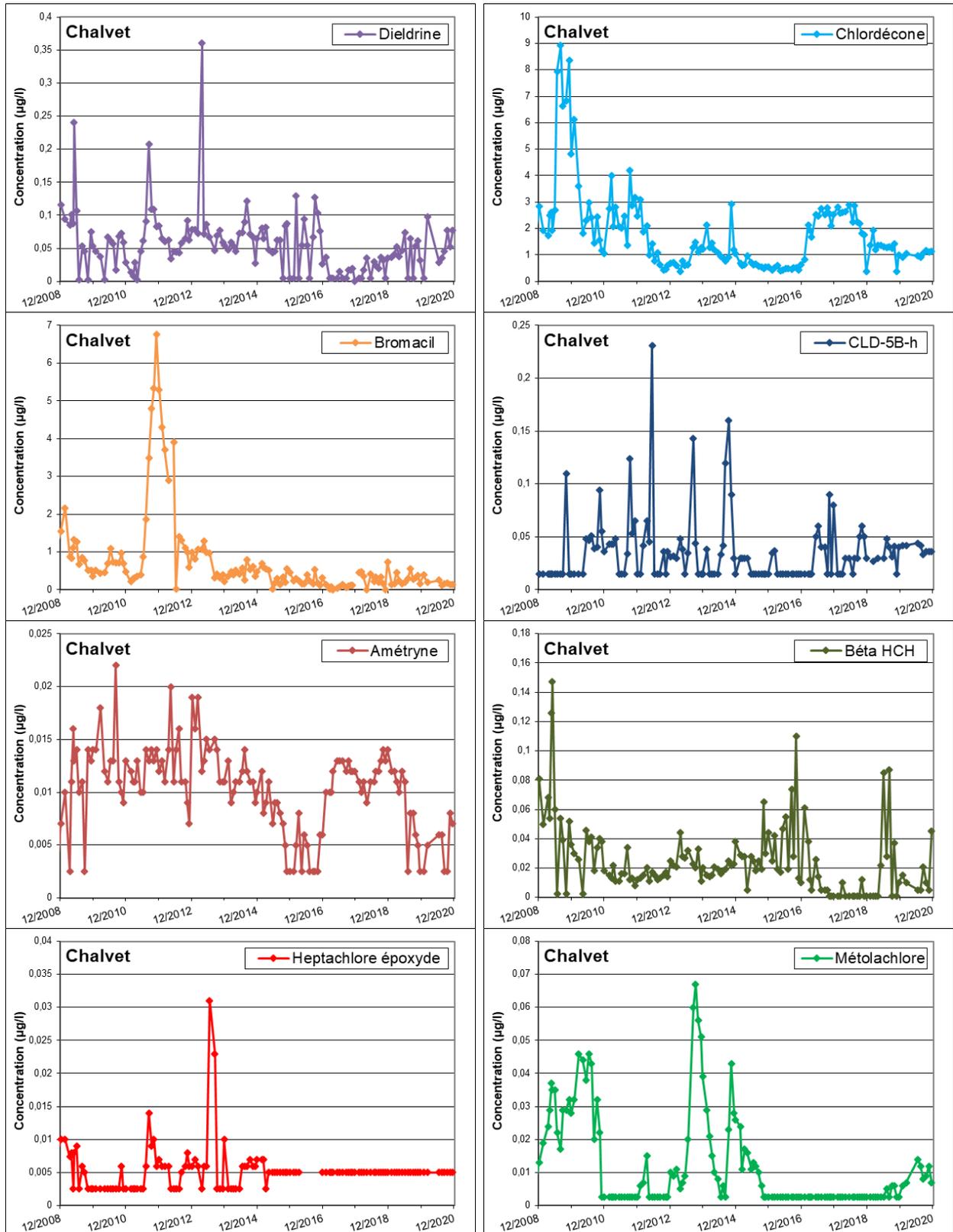
Somme des concentrations en produits phytosanitaires inférieure à 0,5 µg/l
Somme des concentrations en produits phytosanitaires supérieure à 0,5 µg/l
*Les concentrations sont en µg/L



## **Annexe 6**

# **Chroniques mensuelles des concentrations en produits phytosanitaires sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Chalvet**



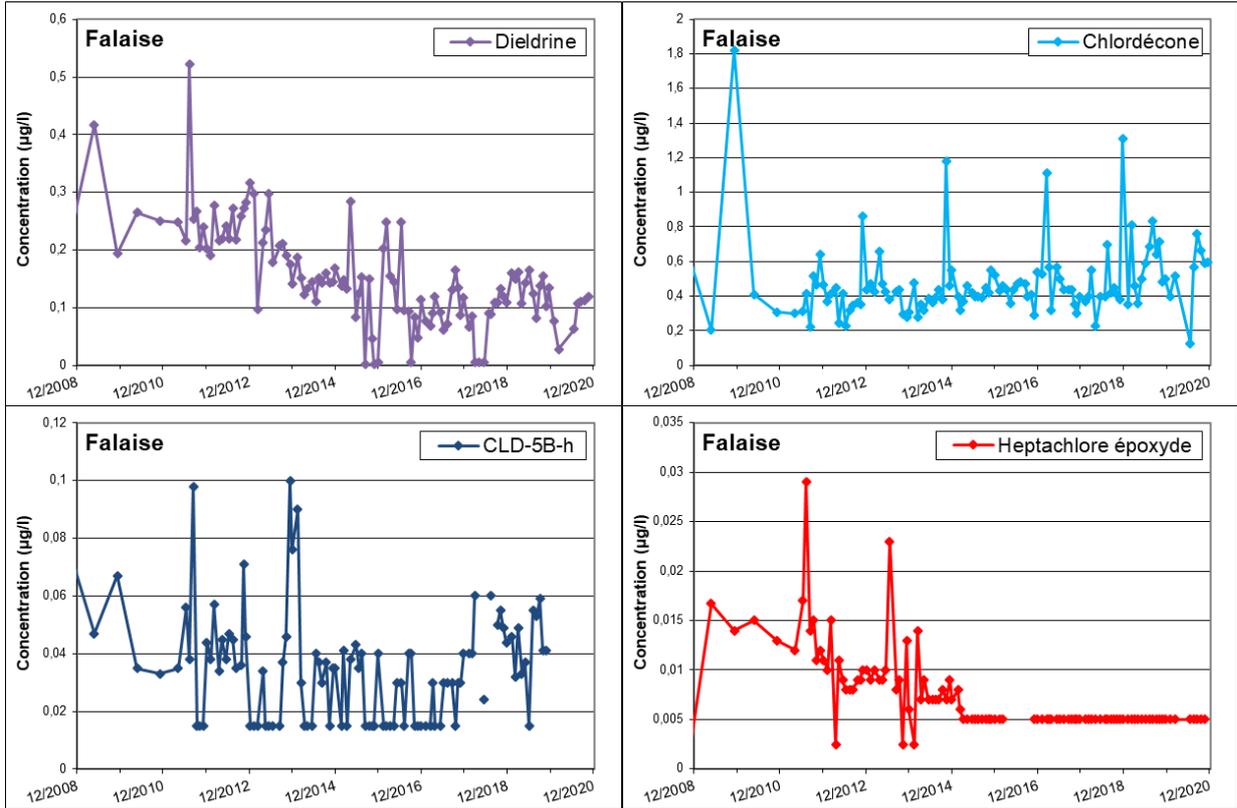




## **Annexe 7**

# **Chroniques mensuelles des concentrations en produits phytosanitaires sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Rivière Falaise**



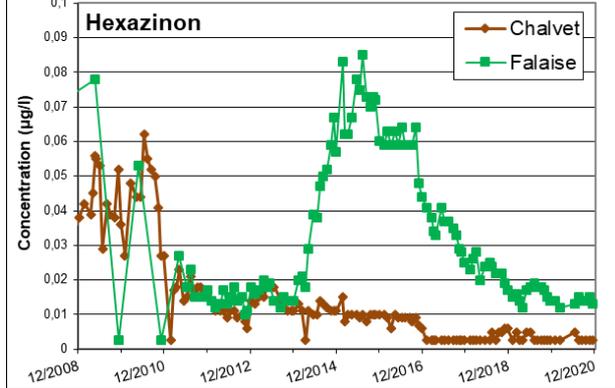
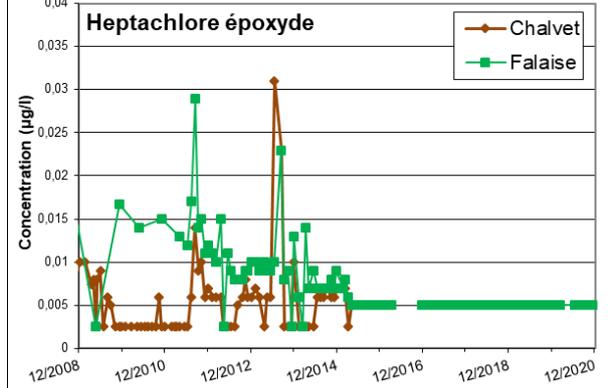
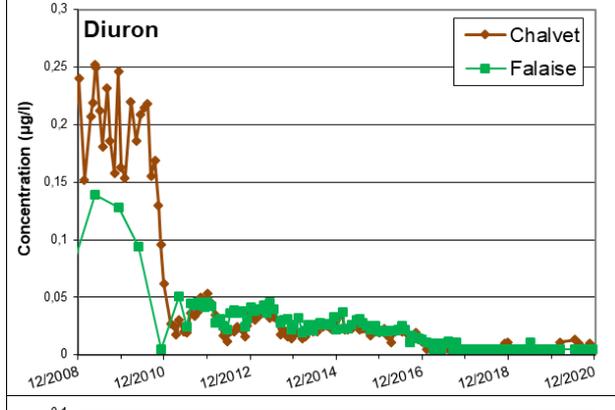
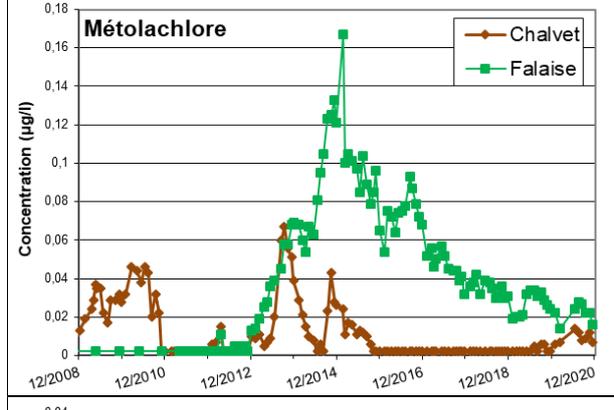
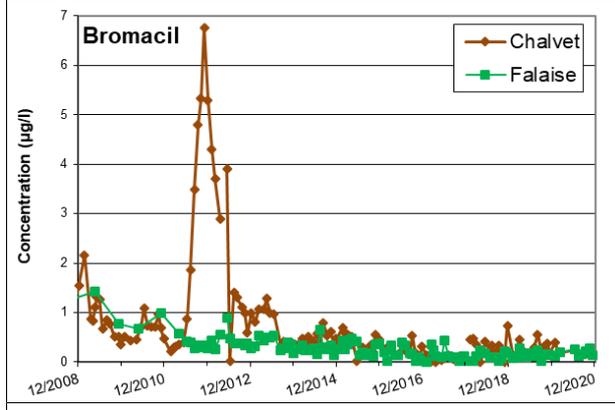
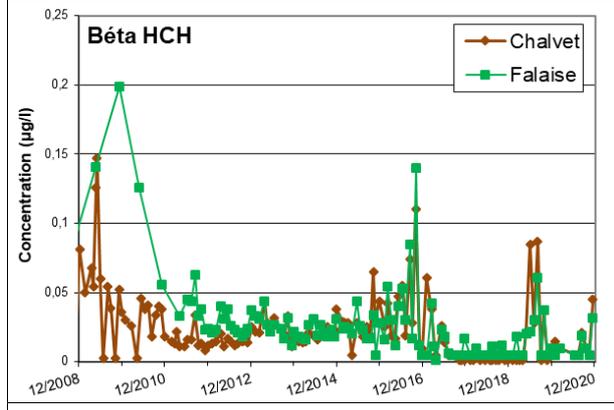
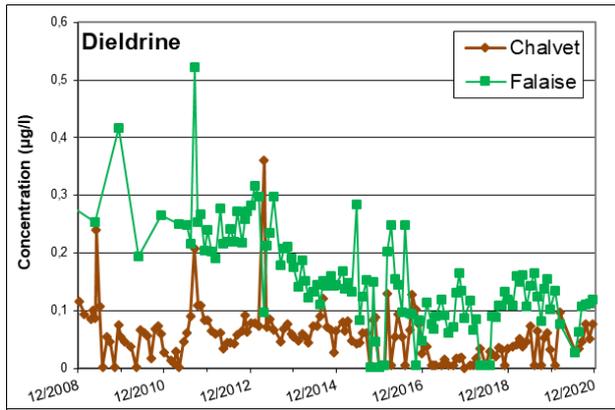
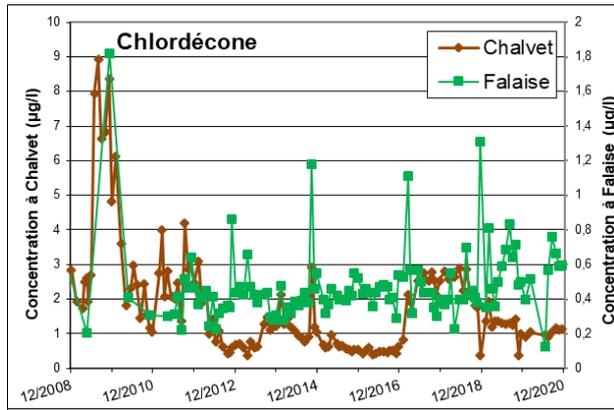




## **Annexe 8**

### **Chroniques mensuelles comparatives des concentrations en produits phytosanitaires sur les qualitomètres de Basse-Pointe – Chalvet et Basse-Pointe – Rivière Falaise**



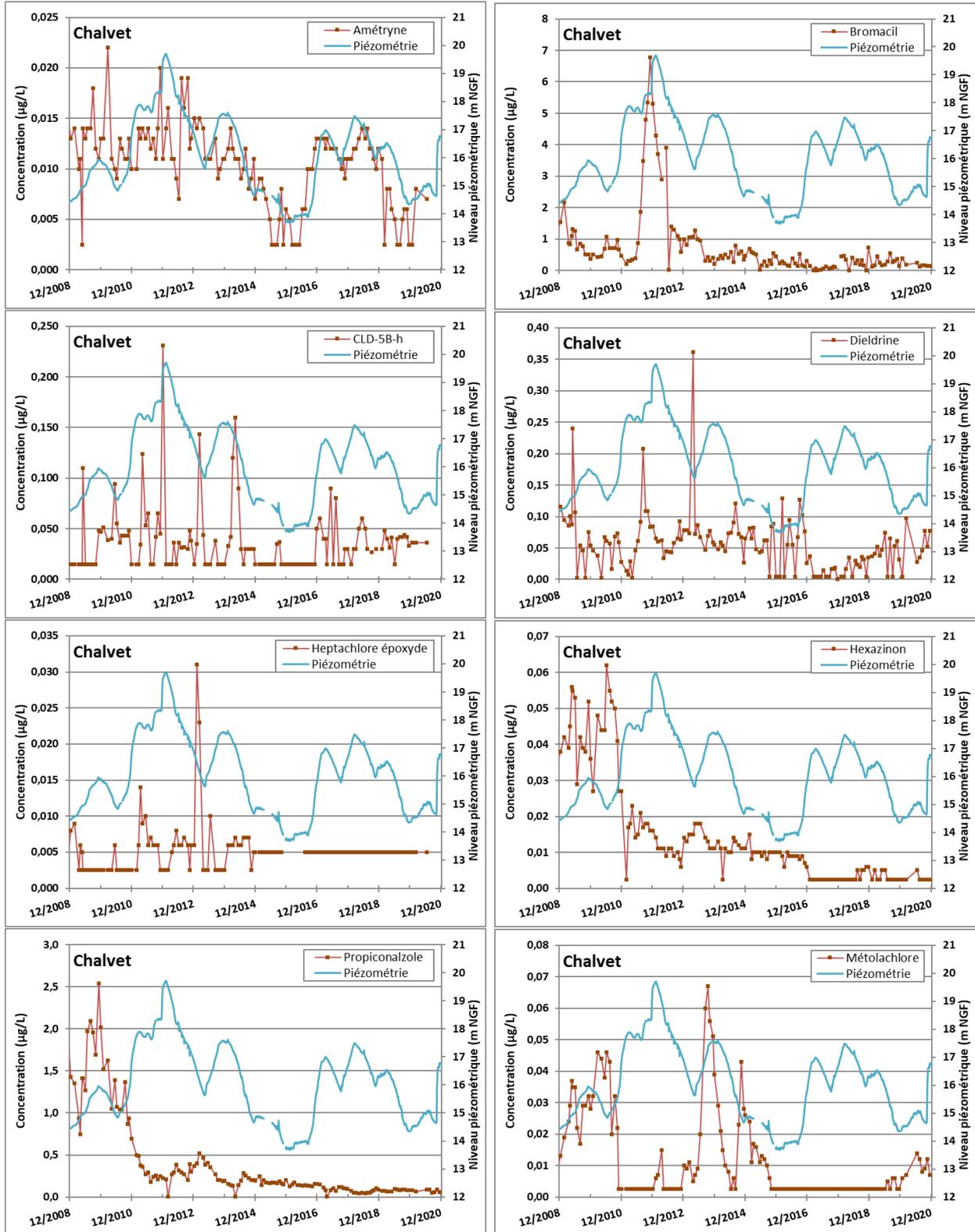




## **Annexe 9**

# **Chroniques mensuelles comparatives des concentrations en produits phytosanitaires et de la piézométrie sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Chalvet**



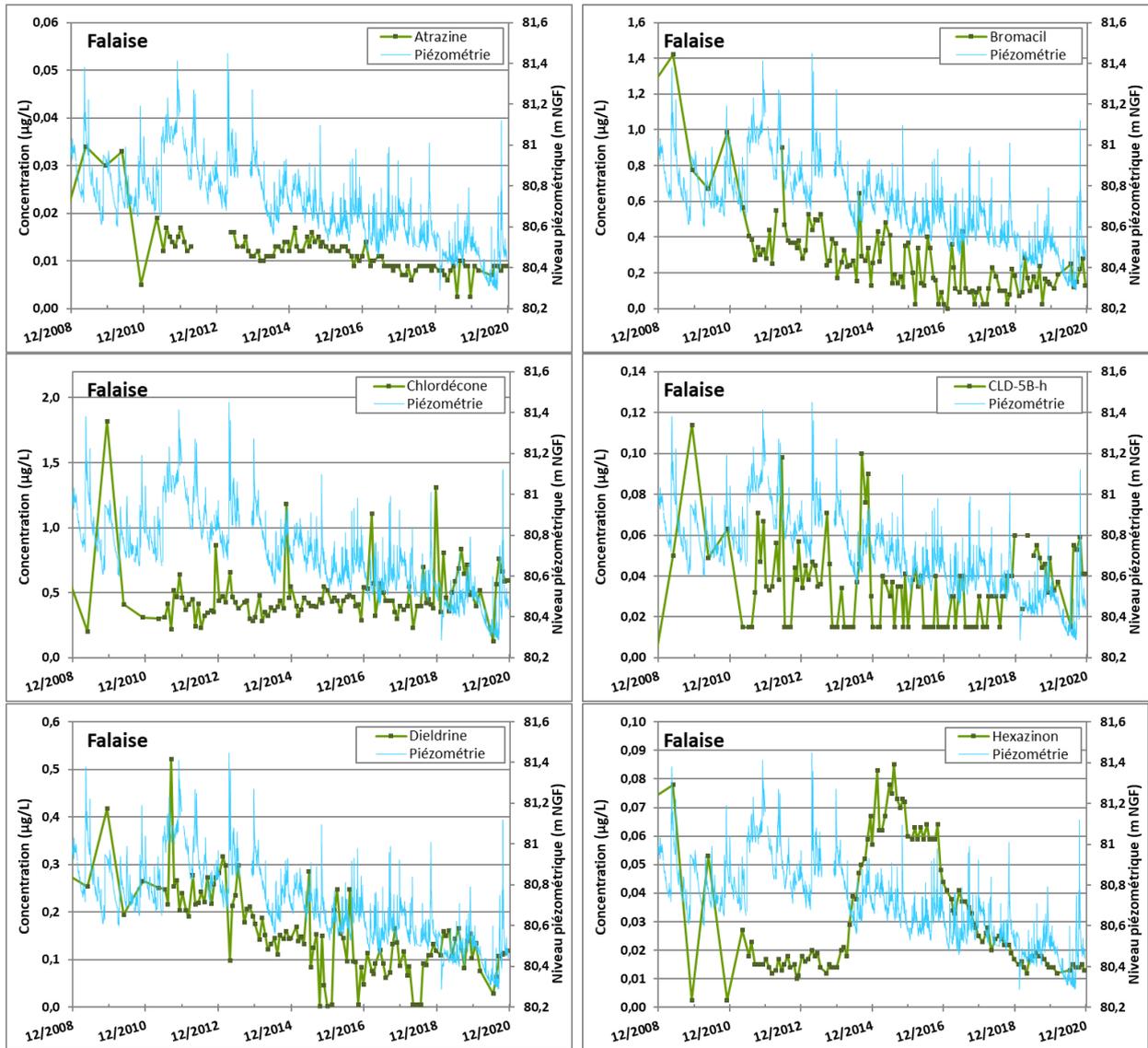




## **Annexe 10**

### **Chroniques mensuelles comparatives des concentrations en produits phytosanitaires et de la piézométrie sur le qualitomètre de Basse-Pointe – Rivière Falaise**



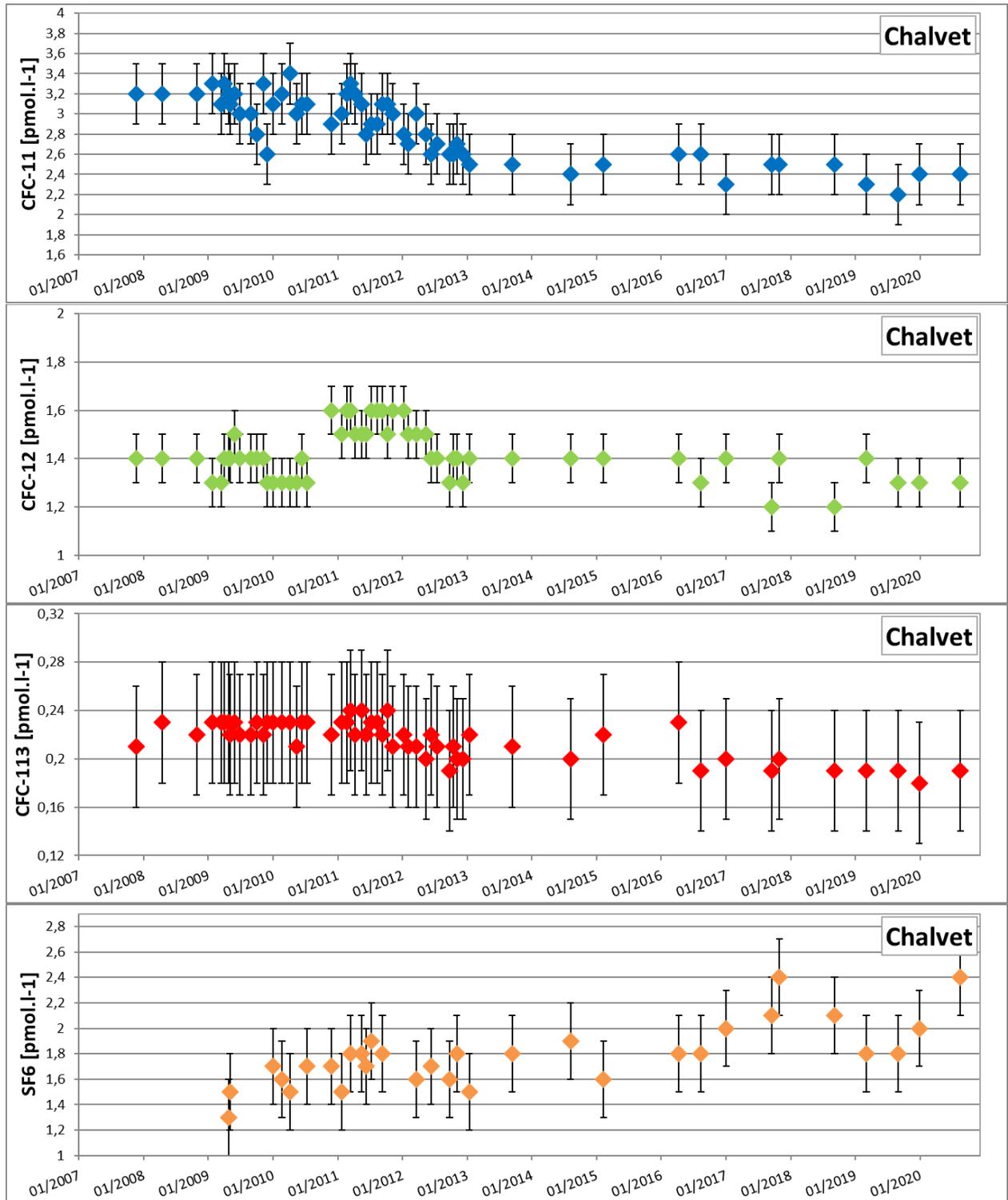


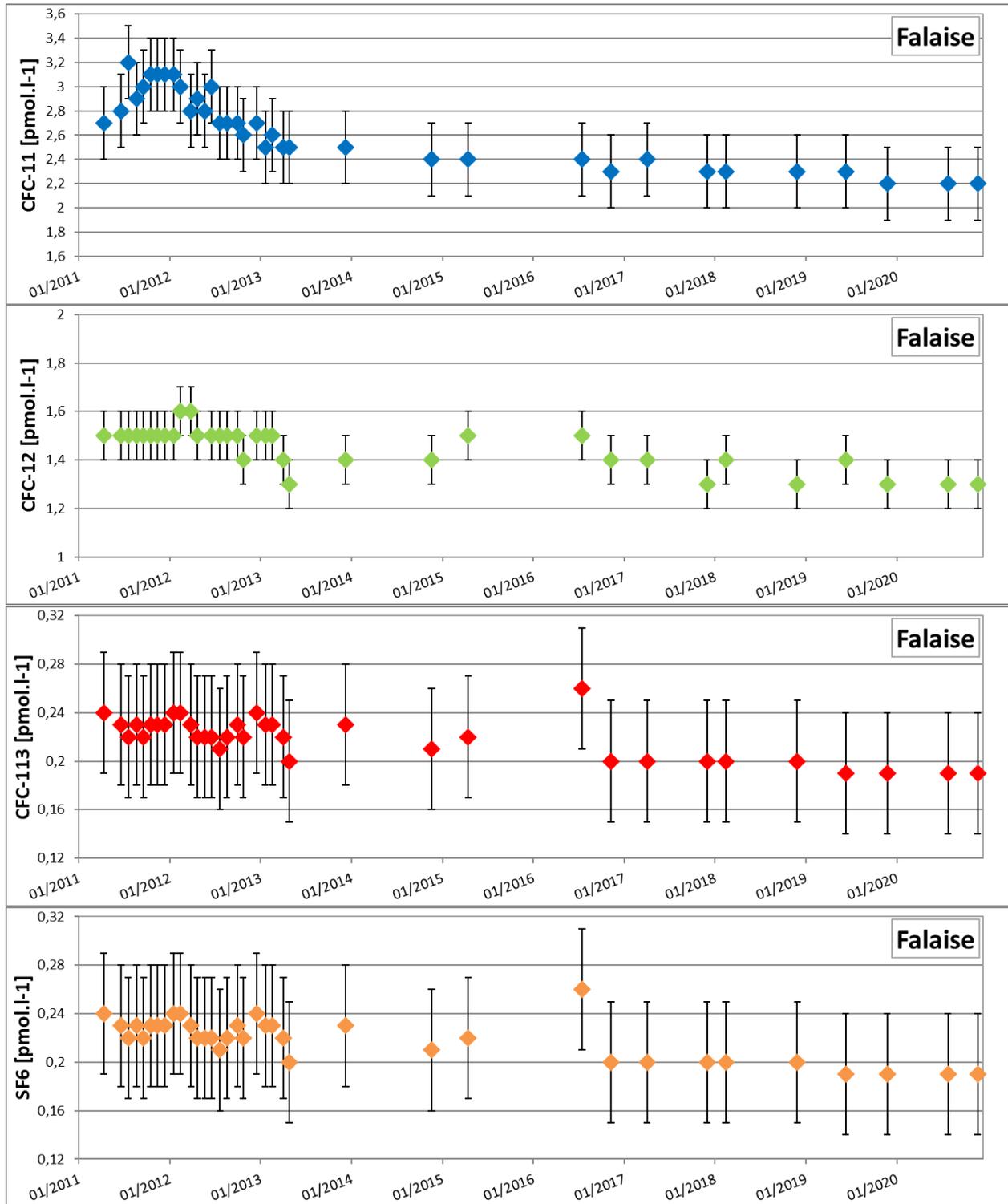


## **Annexe 11**

### **Chroniques de concentration des CFC et SF<sub>6</sub> sur les stations de Chalvet et Rivière Falaise**









Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale de Martinique**

4 lot. Miramar

Route Pointe des Nègres

97200 – Fort De France - Martinique

Tél. : 05 96 71 17 70