



ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET DE LA VULNERABILITE DES MARAIS DE PORT-LOUIS, GUADELOUPE - LOT 2

Hydrogéochimie et qualité des eaux de
l'hydrosystème

Marais de Port-Louis et bassin versant



Rapport 146324 /A du 31/07/2026

Projet suivi par Léna JARDIN – 06.90.63.37.76– lana.jardin@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Hydrogéochimie et qualité des eaux de l'hydrosystème- Marais de Port-Louis et bassin versant

CLIENT	SITE
Office De L'eau Guadeloupe	Marais de Port-Louis et bassin versant
Jardin Botanique de Basse-Terre Rue Alexandre Buffon - Circonvallation 97100 Basse-Terre Tel : 05 90 80 99 78 N° Siret : 20000438000032 https://www.eauguadeloupe.com/	PORT-LOUIS GUADELOUPE
Laure DUCREUX Chargée des opérations de « Préservation de la ressource en eau & Eau potable » Ligne fixe : +590 590 80 96 48 Mobile : +590 690 52 46 44 laure.ducieux@oe971.fr	

RAPPORT	
Responsable du projet	Léna JARDIN
Interlocuteur commercial	Léna JARDIN
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Guadeloupe 05.90.82.75.40 guadeloupe@anteagroup.fr
Rapport n°	146324
Version n°	A
Votre commande et date	GDPA230044 – AE 16/10/2023
Projet n°	GDPP230044

	Nom	Fonction	Date	Signature
	Marion LABELLE	Sentinelle Lab		ML
Rédaction	Romane REY	Ingénieure d'étude	Mai 2026	RR
	Solène GRENIER	Ingénieure d'étude		SG
Vérification	Christelle TAILLARDAT	Ingénieure de projet	Juillet 2026	JB
Approbation	Léna JARDIN	Responsable Eau et Environnement Antilles	Juillet 2026	LJ

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
Provisoire	07/05/2026	92	10	Version provisoire
A	30/07/2026	94	10	Première émission du rapport finalisé

Sommaire

1. Contexte de l'étude	9
1.1. Cadre et objectifs de l'étude	9
1.2. Localisation de la zone d'étude	9
2. Etat des lieux des données sur la qualité des eaux	11
2.1. Documents de référence sur la qualité des milieux aquatiques	11
2.1.1. Historique Loi sur l'Eau	11
2.1.2. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)	12
2.1.3. Réglementation relative aux eaux destinées à la consommation humaine	14
2.2. Données connues sur le site d'étude	14
2.2.1. Etat des masses d'eau de la DCE	14
2.2.2. Etudes existantes	16
2.2.3. Synthèse des données existantes	23
3. Présentation des campagnes d'échantillonnage	24
3.1. Plan de prélèvement	24
3.1.1. Sélection des sites d'échantillonnage	24
3.1.2. Campagnes d'échantillonnage	25
3.2. Méthodologie d'échantillonnage	25
3.2.1. Echantillonnage des eaux superficielles	25
3.2.2. Echantillonnage des eaux souterraines	25
3.2.3. Transmission au laboratoire d'analyse	26
3.2.4. Limites et biais de mesures	26
3.3. Présentation des sites d'échantillonnage	27
3.3.1. Description des stations de prélèvement des marais	27
3.3.2. Description des stations de prélèvement de la ravine	33
3.3.3. Description du site de prélèvement des eaux souterraines – EF9	37
4. Méthodologie d'évaluation de la qualité des eaux	39
4.1. Les paramètres analysés	39
4.1.1. Les paramètres in-situ	39
4.1.2. Les paramètres principaux	40
4.1.3. Les éléments traces	43
4.1.4. Les micropolluants	44
4.2. Traitement des données	45
4.2.1. Résultats bruts fournis par le laboratoire	45
4.2.2. Normes et valeurs seuils appliquées	45
4.2.3. Valorisation des résultats dans le cadre de l'analyse qualité	47

5.	Présentation des résultats d'analyse des échantillons.....	49
5.1.	Les paramètres In-situ	49
5.2.	Les paramètres principaux	51
5.2.1.	Les nutriments	53
5.2.2.	Oxygénation : matières organiques et oxydables	53
5.2.3.	MES et turbidité	55
5.2.4.	Les ions.....	56
5.3.	Les éléments traces	60
5.4.	Les micropolluants	66
5.4.1.	Premiers éléments d'observation	66
5.4.2.	Les micropolluants détectés	68
5.4.3.	Les micropolluants quantifiés	68
5.5.	Synthèse de la qualité des eaux par station.....	77
6.	Mise en perspective des résultats avec le contexte du milieu.....	84
6.1.	Faciès chimiques des eaux	84
6.2.	Nutriments (matières azotées et phosphorées)	85
6.3.	Matières organiques et oxydables (MOO)	85
6.4.	Eléments traces	85
6.5.	Micropolluants	88
7.	Conclusions et préconisations de gestion	90
8.	Bibliographie.....	93

Table des figures

Figure 1 : Localisation du site d'étude des marais de Port-Louis et son bassin versant (source : ODE, 2021).....	10
Figure 2 : Synthèse de l'évolution historique de la surveillance de la qualité des cours d'eau (source : EauFrance 2020).....	12
Figure 3 : Résultats des analyses de pesticides dans les eaux du bassin d'alimentation des marais de Port-Louis, projet ChlEauTerre (source : ODE, 2021).....	17
Figure 4: Localisation des points d'eau du réseau de contrôle opérationnel (RCO) des masses d'eau souterraines de Guadeloupe (source : BRGM, 2022).....	18
Figure 5: Localisation des points d'eau du réseau de contrôle d'enquête et de surveillance (RCS) des masses d'eau souterraines de Guadeloupe (source : BRGM, 2022)	18
Figure 6: Diagramme de Piper des campagnes de carême et d'hivernage 2018 au droit des différents piézomètres de Grande Terre (source : BRGM, 2018)	19
Figure 7: Carte de la localisation des sites prélevés et les types d'eau concernés (source : Antea Group, 2024)	24
Figure 8 : Gamme de pH caractéristiques (source : capsules du G3E).....	40
Figure 9 : Echelle de valeurs de DBO ₅	41
Figure 10 : Classes de turbidité usuelle.....	43
Figure 11: Les types de résultats fournis en fonction des limites analytiques des laboratoires.	45
Figure 12 : Concentrations en ions Na ⁺ et Cl ⁻ à chaque station et pour chaque campagne vis-à-vis des seuils DCE	57
Figure 13 : Concentration des ions Chlorures au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026).....	58
Figure 14 : Diagramme de Piper des différentes masses d'eau sur la base des échantillons prélevés (source : AnteaGroup).....	59
Figure 15: Concentration en Nickel au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)	62
Figure 16: Concentration en Plomb au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)	63
Figure 17 : Concentration en Arsenic au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)	64
Figure 18: Nombre de micropolluants détectés et quantifiés sur chaque station et à chaque campagne	67
Figure 19: Fréquence de quantification des micropolluants quantifiés	69

Table des tableaux

Tableau 1 : Définition générale des classes d'état écologique des cours d'eau, plans d'eau, eaux de transitions et eaux côtières en fonction des éléments de qualité (Arrêté du 9/10/23)	13
Tableau 2 : Objectifs environnementaux globaux du plan d'eau Gaschet (source : SDAGE 2022 - 2027)	15
Tableau 3 : Objectifs environnementaux globaux de MEC FRIC7A soumise à OMS (source : SDAGE 2022-2027)	15
Tableau 4 : Objectifs environnementaux globaux de MESO FRI7 soumise à report de délais (source : SDAGE 2022-2027)	16
Tableau 5 : Paramètres recherchés spécifiquement au droit des forages de suivi de la masse d'eau Grande-Terre (source : BRGM).....	19
Tableau 6 : Etat chimique préliminaire des points d'eau de la Grande Terre vis à vis des exigences de la DCE sur les années 2016 – 2018 (source : BRGM, 2018).....	20
Tableau 7 : Synthèse de l'état de la masse d'eau souterraine Grande-Terre (source : BRGM, 2018) ..	20
Tableau 8 : Eléments caractéristiques du fond géochimique élevé pour les eaux souterraines (source : BRGM, 2014)	21
Tableau 9 : Eléments caractéristiques du fond géochimique élevé pour les eaux de surface (source : BRGM, 2014)	21
Tableau 10 : Concentrations des ions majeurs relevées dans la bibliographie sur la masse d'eau souterraine Grande Terre (source : BRGM, 2008 et 2014)	22
Tableau 11 : Concentrations des ions majeurs relevées dans la bibliographie sur les eaux de surface de Grande Terre (source : BRGM, 2008 et 2014).....	22
Tableau 12 : Concentrations d'éléments indésirables relevées sur les eaux de surface de Grande Terre (source : BRGM, 2014)	22
Tableau 13 : Synthèse des éléments de comparaison à utiliser dans l'évaluation de l'état des masses d'eau du secteur d'étude, issus de la bibliographie.....	23
Tableau 14 : Classification des eaux d'après leur pH	40
Tableau 15 : Effets majeurs toxiques et écotoxiques des éléments traces métalliques (Sparks, 1998)44	
Tableau 16: Exemple de variation des limites de quantification (LQ) en fonction des campagnes et des sites pour le nitrate.	48
Tableau 17: Dates et paramètres in-situ relevés pour les deux campagnes et les dix sites.	49
Tableau 18: Concentration des paramètres principaux par site et par campagne et confrontation aux seuils disponibles pour définir un état qualitatif	52
Tableau 19: Comparaison des concentrations en ions mesurées avec le fond géochimique établi (Ratsimihara, 2014)	58
Tableau 20: Concentration des éléments traces par site et par campagne et confrontation aux seuils disponibles pour définir un état qualitatif	60
Tableau 21: Nombre de micropolluants détectés et quantifiés à chaque station aux deux campagnes.	66
Tableau 22 : Micropolluants uniquement détectés par station et par campagne (Détec. = Détection)	68
Tableau 23: Concentration en micropolluants de type « Produits phytosanitaires » par station et par campagne.	72
Tableau 24: Comparaison des produits phytosanitaires analysés lors du projet ChIEauTerre avec les résultats de l'étude.	73
Tableau 25: Concentration des micropolluants de type « Médicaments » et « Produit chimiques industriels ».	76
Tableau 26 : Synthèse des classes de qualité des échantillons par famille de paramètres.	78
Tableau 27 : Actions et pistes d'études préconisées dans un objectif de qualité des marais	90

Table des annexes

Annexe I :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les paramètres principaux.
Annexe II :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les éléments traces.
Annexe III :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les polluants spécifiques.
Annexe IV :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les produits phytosanitaires.
Annexe V :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les molécules complémentaires.
Annexe VI :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les molécules de la matrice ESU.
Annexe VII :	Plan de prélèvement
Annexe VIII :	Note de prospection des ouvrages souterrains
Annexe IX :	Liste des paramètres analysés
Annexe X :	Texte en vigueur utilisé pour caractériser la qualité des eaux du bassin versant

1. Contexte de l'étude

1.1. Cadre et objectifs de l'étude

L'Office de l'eau de la Guadeloupe souhaite étudier le fonctionnement hydrologique des marais de Port-Louis et estimer leur vulnérabilité vis-à-vis des pressions anthropiques. La réalisation de cette étude a été confiée à Antea Group et Sentinelle Lab.

Le volet « *Hydrogéochimie et qualité des eaux* », ambitionne spécifiquement de :

- Définir l'état qualitatif des marais au travers de mesures in situ, de prélèvements d'eau analysés en laboratoire et d'inventaires des pressions éventuelles s'exerçant sur le site ;
- Estimer la vulnérabilité des marais (dommages ou impacts subis par cet hydrosystème, ainsi que sa capacité de résilience face aux pressions subies) ;
- Fournir aux gestionnaires des recommandations pour la préservation ou la reconquête du milieu aquatique à court et moyen termes.

Dans ce cadre, un programme de prélèvement a été mis en œuvre pour analyser qualitativement les eaux superficielles du milieu de marais et les masses d'eau en interaction avec le milieu, soit les eaux des ravines et les eaux souterraines.

Le présent rapport a pour objectif d'évaluer l'état physico-chimique et chimique des eaux de la zone d'étude vis-à-vis des différentes normes et valeurs seuils et la comparaison avec les données connues sur le secteur. La mise en relation des résultats de l'état des lieux qualitatif et du rapport d'inventaire des activités socio-économiques du secteur permettra la compréhension des pressions exercées sur le milieu et l'évaluation de sa vulnérabilité.

1.2. Localisation de la zone d'étude

Situés en amont du cordon littoral sableux le plus important de Guadeloupe, les marais de Port-Louis sont constitués d'une vaste zone de mangroves, de plans d'eau, de vasières et de prairies humides. S'étendant sur plus de 430 hectares, ces marais, qui correspondent à la partie occidentale ennoyée d'une plateforme carbonatée calcaire, représentent la plus grande zone humide de l'archipel.

Les marais de Port-Louis prennent place dans la partie aval d'un vaste bassin versant (BV) surfacique dont l'aire avoisine les 46,5 km². D'extension Nord-Est / Sud-Ouest, ce BV occupe une partie conséquente de l'unité morpho-structurale correspondant aux Plateaux du Nord de l'île de Grande-Terre.

Ce BV est drainé par un réseau de ravines à écoulement intermittent (Figure 1). Ces objets hydrographiques résultent de l'érosion, par ruissellement d'eau de pluie, du sol et des formations calcaires qui composent le sous-sol de Grande-Terre. Ils présentent localement un lit généralement peu encaissé et sont ici disposés selon un axe principal d'écoulement : la ravine Cassis et ses affluents.

Délimitation du bassin d'alimentation du marais de Port-Louis

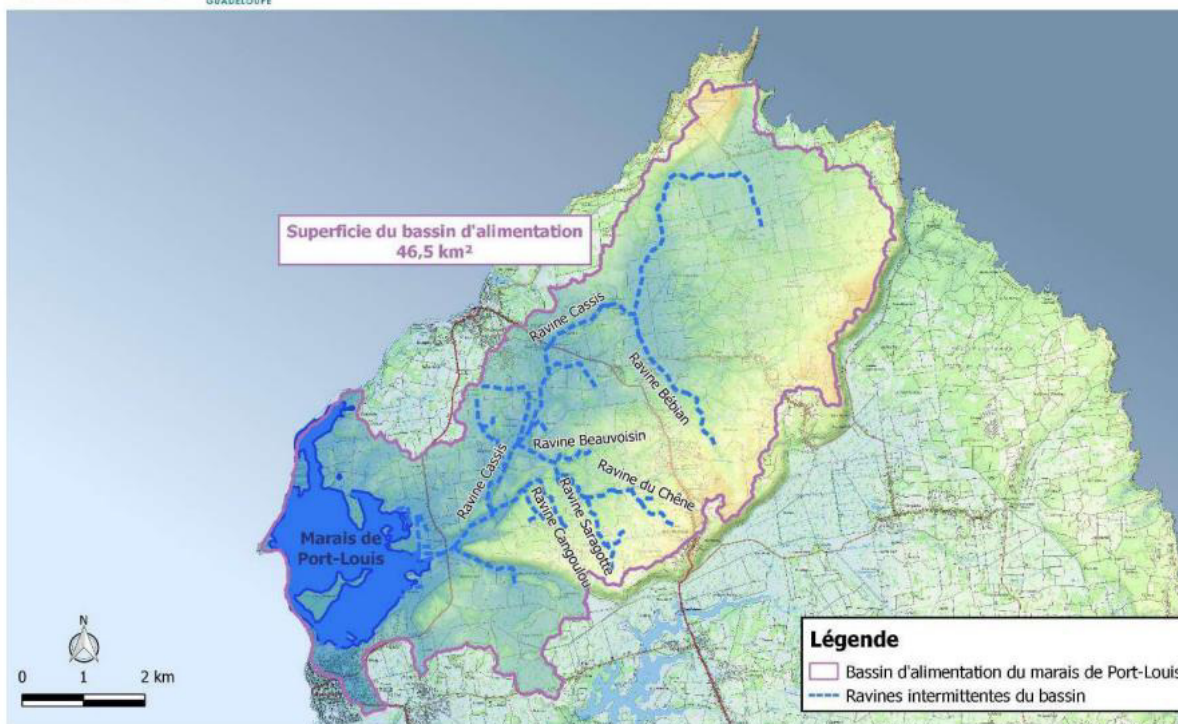


Figure 1 : Localisation du site d'étude des marais de Port-Louis et son bassin versant (source : ODE, 2021)

2. Etat des lieux des données sur la qualité des eaux

2.1. Documents de référence sur la qualité des milieux aquatiques

2.1.1. Historique Loi sur l'Eau

Les efforts de surveillance de la qualité des cours d'eau et l'évolution historique de celle-ci sont présentés dans le cadre d'un rapport de EauFrance de juin 2010. Une synthèse est reprise ci-après.

Depuis la **Première Loi sur l'Eau** (1964), et pendant longtemps, l'objectif était d'évaluer l'aptitude de l'eau à répondre aux différents usages par l'Homme. Ainsi, la règle globale pour l'évaluation de l'état des cours d'eau est de rendre compte de la situation la plus mauvaise ou d'une situation occupée pendant 90 % du temps (percentile 90).

La **Deuxième Loi sur l'Eau** (1992), tout en poursuivant globalement les mêmes objectifs (l'aptitude de l'eau à répondre à différents usages), améliore la surveillance existante :

- D'une part, en augmentant le nombre de paramètres mesurés pour l'évaluation de la qualité (passage d'une vingtaine de paramètres pour la grille 71 - essentiellement les matières organiques, azotées et phosphorées - à environ 130 paramètres dans le SEQ-Eau avec, nouvellement, les micropolluants organiques et minéraux) ;
- D'autre part, en prenant en compte des valeurs-seuils adaptées à la spécificité de certains cours d'eau. Cela se traduit par la mise en place d'une typologie (cours d'eau naturellement pauvres en oxygène, cours d'eau riches en matières organiques, cours d'eau acides, cours d'eau à concentration en matières en suspension élevée, zones de tourbières, cours d'eau à température naturellement élevée).

Les objectifs d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) (2000), repris dans la **Troisième Loi sur l'Eau** (2006), sont très différents des précédents : ils portent leur intérêt non plus sur les usages qui peuvent être fait de l'eau, mais sur l'état écologique des cours d'eau eux-mêmes. Pour atteindre ces objectifs, le nombre de paramètres a augmenté à nouveau en intégrant de nouveaux paramètres biologiques qui font partie, comme les paramètres chimiques, des éléments nécessaires au diagnostic de l'état global d'un cours d'eau.

La Figure 2, ci-dessous, synthétise l'évolution historique de la surveillance de la qualité des cours d'eau.

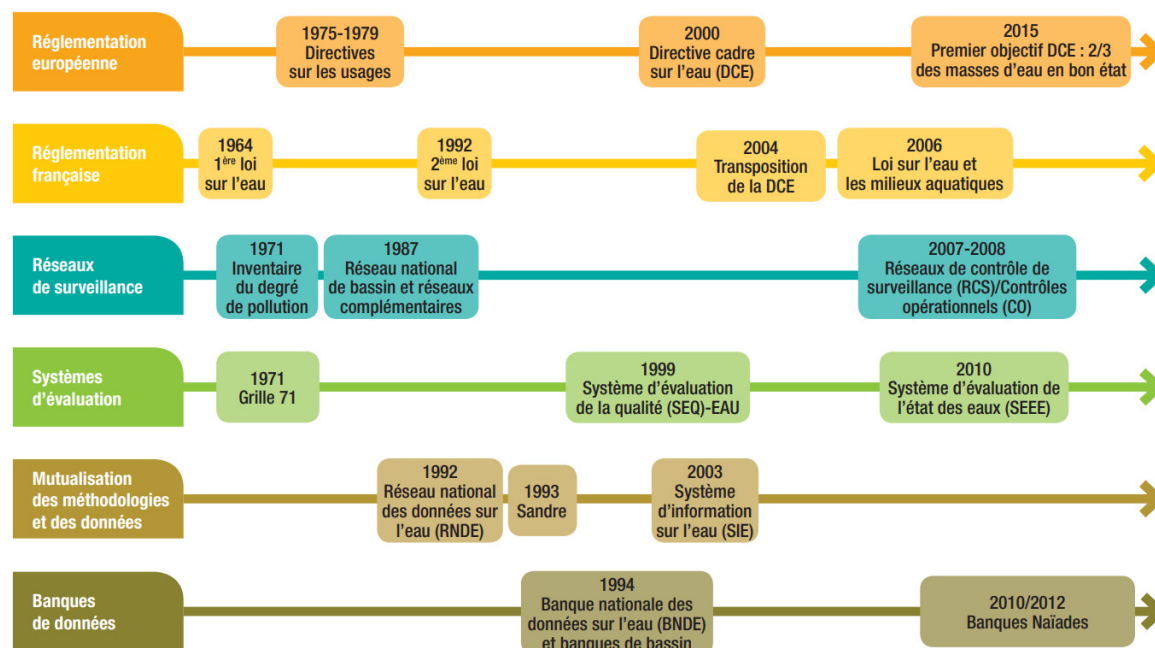


Figure 2 : Synthèse de l'évolution historique de la surveillance de la qualité des cours d'eau (source : EauFrance 2020)

2.1.2. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE), adoptée le 23/10/2000, harmonise la réglementation européenne en matière de gestion de l'eau et instaure l'obligation de protéger et restaurer la qualité des eaux et des milieux aquatiques dans l'ensemble de l'Union Européenne. La transposition de cette directive s'organise en particulier autour de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (dite « LEMA »), adoptée en 2006, qui constitue désormais le texte central de la politique française de l'eau.

La DCE fixe les objectifs environnementaux à maintenir ou à atteindre pour le bon état des milieux aquatiques, cours d'eau, plans d'eau, eaux littorales (côtières et de transitions – estuaires et lagunes) et eaux souterraines (cf classes d'état Tableau 1).

L'atteinte du « bon état » est évalué à l'échelle des masses d'eau correspondantes :

- Eaux de surface : repose sur un « bon état » écologique (basé sur les paramètres biologiques et physico-chimiques et la qualité hydromorphologique) et un « bon état » chimique (basé sur la présence et la concentration d'une liste de substances polluantes) ;
- Eaux souterraines : repose sur un « bon état » chimique (basé sur la présence et la concentration d'une liste de substances polluantes) et un « bon état » quantitatif (basé sur l'équilibre du niveau de la nappe).

Tableau 1 : Définition générale des classes d'état écologique des cours d'eau, plans d'eau, eaux de transitions et eaux côtières en fonction des éléments de qualité (Arrêté du 9/10/23)

	TRÈS BON ÉTAT	BON ÉTAT	ÉTAT MOYEN	ÉTAT MÉDIOCRE	ÉTAT MAUVAIS
DÉFINITION GÉNÉRALE	Les valeurs des éléments de qualité biologique pour la masse d'eau de surface correspondent à celles normalement associées à ce type dans des conditions non perturbées et n'indiquent pas ou très peu de distorsions. Il s'agit des conditions et communautés caractéristiques. Pas ou très peu d'altérations anthropogéniques des valeurs des éléments de qualité physico-chimiques et hydromorphologiques applicables au type de masse d'eau de surface par rapport aux valeurs normalement associées à ce type dans des conditions non perturbées.	Les valeurs des éléments de qualité biologique applicables au type de masse d'eau de surface montrent de faibles niveaux de distorsion résultant de l'activité humaine, mais ne s'écartent que légèrement de celles normalement associées à ce type de masse d'eau de surface dans des conditions non perturbées.	Les valeurs des éléments de qualité biologique applicables au type de masse d'eau de surface s'écartent modérément de celles normalement associées à ce type de masse d'eau de surface dans des conditions non perturbées. Les valeurs montrent des signes modérés de distorsion résultant de l'activité humaine et sont sensiblement plus perturbées que dans des conditions de bonne qualité.	Les eaux montrant des signes d'altérations importantes des valeurs des éléments de qualité biologique applicables au type de masse d'eau de surface et dans lesquelles les communautés biologiques pertinentes s'écartent sensiblement de celles normalement associées au type de masse d'eau de surface dans des conditions non perturbées sont classées comme médiocres.	Les eaux montrant des signes d'altérations graves des valeurs des éléments de qualité biologique applicables au type de masse d'eau de surface et dans lesquelles font défaut des parties importantes des communautés biologiques pertinentes, normalement associées au type de masse d'eau de surface dans des conditions non perturbées, sont classées comme mauvaises.

Afin de mesurer les effets des mesures mises en œuvre pour l'atteinte de ces objectifs environnementaux, une surveillance de l'ensemble des types de masses d'eau est menée par l'Office de l'Eau. Sur chaque type de masse d'eau, des prélèvements et analyses adaptés aux objectifs poursuivis sont mis en œuvre chaque année.

Les normes de qualité et valeurs seuils sont définies dans des arrêtés ministériels et précisées dans des guides techniques. Les textes de référence en vigueur utilisés dans cette étude sont :

- ➔ Arrêté 09/10/23 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique des eaux de surface (1);
- ➔ Guide relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surfaces continentales, 2023, 4^e cycle (2) ;
- ➔ Guide relatif aux règles d'évaluations de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE, 2018 (3);
- ➔ Guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la DCE en police de l'eau IOTA/ICPE de novembre 2012 (4)
- Guide d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraines et d'établissement des valeurs seuils, 2012 (5) ;
- ➔ Guide d'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraines, 2012.

Les résultats associés à l'état des masses d'eau et les objectifs environnementaux issus de ces résultats sont présentés dans le SDAGE incluant les districts de la Guadeloupe et de Saint-Martin.

Il est également important de préciser que les valeurs seuils et normes utilisées sont théoriquement appliquées sur un nombre plus important de campagnes (minimum 4 dans le cadre de la DCE). Ainsi, les résultats sont pondérés par des moyennes ou l'utilisation de percentiles 10 ou 90. Dans le cadre de cette étude, il a été choisi d'appliquer ces valeurs seuils et normes aux résultats disponibles pour chaque campagne. Le biais identifié serait une « maximisation » vers un mauvais résultat.

2.1.3. Réglementation relative aux eaux destinées à la consommation humaine

La réglementation européenne encadrée par la Directive 98/83/CE, transposée au code de la santé publique définit les limites et références de qualité que doivent respecter les **eaux brutes et eaux destinées à la consommation humaine**. Ces valeurs sont annexées à l'arrêté du **11 janvier 2007**.

Deux types d'eau sont distingués au sein de cet arrêté, avec des seuils réglementaires respectifs.

- **Les eaux destinées à la consommation humaine (hors eaux conditionnées)** sont définies d'après l'article R 1321-1 du Code de la Santé Publique (CSP) (6). Il s'agit de :
 - ➔ Toutes les eaux qui, soit en l'état, soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'une citerne, d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs, y compris les eaux de source ;
 - ➔ Toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances, destinés à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale, y compris la glace alimentaire d'origine hydrique.

Elles doivent être "conformes aux limites de qualité", "satisfaire aux références de qualité", en particulier "établies à des fins de suivi des installations de production, de distribution [...]", et ne pas contenir une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes (Articles R1321-2 et 3 du CSP).
- **Les eaux brutes utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau pour la consommation humaine** doivent également satisfaire des limites de qualité. Sont distinguées :
 - ➔ Les eaux brutes de toutes origines ;
 - ➔ Les eaux douces superficielles, étant définies au sein de l'article R1321-37 du CSP (7) comme les eaux des cours d'eaux, canaux, lacs et étangs appartenant ou non au domaine public.

2.2. Données connues sur le site d'étude

2.2.1. Etat des masses d'eau de la DCE

2.2.1.1. Cours d'eau et plans d'eau

Au sein de l'archipel guadeloupéen, les Masses d'Eau Cours d'Eau (MECE) recensées par la DCE sont exclusivement situées sur la Basse-Terre.

Une seule masse d'eau est incluse dans le district hydrographique : le plan d'eau de Gaschet, situé en environ 3,5 km au sud du site d'étude.

Ainsi, aucune masse d'eau cours d'eau ni plan d'eau n'est suivie qualitativement au sens de la DCE au droit du site d'étude. Le plan d'eau de Gaschet se trouve cependant à proximité au sud des marais de Port-Louis, son état écologique et chimique est donc présenté à titre informatif.

Le plan d'eau de Gaschet est suivi depuis 2017 et est classé dans la catégorie des masses d'eau artificielles (MEA). Dans le SDAGE 2022 – 2027, les objectifs environnementaux (Tableau 2) pour l'atteinte de son bon état ont été établis sur la base de 4 mois de données acquises. L'évaluation est donc peu représentative de l'état réel du plan d'eau :

- Etat écologique : jugé « moyen » avec comme pressions globales les Espèces Exotiques envahissantes (EEE), l'azote agricole et les produits phytosanitaires, les éléments déclassants étant la transparence, l'arsenic, le cuivre et le zinc ;
- Etat chimique : jugé « bon ».

Un report de délais à 2027 pour l'atteinte du bon état global est visé. Une prise en compte des caractéristiques du fond géochimique est attendue pour la prochaine évaluation de l'état.

Tableau 2 : Objectifs environnementaux globaux du plan d'eau Gaschet (source : SDAGE 2022 - 2027)

Code masse d'eau	Masses d'eau	OE quantitatif	OE chimique	OE global	Commentaire sur l'échéance 2027 Justification des reports au-delà de 2039
-	Gaschet	RD 2027	BE 2021	RD 2027	Écologique : Les masses d'eau ayant un fond géochimique d'origine naturelle ne peuvent pas faire l'objet d'un report de délai pour conditions naturelles ou d'un objectif moins strict. Une mesure concernant l'étude du fond géochimique est prévue dans le PDM, le fond géochimique sera pris en compte dans l'évaluation de l'état (Cu, Zn).

2.2.1.2. Eaux de transition et côtières

La masse d'eau côtière à l'exutoire des marais de Port-Louis est la MEC FRI07B Grand Cul de Sac Marin Nord.

Elle est jugée (Tableau 3) en :

- « Bon » état chimique dans l'état des lieux 2015 ;
- Etat écologique « moyen » dans l'état des lieux de 2019, avec comme éléments déclassants l'état du corail et le chlordécone. Les pressions identifiées sont l'assainissement (forte), l'azote agricole, les phytosanitaires et le tourisme. L'ensemble de ces pressions induit un objectif moins strict de qualité de la masse d'eau pour cause de faisabilité technique. En effet il semble peu probable d'effacer l'ensemble de ces pressions lors du cycle 2022-2027.

Tableau 3 : Objectifs environnementaux globaux de MEC FRIC7A soumise à OMS (source : SDAGE 2022-2027)

Code masse d'eau	Masses d'eau	Pressions globales (fortes, moyennes)	OE global	OE global (sans chlordécone / ubiquistes)	Commentaire et justification des reports	Type de dérogation
FRIC 07A	Grand Cul de Sac Marin Sud	Assainissement, rejets industriels, azote agricole, dynamique trait de côte, EEE	OMS	OMS	Écologique : Plus de quatre pressions sont inventoriées sur la masse d'eau, dont une pression forte : Assainissement : la masse d'eau reçoit entre autres les eaux issues de la STEU du Lamentin (4 000EH) et Morne à l'Eau (8 000EH). Cette dernière étant qualifiée non conformes par l'observatoire de l'eau, comme 70% des STEU de plus de 1 500EH sur le district. La pollution est estimée à 5 kg/j de NTK. À cela s'ajoute une forte pression par l'ANC qui concerne 74% de la population sur la zone pour lesquels 87% des installations sont non conformes. Rejets industriels : Un rejet est inventorié (Syvade) induisant une pression modérée sur la masse d'eau. Cette pression est constante et modérée. Azote agricole : La quantité d'azote lixivié, principalement due à la culture de canne, est estimée entre 500 et 850 T/an. Cette pression n'est pas vouée à diminuer. EEE : La présence du poisson lion et de l'halophile (phanérogame marin) en quantité abondante induit une pression modérée sur le milieu. Leur propagation est vouée à se stabiliser. L'ensemble de ces pressions induit un objectif moins strict de qualité de la masse d'eau pour cause de faisabilité technique. En effet il semble peu probable d'effacer l'ensemble de ces pressions lors du cycle 2022-2027.	FT (4 pressions ou plus)

2.2.1.3. Eaux souterraines

La masse d'eau souterraine au droit des marais de Port-Louis et de son bassin versant est la masse d'eau FRIG7 aussi nommée GDT1 Grande-Terre Supérieure.

Elle est jugée (Tableau 4) en :

- Etat quantitatif « médiocre » à cause d'une importante pression de prélèvements qui induit des intrusions salines ;
- Etat chimique « mauvais », en détérioration depuis 2015 du fait des intrusions salines.

Un report de délai à 2027 pour l'atteinte du bon état a été affecté à la masse d'eau pour cause de conditions naturelles du fait de sa détérioration irréversible par l'intrusion saline. Les mesures de non-dégradation présentes dans le PDM devront être appliquées (notamment la régularisation administrative des prélèvements).

Tableau 4 : Objectifs environnementaux globaux de MESO FRI7 soumise à report de délais
(source : SDAGE 2022-2027)

Code masse d'eau	Masses d'eau	Pressions globales (fortes, moyennes)	OE global	Commentaire sur l'échéance 2027 Justification des reports au-delà de 2039	Type de dérogation
FRIG007	Grande-Terre 1	Prélèvements, pesticides agricoles, assainissement, fertilisants agricoles, décharges	2027	Quantitatif et chimique : Des mesures visant à améliorer la connaissance sur les milieux aquatiques et à régulariser la situation réglementaire des captages sont prévues dans le PDM. En attendant leur mise en œuvre, la masse d'eau fait l'objet d'un report de délai.	CN et FT

2.2.2. Etudes existantes

Il existe peu de données antérieures à la présente étude disponibles pour définir la qualité des eaux de surface (douces ou marines/saumâtres) ou souterraines du bassin versant. Les éléments issus de la bibliographie, pertinents pour l'évaluation, l'analyse et l'état des eaux du milieu sont détaillés ci-après.

2.2.2.1. Projet ChlEauTerre

Le projet ChlEauTerre, issu d'une convention entre l'Etat, l'Office de l'Eau, le Cirad et l'INRA a été mené dans l'objectif d'améliorer la cartographie des zones à risque de contamination par la chlordécone de la Guadeloupe continentale.

Ce projet est organisé autour de deux axes principaux :

- Dresser un état des lieux général de la contamination des bassins versants par les pesticides,
- Identifier, par une approche intégrée par bassin versant, les zones terrestres concernées par une contamination par la chlordécone, en les distinguant de celles qui ne le sont pas.

Dans ce cadre, le bassin versant de la ravine Cassis a été analysé via la réalisation de prélèvements sur les secteurs amont et aval de la ravine. Les résultats d'échantillonnage révèlent notamment la présence de pesticides (herbicides) dans les eaux de ruissellement prélevées *in situ* en saison humide :

- Site amont (26/11/2015) :
 - Substances de concentration > 1 µg/L : **2,4-D**, **AMPA**, Asulam, Fluroxypyr, **Métolachlore (R+S)**, Triclopyr ;
 - Substances de concentration < 1 µg/L : **Glyphosate**, Mésotrione.

- Site aval (25/11/2015) :
 - Substances de concentration > 1 µg/L : Clopyralide ;
 - Substances de concentration < 1 µg/L : **Hydroxyatrazine**, Triclopyr.

L'impact de ces pressions agricoles sur la zone humide n'a pas été évalué dans le cadre du projet.

Parmi les molécules quantifiées dans le cadre du projet ChlEauTerre, les substances surlignées précédemment ont également été recherchées dans le cadre de la présente étude ; leur concentration et leur localisation sont présentées en Figure 3 Les résultats d'échantillonnage pourront donc être comparés.

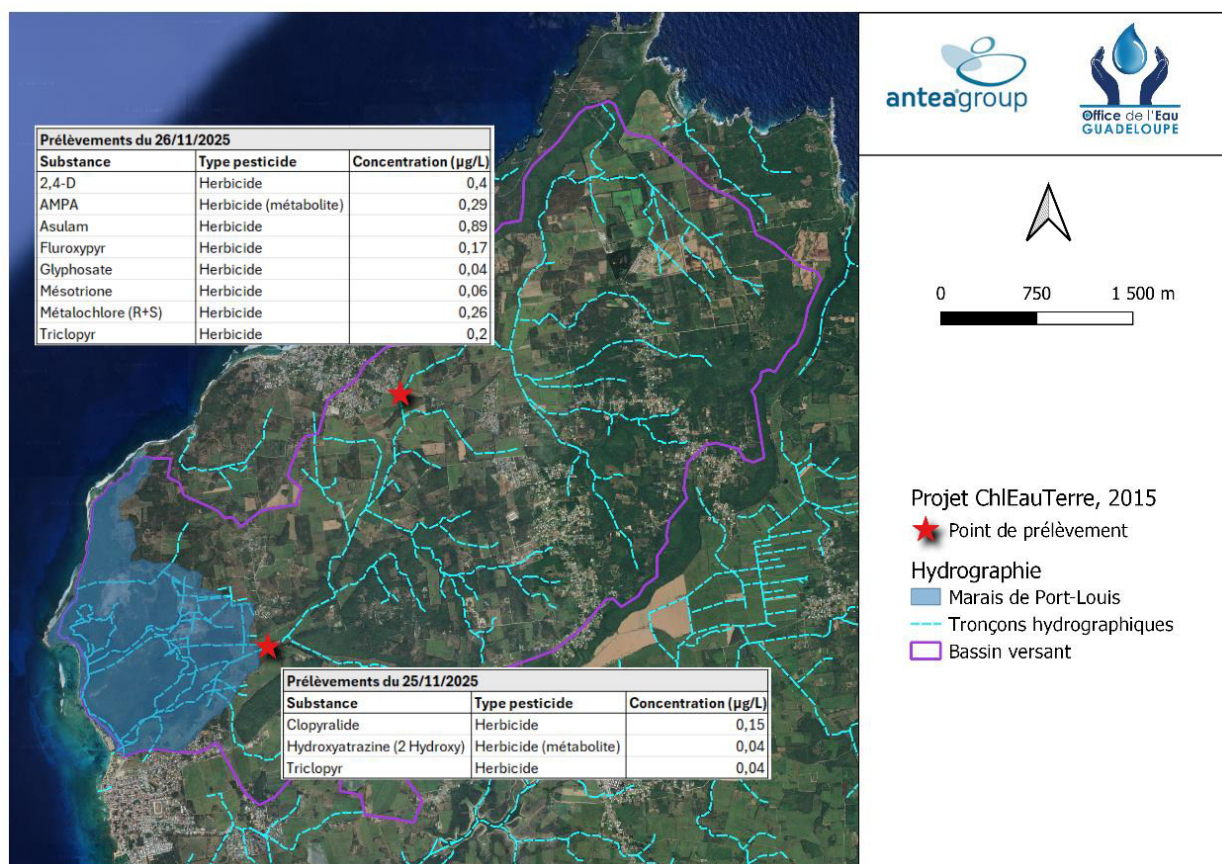


Figure 3 : Résultats des analyses de pesticides dans les eaux du bassin d'alimentation des marais de Port-Louis, projet ChlEauTerre (source : ODE, 2021)

2.2.2.2. Surveillance de l'état chimique des masses d'eau souterraine de la Guadeloupe au titre de la DCE – BRGM, 2018

La surveillance des masses d'eau est effectuée par le BRGM. Dans le rapport associé, les valeurs de concentration des différents paramètres analysés y sont présentées. La masse d'eau Grande-Terre au droit du projet est suivie à partir des piézomètres Charropin et Pelletan.

Les points d'eau du réseau de contrôle opérationnel (RCO) sont présentés en Figure 4 et du réseau de contrôle d'enquête et de surveillance (RCS) en Figure 5.

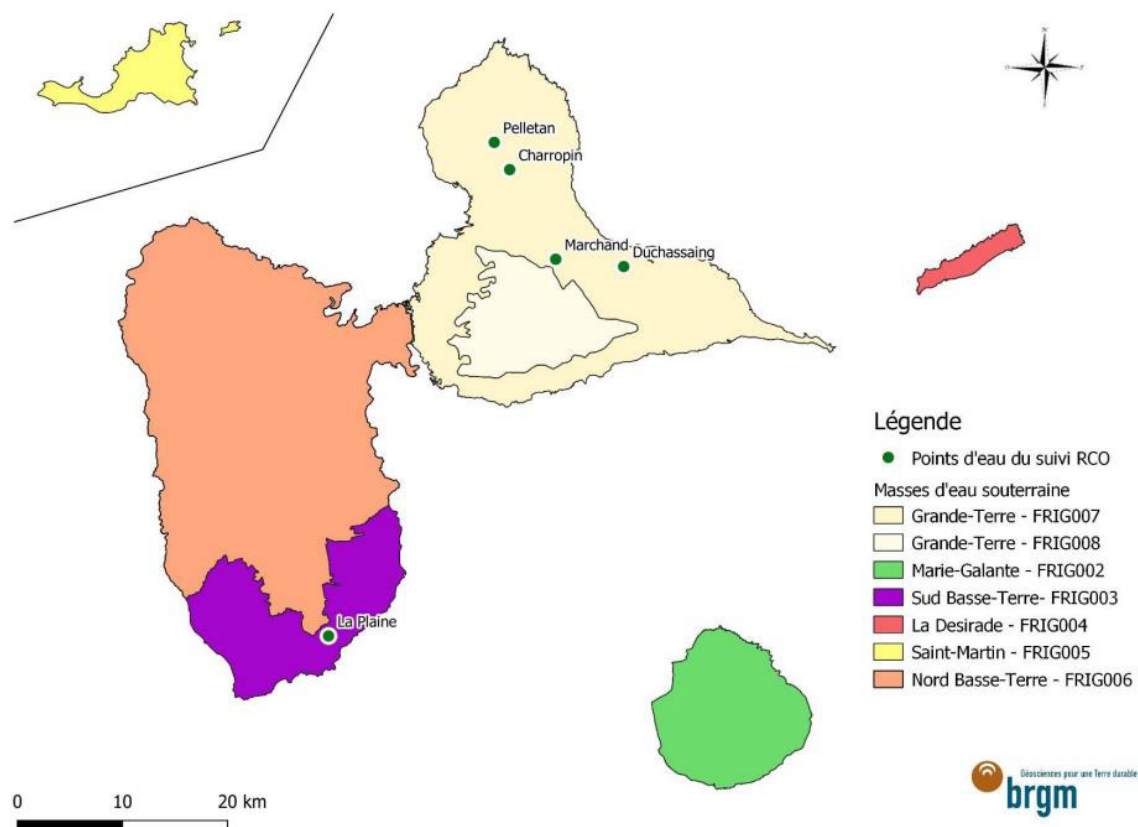


Figure 4: Localisation des points d'eau du réseau de contrôle opérationnel (RCO) des masses d'eau souterraines de Guadeloupe (source : BRGM, 2022)

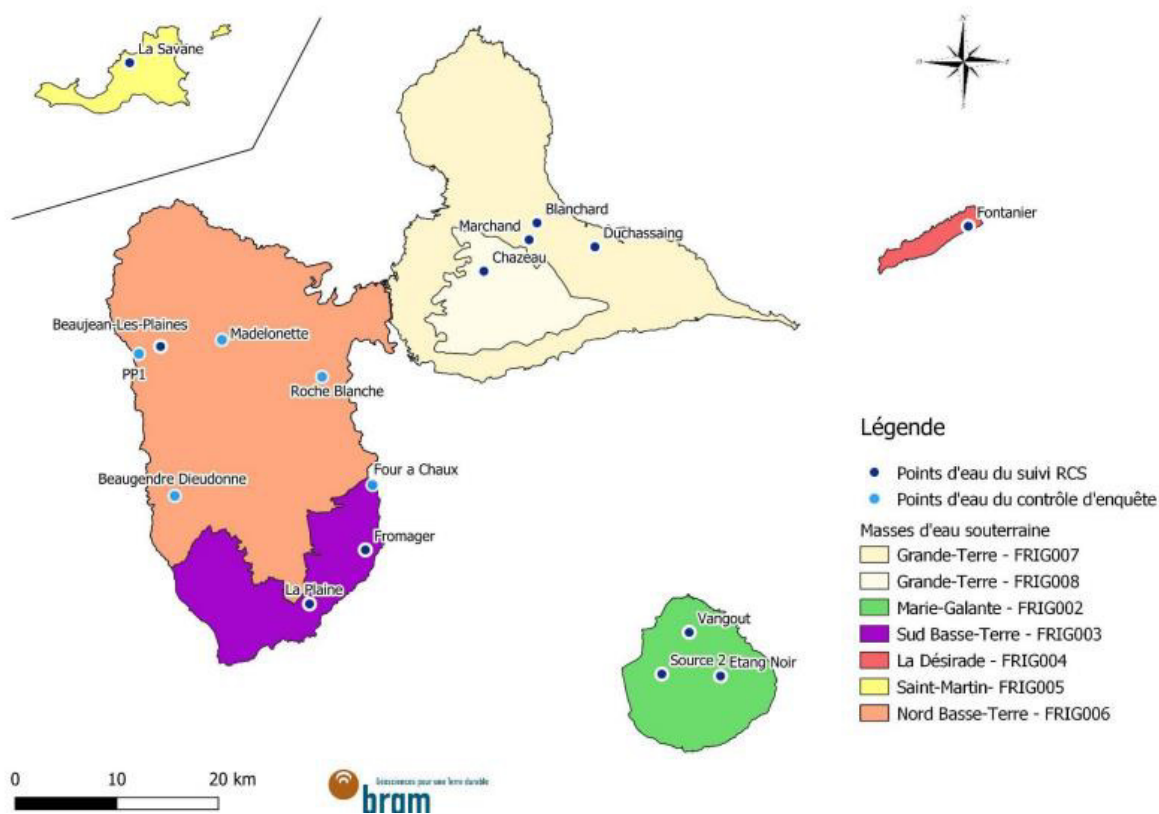


Figure 5: Localisation des points d'eau du réseau de contrôle d'enquête et de surveillance (RCS) des masses d'eau souterraines de Guadeloupe (source : BRGM, 2022)

Les paramètres recherchés spécifiquement au droit des forages sont les suivants (Tableau 5) :

Tableau 5 : Paramètres recherchés spécifiquement au droit des forages de suivi de la masse d'eau Grande-Terre (source : BRGM)

CHARROPIN	BSS002NGQS	Petit-Canal	Forage AEP	Température, conductivité électrique, pH, Potentiel Redox, Oxygène dissous Hydrogénocarbonates (HCO_3^-), Carbonates (CO_3^{2-}), Chlorures (Cl^-)*, Sulfates (SO_4^{2-}), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}), Sodium (Na^+)*, Potassium (K^+), nitrates (NO_3), bromures (Br^*),
PELLETAN	BSS002NGMX	Port-Louis	Forage AEP	Température, conductivité électrique, pH, Potentiel Redox, Oxygène dissous Hydrogénocarbonates (HCO_3^-), Carbonates (CO_3^{2-}), Chlorures (Cl^-)*, Sulfates (SO_4^{2-}), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}), Sodium (Na^+)*, Potassium (K^*), nitrates (NO_3), bromures (Br^*)

- Concentrations en fer et manganèse globalement peu élevées (<50 $\mu\text{g/L}$ et <5,0 $\mu\text{g/L}$ respectivement) → à noter que des valeurs élevées ne sont pas forcément révélatrices de pollution mais peuvent traduire des conditions réductrices en présence de matière organique et dépendre de la nature des lithologies traversées par l'eau ;
- Eléments chlorure et sodium rencontrés en concentration supérieure aux normes → indicateur d'intrusion saline → origine majoritairement naturelle, le fond géochimique résultant des interactions entre l'eau de pluie, les roches volcaniques ou calcaires et l'eau de (Ratsmihara et al., 2014). Ce phénomène est particulièrement accéléré par l'action des pompages.

Le faciès géochimique de Pelletan et en particulier Charropin tend à évoluer vers un **pôle chloruré sodique** (NaCl), ce qui indique bien une influence marine sur le secteur (Diagramme de Piper) (Figure 6).

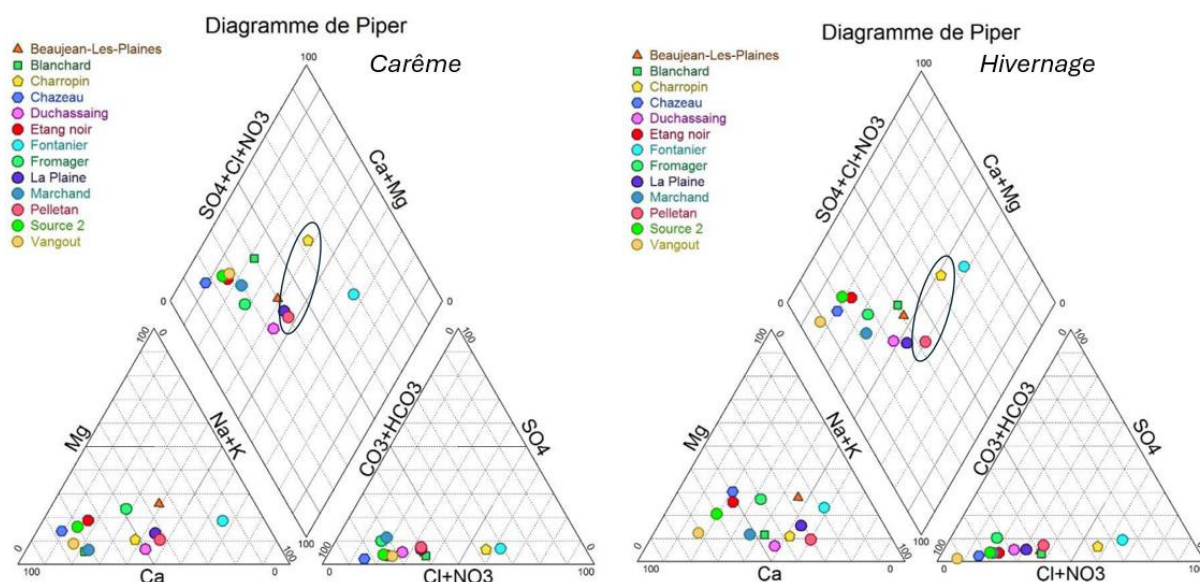


Figure 6: Diagramme de Piper des campagnes de carême et d'hivernage 2018 au droit des différents piézomètres de Grande Terre (source : BRGM, 2018)

Dans le détail, les valeurs relevées pour chacun des autres paramètres sur la masse d'eau Grande-Terre sont les suivantes :

- Paramètres avec norme de qualité ou valeur seuil (2008) :
 - Fluorures : valeurs inférieures à 1,5 mg/L (limite de qualité pour l'eau destinée à consommation humaine) ;

- Ammonium : valeurs inférieures à 0,1 mg/L (référence de qualité pour les eaux destinées à la consommation humaine) ;
- *Nitrates et nitrites* : aucun dépassement de la valeur seuil mais valeurs de nitrates globalement supérieures à 10 mg/L, révélatrices d'une contamination anthropique ;
- *Glyphosate et métabolite AMPA* : détecté en 2009 au piézomètre Duchassaing situé au secteur sud de la masse d'eau
- Produits phytosanitaires :
 - Produits organochlorés interdits d'utilisation :
 - *Métolachlore* quantifié au point de suivi Chazeau en 2017
 - *HCH Beta* détecté dans la masse d'eau FRIG001 (FRIG007 + FRIG008)
 - *Hexazinon* (herbicide à large spectre interdit d'utilisation en France depuis 2007) : molécule retrouvée avant 2014) ;
 - *Atrazine* (herbicide épandue sur les cultures de canne à sucre, interdite depuis 2003 dans l'UE) : 2-hydroxyatrazine et désaltrasine retrouvé quantifié dans les eaux souterraines depuis 2015 en valeurs inférieures à 0,1 µg/L à proximité du secteur d'étude.

Aucun dépassement de normes de paramètres d'origine anthropique vis-à-vis de la DCE, toutefois, de fréquentes détections de substances phytosanitaires ont été mises en évidence sur les captages de la masse d'eau souterraine Grande-Terre, en particulier au droit de Blanchard et Duchassaing (sur la commune du Moule). Le « bon état » de la masse d'eau n'est pas remis en cause (Tableau 6 et 7).

Tableau 6 : Etat chimique préliminaire des points d'eau de la Grande Terre vis à vis des exigences de la DCE sur les années 2016 – 2018 (source : BRGM, 2018)

Code masse d'eau	Nom du point d'eau	Concentration en nitrates (seuil DCE 50 mg/l)	Concentrations en Chlorures (Seuil DCE 250 mg/l)	Concentrations en Sodium (Seuil DCE 200 mg/l)	Concentrations des substances actives des produits phytosanitaires (seuil DCE 0.1 µg/l)	Somme des concentrations des substances actives des produits phytosanitaires (seuil DCE 0.5 µg/l)	Autres polluants (seuils DCE - AM du 17/12/2008)	Etat / Nitrates	Bat / paramètres indicateurs d'intrusion marine	Bat / Pesticides	Bat / Autres polluants
Grande-Terre - FRIG001	BLANCHARD (RCS)				2-hydroxy-atrazine 0,120 µg/L	Total : 0,174 µg/l					
	DUCHASSAING (RCS + RCO)										
	MARCHAND (RCS + RCO)										
	CHAZEAU (RCS)										
	CHARROPIN (RCO)		359 mg/l								
	PELLETAN (RCO)										

Tableau 7 : Synthèse de l'état de la masse d'eau souterraine Grande-Terre (source : BRGM, 2018)

Masse d'eau	Superficie masse d'eau en km²	Nombre de points supérieurs aux valeurs seuils	Existe-t-il au moins 1 point supérieur aux valeurs seuils ?	Paramètres déclassants	Surface dégradée supérieure à 20 % de la surface de la MESO	Présence d'un captage AEP > 10 m³/j dans la zone dégradée	Si AEP, nécessité d'un traitement supplémentaire excessif...	Usages humains compromis ?	Incidence sur les cours d'eau	Incidence sur les écosystèmes associés	Intrusion saline anthropique observée	Niveau de confiance de l'évaluation	Etat de la masse d'eau
Grande-Terre (FRIG001)	597	2 sur 6	Oui	Chlorures Pesticides	Non	Oui	Non	Non	?	?	Oui	Faible	Bon état

2.2.2.3. Identification des zones à risque de fond géochimique élevé dans les cours d'eau et eaux souterraines de la Guadeloupe – BRGM, 2008 et 2014

La connaissance des fonds géochimiques naturels est nécessaire pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau. En effet cela permet de distinguer les éléments traces naturellement présents dans les milieux et ceux résultant des activités humaines. La délimitation des zones à risque de fond géochimique élevé s'est appuyée sur l'ensemble des données collectées, bibliographiques et données brutes.

La liste des éléments caractérisant le fond géochimique élevé au droit de la nappe de Grande Terre et particulièrement des Plateaux du Nord est présentée dans les tableaux ci-dessous avec les incertitudes quantitatives associées.

Trois composantes régissent la composition chimique de la nappe de Grande-Terre :

- La nature calcaire des formations géologiques imposant un faciès bicarbonaté calcique ;
- La proximité de la mer créant une interface eau douce/salée le long des côtes. Selon la position de l'interface, les eaux sont plus ou moins minéralisées.
- L'influence des pompages, via des forages

En effet, « si dans certains secteurs les données sont abondantes et permettent d'affirmer avec certitude qu'un risque de fond géochimique existe, d'autres secteurs présentent peu de données et seule une approche « prédictive » basée sur les connaissances acquises dans des contextes géologiques équivalents permet de délimiter le risque. Pour rendre compte de cela, une estimation du niveau de confiance attribué a été proposée suivant 3 niveaux de confiance » (BRGM, 2014).

Les conclusions de l'étude de 2014 menée par le BRGM sont :

- Pour les eaux souterraines (Tableau 8) : sur l'ensemble de la masse d'eau de Grande-Terre, un fond géochimique élevé est attribué pour les éléments calcium, magnésium, sodium, et chlorures.

Les Plateaux du Nord incluant les marais de Port-Louis se voient attribuer un fond géochimique élevé en sodium et chlorures.

Classés dans la catégorie des fonds géochimiques faibles, se retrouvent les sulfates, l'aluminium, l'arsenic, le bore, le baryum, le chrome, le cuivre, le fluor, le lithium, le manganèse, le nickel, le sélénium et le zinc.

Tableau 8 : Eléments caractéristiques du fond géochimique élevé pour les eaux souterraines
(source : BRGM, 2014)

Masse d'eau souterraine	Libellé de la masse d'eau	Code MESO	Sous unités	Fonds géochimiques faibles	Fonds géochimiques moyens	Fonds géochimiques élevés et niveaux de confiance		
						faible	moyen	fort
Grande-Terre	Calcaires de Grande-Terre	FRIG001	Plateaux du Nord	Al, As, B, Ba, Cr, Cu, F, Li, Mn, Ni, Se, Zn, SO4				Ca, Mg, Na, Cl
			Plaine de Grippon					
			Grands-Fonds					
			Plateaux de l'Est					

- Pour les eaux de surface (Tableau 9) : Le calcium et le magnésium sont classés en fond géochimique élevé dans le sous-secteur des Plateaux du Nord.

Tableau 9 : Eléments caractéristiques du fond géochimique élevé pour les eaux de surface
(source : BRGM, 2014)

Secteur géographique	Sous-secteurs (analogie avec les MESO)	Fonds géochimiques faibles	Fonds géochimiques moyens	Fonds géochimiques élevés et niveaux de confiance		
				faible	moyen	fort
Grande-Terre	Plateaux du Nord	Impossible de statuer			Ca, Mg	
	Plaine des Grippons (Canal des Rotours)	Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, F, Fe, Li, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn				Ca, Mg, Na, Cl, SO4
	Grands-Fonds	Impossible de statuer			Ca, Mg	
	Plateaux de l'Est	Impossible de statuer			Ca, Mg	

La caractérisation quantitative du fond géochimique des Plateaux du Nord permet la comparaison aux valeurs issues de l'échantillonnage de la présente étude des marais de Port-Louis. En ce sens, les valeurs de concentration du fond géochimique disponibles dans le rapport BRGM sont synthétisées ici.

- ➔ Valeurs indicatives du fond géochimique pour les ions majeurs pour les eaux souterraines de la Grande Terre (Tableau 10) :

Tableau 10 : Concentrations des ions majeurs relevées dans la bibliographie sur la masse d'eau souterraine Grande Terre (source : BRGM, 2008 et 2014)

(mg/L)	Calcium	Magnésium	Sodium	Chlorures	Sulfates
Rapport BRGM, 2014	68,4 - 139,5	5,9 - 49,9	19 - 324	24,3 - 646,7	6,3 - 83,7
Rapport BRGM, 2008	>60	>17	158 – 385	206 – 1189	137
Etude Beretta et Al, 1988	0 – 175	0 – 150	25 – 300	0 – 550	0 – 125

- ➔ Pour les eaux de surface, la bibliographie est limitée. En 2014, seul le canal des Rotours, situé sur la commune de Morne-à l'eau, a fait l'objet d'analyses. Ainsi, les stations de suivi par la DSDS donnent les concentrations suivantes (Tableau 10) :

Tableau 11 : Concentrations des ions majeurs relevées dans la bibliographie sur les eaux de surface de Grande Terre (source : BRGM, 2008 et 2014)

(mg/L)	Calcium	Magnésium
Rapport BRGM, 2014	Jusqu'à 301,9	Jusqu'à 558,1
Rapport BRGM, 2008	Jusqu'à 126	Jusqu'à 15

- ➔ Pour les éléments traces : aucune analyse de concentration n'est disponible, cependant, en raison de la nature lithologique des aquifères concernés et l'absence de minéralisations associées, le fond géochimique attendu pour les éléments traces doit être faible.
- ➔ En ce qui concerne les éléments indésirables, certains sont détectés à des teneurs non négligeables (Tableau 12) :

Tableau 12 : Concentrations d'éléments indésirables relevées sur les eaux de surface de Grande Terre (source : BRGM, 2014)

(µg/L)	Bore	Fer	Lithium	Manganèse
Rapport BRGM, 2014	Jusqu'à 2268	Jusqu'à 220	Jusqu'à 81,2	Jusqu'à 110

2.2.3. Synthèse des données existantes

Le Tableau 13 synthétise les conclusions des études présentées précédemment pour chaque masse d'eau.

Tableau 13 : Synthèse des éléments de comparaison à utiliser dans l'évaluation de l'état des masses d'eau du secteur d'étude, issus de la bibliographie

	Masse d'eau marais	Masse d'eau de surface	Masse d'eau souterraine
Etat DCE	Masse d'eau côtière : Etat écologique « moyen » Etat chimique « bon »	Plan d'eau Gaschet : Etat écologique « moyen » Etat chimique « bon »	Masse d'eau Grande-Terre : Etat quantitatif « médiocre » Etat chimique « mauvais »
Pressions et éléments déclassants DCE	<u>Pressions globales :</u> Assainissement, rejets industriels, azote agricole, dynamique trait de côte, EEE <u>Eléments déclassants :</u> l'état du corail et le chlordécone	<u>Pressions globales :</u> EEE, azote agricole, produits phytosanitaires. <u>Eléments déclassants :</u> la transparence, l'arsenic, le cuivre et le zinc.	<u>Pressions globales :</u> Prélèvements, pesticides agricoles, assainissement, fertilisants agricoles, décharges. <u>Eléments déclassants :</u> intrusions salines.
Fond géochimique élevé		Eléments Ca et Mg (<i>Etude BRGM, 2014</i>)	Eléments Ca, Mg, Na, Cl Faciès géochimique pôle chloruré sodique (<i>Etude BRGM, 2014</i>)
Paramètres relevés dans la bibliographie		Ravine Cassis : 2,4-D, AMPA Métolachlore (C > 0,1µg/L) et Glyphosate, Hydroxyatrazine (C > 0,1µg/L) (<i>Projet ChlEauTerre</i>)	-Chlorure et sodium supérieurs au seuil -Fluorures, Ammonium, Nitrates et Glyphosate détectés -Produits phytosanitaires déjà détectés : Métolachlore, HCH Beta, Hexazinon, Atrazine (<i>Suivi DCE</i>)

3. Présentation des campagnes d'échantillonnage

3.1. Plan de prélèvement

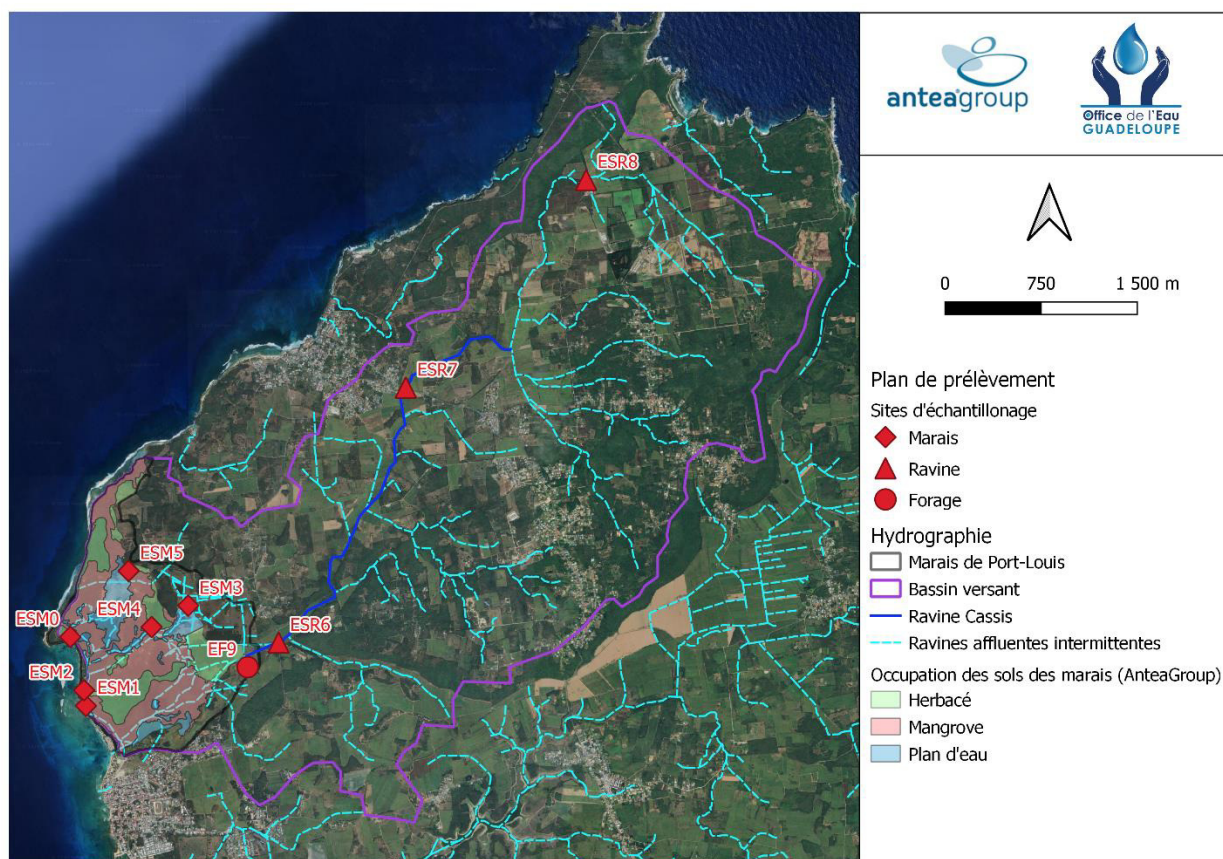
3.1.1. Sélection des sites d'échantillonnage

A l'issue d'une campagne prospective réalisée sur le site d'étude en février 2024, un plan de prélèvement a été arrêté avec le maître d'ouvrage (rapport 129875 vA, Annexe I).

Celui-ci définit les 10 stations faisant l'objet d'un échantillonnage en période de carême et d'hivernage. Les stations sont réparties comme il suit :

- Les points 0 à 5 permettent d'étudier les eaux saumâtres/salées des marais. Ils sont appelés et numérotés de ESM0 à ESM5 dans la suite du document.
- Les points 6 à 8 permettent d'étudier la ravine Cassis alimentant en eau douce les marais. Ils sont appelés ESR6 à ESR8 dans la suite du document.
- Le point 9 permet d'étudier les eaux douces souterraines, prélevées à partir d'un forage. Il est appelé EF9 dans la suite du document.

La Figure 7 suivante présente la localisation des dix sites de prélèvements répartis sur les différents milieux.



3.1.2. Campagnes d'échantillonnage

Deux campagnes d'échantillonnages ont été réalisées à deux saisonnalités distinctes :

- En saison sèche (période de basses eaux ou Carême), les **19 et 20 février** pour les eaux de surface et le **7 mars 2024** pour les eaux souterraines ;
- En saison humide (Période de hautes eaux ou Hivernage), les **16 et 17 septembre 2024**.

3.2. Méthodologie d'échantillonnage

3.2.1. Echantillonnage des eaux superficielles

Les prélèvements d'eaux de surface ont été réalisés conformément à la norme ISO 5667, en particulier la norme ISO5667-6 « Guidance on sampling of rivers and streams ».

L'échantillonnage des sites de prélèvement ESM0 à 5 et ESR6 à 8 a été réalisé selon les étapes successives suivantes :

1. *Inspection visuelle du site de prélèvement, notamment des facteurs extérieurs susceptibles d'influencer les résultats analytiques ;*
2. *Réalisation du prélèvement d'eau dans le respect des précautions suivantes :*
 - ✓ Rinçage du flacon 3 fois si celui-ci ne contient pas d'additif ;
 - ✓ Prélever au centre de la masse d'eau dans le sens du courant dans la mesure du possible ;
 - ✓ Eviter le remaniement de l'eau et le prélèvement de grosses particules ;
 - ✓ Eviter la présence de bulles d'air dans le flacon ;
 - ✓ Utilisation d'un gilet de sauvetage et présence systématique d'une seconde personne.

Deux types de prélèvements ont été réalisés selon le contexte :

- ➔ Plan d'eau accessible et profondeur d'eau suffisante : le flacon est directement immergé dans l'eau ;
 - ➔ Accès au plan d'eau difficile ou faible lame d'eau : utilisation d'une perche de prélèvement.
3. *Mesure des paramètres physico-chimiques in situ à stabilisation de la valeur du paramètre (pH, température, conductivité) et remplissage de la fiche AQUAREF ;*
 4. *Conditionnement des échantillons en glacières opaques et dépôt au point de livraison pour expédition au laboratoire accrédité réalisant les analyses.*

3.2.2. Echantillonnage des eaux souterraines

Les prélèvements ont été réalisés selon le fascicule AFNOR relatif au prélèvement et à l'échantillonnage des eaux souterraines publié en décembre 2017 (NF X 31-615).

L'échantillonnage du point de prélèvement en forage EF9 a été réalisé selon les étapes successives suivantes :

1. *Inspection visuelle du site – similaire aux eaux de surface*
2. *Réalisation du prélèvement d'eau selon un protocole associé aux eaux souterraines :*

Phase de purge : Avant échantillonnage, le niveau d'eau au droit du forage a été relevé et purgé. La purge correspond à un volume minimal égal à trois fois la colonne d'eau initialement présente dans l'ouvrage. Une purge dynamique a été réalisée avec une pompe positionnée à 10 m de profondeur par rapport au repère. Les paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité) ont été relevés à l'issue de la purge et une fois ceux-ci stabilisés.

Phase de prélèvement : A l'issue de la phase de purge et stabilisation des paramètres physico-chimiques, les flacons sans additifs ont été rincés 3 fois et les prélèvements ont été réalisés en sortie de pompe à bas débit (inférieur à 6 L/min).

3. *Remplissage de la fiche de terrain indiquant les caractéristiques du site et des conditions de prélèvement ;*
4. *Conditionnement des échantillons en glacières opaques et dépôt au point de livraison pour expédition au laboratoire accrédité réalisant les analyses.*

3.2.3. Transmission au laboratoire d'analyse

A l'issue de leur prélèvement, les échantillons sont conditionnés et conservés dans des glacières réfrigérées jusqu'à leur arrivée au laboratoire. Ainsi les étapes de transport entre le lieu de terrain, puis le transport en voiture et en avion jusqu'en métropole, puis jusqu'au laboratoire constituent des conditions changeantes en termes de température, pression et peuvent également causer l'agitation des échantillons.

A noter que les valeurs de conductivité mesurées in situ permettent de confirmer le type d'eau concerné pour les eaux superficielles prélevées dans la ravine et dans les marais (eau douce ou saumâtre/salée) et donc les lignes d'analyses utilisées au laboratoire (eau douce ou eau saumâtre/salée), ainsi que les valeurs seuils utilisées dans le cadre de la valorisation des résultats d'analyse (eaux douces ou littorales).

3.2.4. Limites et biais de mesures

Les limites et biais potentiels des campagnes d'échantillonnages pouvant altérer la représentativité des résultats sont listés ci-après :

- Influence des conditions météorologiques : dans le cas présent, les conditions hydrologiques de l'année 2024 ont été proches des normales saisonnières habituelles permettant une « bonne représentativité » des périodes de hautes-eaux et de basses-eaux ;
- Biais liés aux méthodes de prélèvement : les variations dans la profondeur de lame d'eau et mise en suspension des particules ;
- Limites liées au matériel : les sondes de mesures in-situ peuvent présenter des dérives, affectant la précision de celles-ci ;
- Contraintes de conservation et de transport : les délais entre prélèvement et analyse, particulièrement long avec l'envoi en métropole et les conditions de stockage associées (température, obscurité) peuvent entraîner des dégradations physico-chimiques ou biologiques.

3.3. Présentation des sites d'échantillonnage

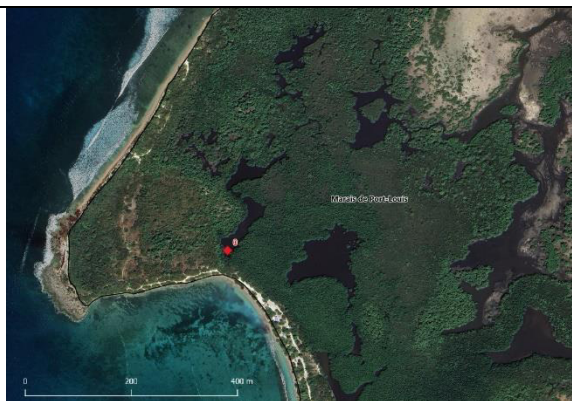
Les localisations précises des sites d'échantillonnage ainsi que les principales caractéristiques et les paramètres in situ mesurés sont présentés en détail dans cette partie.

3.3.1. Description des stations de prélèvement des marais

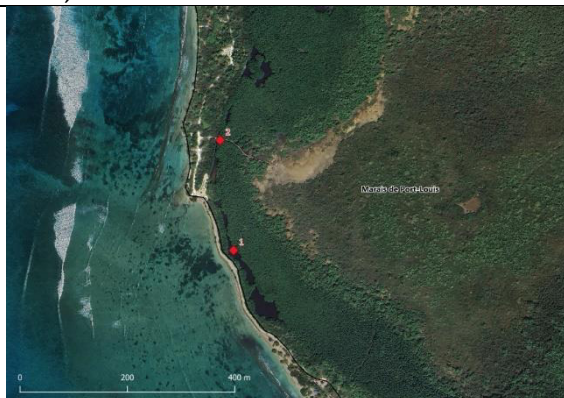
Les sites d'échantillonnage des marais ont été sélectionnés selon les critères suivants :

- Volonté de couvrir le milieu sur sa globalité, notamment la caractérisation de sites en amont, à influence majoritaire terrestre et aval, à plus forte influence maritime ;
- Accessibilité des milieux.

3.3.1.1. ESMO

Echantillonnage marais – site ESMO							
<u>Localisation</u> Aval des marais, au lieu-dit Pointe d’Antigues Prélèvement effectué au niveau de la rive ouest X : 16,438242 Y : -61,538248				<u>Description</u> Lieu d’échantillonnage en secteur de mangrove, plan d’eau ouvert relativement large entouré d’une végétation abondante de palétuviers Important taux de matière organique (vaseux) Absence de fréquentation humaine			
							
Caractérisation du milieu							
<u>Campagne de Basses Eaux</u> <i>Contexte</i> : Temps sec et faiblement nuageux <i>Eau</i> : Teinte marron clair/marron foncé et limpide <i>Indice organoleptique</i> : Aucune odeur particulière n’a été détectée. <i>Eléments notables</i> : RAS 				<u>Campagne de Hautes Eaux</u> <i>Contexte</i> : Temps sec et faiblement nuageux <i>Eau</i> : Teinte marron clair/marron foncé, légèrement coloré et trouble <i>Indice organoleptique</i> : Forte odeur était perceptible, rappelant le soufre et la matière organique. <i>Eléments notables</i> : présence de résidus plastiques et biomasse en décomposition 			
<u>Mesures in-situ</u>							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
22/02/2024	16/09/2024	26	32.12	7.5	7.21	32720	11400

3.3.1.2. ESM1

Echantillonnage marais – site ESM1							
<u>Localisation</u> Aval des marais, au sud de la Pointe des Mangles, à proximité de la digue du cordon sableux Prélèvement effectué au niveau de la rive ouest X : 16,438007561 Y : -61,53633871				<u>Description</u> Lieu d'échantillonnage en secteur de mangrove, plan d'eau ouvert relativement large entouré d'une végétation abondante de palétuviers Site à fréquentation touristique et pêche de crabes			
							
Caractérisation du milieu							
<u>Campagne de Basses Eaux</u> <i>Contexte</i> : Pluie fine <i>Eau</i> : limpide, légère coloration et teinte jaune à marron <i>Indice organoleptique</i> : Aucune odeur particulière n'a été détectée. <i>Eléments notables</i> : RAS				<u>Campagne de Hautes Eaux</u> <i>Contexte</i> : Temps sec et faiblement nuageux <i>Eau</i> : Légèrement trouble, très forte coloration et teinte jaune à marron <i>Indice organoleptique</i> : Légère odeur de matière organique <i>Eléments notables</i> : présence de crabes			
							
Mesures in-situ							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
21/02/2024	16/09/2024	29.08	31.4	7.65	7.27	49000	9650

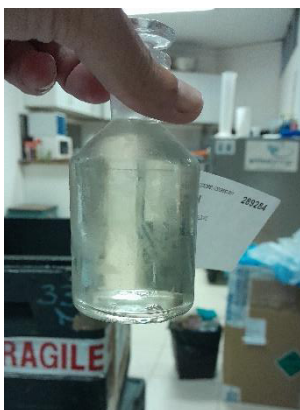
3.3.1.3. ESM2

Echantillonnage marais – site ESM2							
Localisation				Description			
Aval des marais, au nord de la Pointe des Mangles, à proximité des caillebotis Prélèvement effectué au niveau de la rive ouest X : 16,4319288 Y : -61,53655519				Lieu d'échantillonnage en secteur de mangrove, plan d'eau ouvert peu large entouré d'une végétation abondante de palétuviers Important taux de matière organique (vaseux) Site à fréquentation touristique et pêche de crabes			
							
Caractérisation du milieu							
Campagne de Basses Eaux				Campagne de Hautes Eaux			
Contexte : Nuageux, marqué par de fortes pluies Eau : Légèrement trouble, teinte marron/jaune Indice organoleptique : Légère odeur caractéristique de mangrove détectée. Eléments notables : présence de résidus plastiques				Contexte : Temps sec et faiblement nuageux Eau : Trouble, légèrement colorée et teinte marron foncé Indice organoleptique : Forte odeur perceptible Eléments notables : présence de résidus plastiques			
							
Mesures in-situ							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
21/02/2024	16/09/2024	28,03	31,16	7,56	7,22	47700	5580

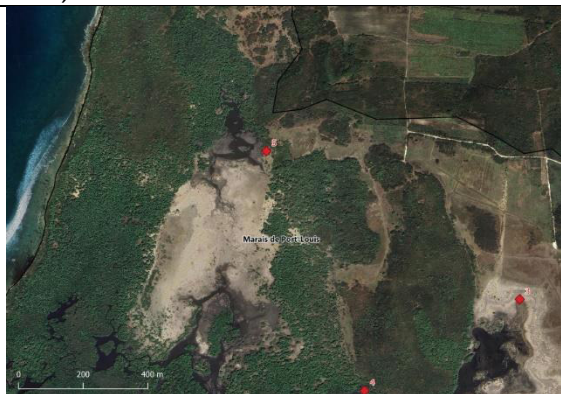
3.3.1.4. ESM3

Echantillonnage marais – site ESM3											
Localisation Amont des marais, au lieu-dit miroir de chasse Prélèvement effectué au nord du plan d’eau X : 16,49192325 Y : -61,52363805						Description Lieu d’échantillonnage milieu ouvert, végétation basse à absence de végétation Berges du plan d’eau boueuses à marécageuses Site fréquenté pour la chasse, présence de nombreux résidus cartouches					
											
Caractérisation du milieu											
Campagne de Basses Eaux <i>Contexte</i> : Temps sec, faiblement nuageux <i>Eau</i> : Légèrement trouble (remaniement des sédiments lors des manipulations, dû à la faible profondeur d’eau) <i>Indice organoleptique</i> : RAS <i>Eléments notables</i> : résidus de cartouches de chasse, résidus de verre						Campagne de Hautes Eaux <i>Contexte</i> : Temps sec et faiblement nuageux <i>Eau</i> : Légèrement trouble (remaniement des sédiments lors des manipulations, dû à la faible profondeur d’eau) <i>Indice organoleptique</i> : RAS <i>Eléments notables</i> : résidus de cartouches de chasse, résidus de verre					
											
Mesures in-situ											
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)		O2 dissous (mg(O2)/l)		Saturation en O2 (%)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
20/02/2024	17/09/2024	33,06	32,1	8,44	8,57	25910	3310	6,391	-	88,55	113

3.3.1.5. ESM4

Echantillonnage marais – site ESM4							
Localisation				Description			
Secteur centre des marais Prélèvement effectué au nord du plan d'eau X : 16,43940346 Y : -61,528115869				Lieu d'échantillonnage en secteur de mangrove, plan d'eau ouvert entouré d'une végétation abondante de palétuviers Faible fréquentation humaine			
							
Caractérisation du milieu							
Campagne de Basses Eaux				Campagne de Hautes Eaux			
Contexte : Temps sec, faiblement nuageux Eau : Légèrement trouble, aspect limpide et teinte marron clair Indice organoleptique : RAS Eléments notables : présence de résidus plastiques et caoutchouteux				Contexte : Temps sec et faiblement nuageux Eau : Légèrement trouble, forte coloration et teinte jaune Indice organoleptique : légère odeur perceptible Eléments notables : présence de résidus plastiques et caoutchouteux			
							
Mesures in-situ							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
20/02/2024	17/09/2024	33,06	32,1	8,44	8,57	25910	3310

3.3.1.6. ESM5

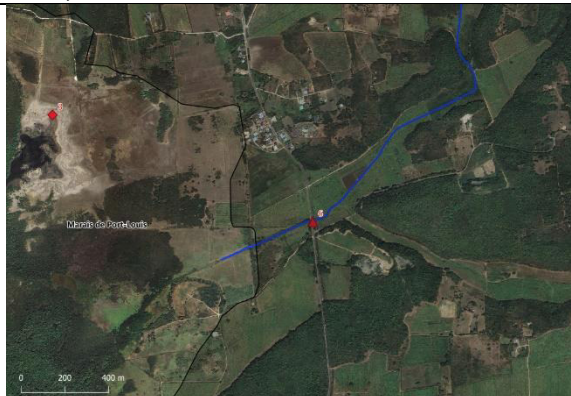
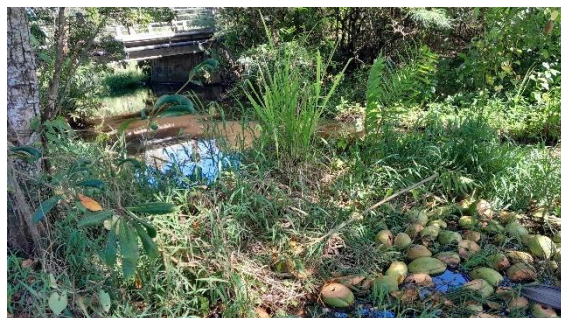
Echantillonnage marais – site ESM5							
<u>Localisation</u> Secteur en amont nord des marais, nommé « plan d’eau nord » Prélèvement effectué en bordure est du plan d’eau X : 16,44611015 Y : -61,53095576				<u>Description</u> Lieu d’échantillonnage en secteur de mangrove, plan d’eau ouvert entouré de végétation basse et de palétuviers localement Absence de fréquentation humaine			
							
Caractérisation du milieu							
<u>Campagne de Basses Eaux</u> Contexte : Temps sec, faiblement nuageux Eau : Légèrement trouble (remaniement des sédiments lors des manipulations, dû à la faible profondeur d’eau) et colorée, teinte jaune-marron Indice organoleptique : RAS Eléments notables : très vaseux voir marécageux				<u>Campagne de Hautes Eaux</u> Contexte : Temps sec et faiblement nuageux Eau : Légèrement trouble (remaniement des sédiments lors des manipulations, dû à la faible profondeur d’eau) et colorée, teinte jaune-marron Indice organoleptique : légère odeur perceptible Eléments notables : très vaseux voir marécageux			
<u>Mesures in-situ</u>							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
20/02/2024	17/09/2024	31.9	31.6	8.32	7.6	28760	9110

3.3.2. Description des stations de prélèvement de la ravine

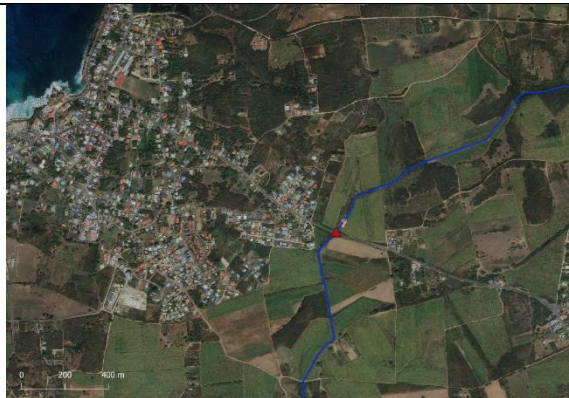
Les eaux superficielles ruisselant potentiellement vers la zone de marais ont été échantillonnées afin d'établir les caractéristiques et qualité des eaux alimentant le marais. Le principal apport de surface est constitué par la ravine Cassis, collectant la majorité des eaux du bassin versant.

Ainsi, les 3 sites de prélèvement sont localisés sur un transect amont – aval de la ravine Cassis, depuis l'origine du tronçon hydrographique au nord au Anse Bertrand à l'embouchure des marais de Port Louis.

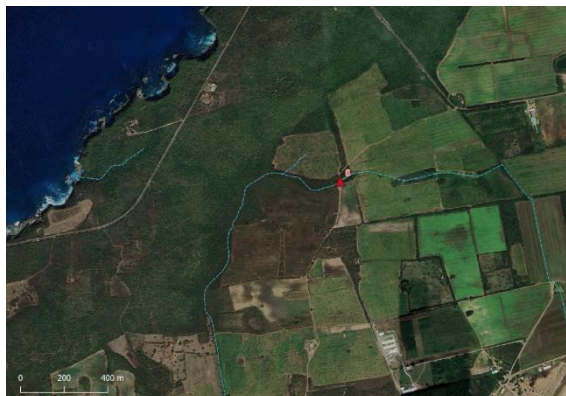
3.3.2.1. ESR6

Echantillonnage ravine – site ESR6							
Localisation				Description			
Aval de la ravine Cassis, au niveau du pont de la RN6, en amont du secteur de rejet de la ravine dans les marais X : 16,43743925 Y : -61,51251316				Lieu d'échantillonnage en amont immédiat du pont de la RN6 Lit de la ravine d'environ 10 m de large peu encaissé. Berges végétalisées d'arbres et d'espèces exotiques envahissantes, créant un ombrage important.			
							
Caractérisation du milieu							
Campagne de Basses Eaux				Campagne de Hautes Eaux			
<i>Contexte</i> : Temps sec et ensoleillé <i>Eau</i> : Légèrement trouble et colorée, teinte marron foncé <i>Indice organoleptique</i> : Aucune odeur particulière n'a été détectée. <i>Eléments notables</i> : Présence résidus plastiques et présence d'obstacles à l'écoulement par l'accumulation de noix de coco dans la ravine				<i>Contexte</i> : Temps sec et faiblement nuageux <i>Eau</i> : Légèrement trouble et teinte jaunâtre <i>Indice organoleptique</i> : Aucune odeur particulière n'a été détectée <i>Eléments notables</i> : Présence de résidus plastiques			
							
Mesures in-situ							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
19/02/2024	17/09/2024	25.54	29.38	6.963	7	725	332

3.3.2.2. ESR7

Echantillonnage ravine – site ESR7							
Localisation				Description			
Sur la ravine Cassis, au niveau du pont de la RN8, à proximité du bourg de Anse Bertrand X : 16,46771863 Y : -61,49658411				Lieu d'échantillonnage en amont immédiat du pont de la RN8 Lit de la ravine d'environ 8 m de large encaissé. Végétation abondante d'espèces exotiques envahissantes sur les berges (typha)			
							
Caractérisation du milieu							
Campagne de Basses Eaux				Campagne de Hautes Eaux			
Contexte : Temps sec et ensoleillé Eau : Légèrement trouble, teinte jaune-marron Indice organoleptique : Aucune odeur particulière n'a été détectée. Eléments notables : EEE (typha)				Contexte : Temps sec et faiblement nuageux Eau : Légèrement trouble et teinte jaunâtre Indice organoleptique : Aucune odeur particulière n'a été détectée Eléments notables : Très vaseux, EEE (typha)			
							
Mesures in-situ							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
19/02/2024	18/09/2024	25,98	30	7,339	7,05	455	311

3.3.2.3. ESR8

Echantillonnage ravine – site ESR8							
Localisation				Description			
Affluent amont de la ravine Cassis, situé à proximité d'un chemin en tuf, au nord de Anse-Bertrand X : 16,49227684 Y : -61,47413287				Prélèvement dans le plan d'eau semblant stagnant et déconnecté du réseau hydrographique Berges humides, vaseuses et végétalisées			
							
Caractérisation du milieu							
Campagne de Basses Eaux				Campagne de Hautes Eaux			
<i>Contexte</i> : Temps sec et ensoleillé <i>Eau</i> : Incolore et limpide, teinte jaune <i>Indice organoleptique</i> : Aucune odeur particulière n'a été détectée. <i>Eléments notables</i> : EEE (typha), présence résidus plastiques (tubes PVC)				<i>Contexte</i> : Temps sec et faiblement nuageux <i>Eau</i> : Légère coloration et teinte jaune <i>Indice organoleptique</i> : Légère odeur de déjection détectée <i>Eléments notables</i> : Très vaseux, EEE (typha) et présence de résidus plastiques (tubes PVC)			
							
Mesures in-situ							
Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
19/02/2024	18/09/2024	25,58	-	7,47	7,25	518,6	402

3.3.3. Description du site de prélèvement des eaux souterraines

Les eaux souterraines au droit de la zone de marais ont été échantillonnées à partir d'un unique point de prélèvement.

Un inventaire des forages existants a été réalisé à partir des bases de données InfoTerre, du rapport BRGM « Inventaire et évaluation des prélèvements non AEP (Alimentation Eau Potable) sur les masses d'eau souterraine de Grande-Terre et de Marie Galante » et d'une prospection de terrain. Une note récapitulative sur l'état des ouvrages souterrains existants dans le nord Grande Terre est disponible en Annexe II. La prospection terrain a permis de rendre compte que l'ensemble des ouvrages de la BSS recensés dans le secteur d'intérêt sont soit à sec, soit non accessibles soit non existants.

Face à l'absence de forages de la BSS en état pour le prélèvement des eaux souterraines, le choix du point d'échantillonnage s'est porté sur un piézomètre situé en pied de l'ancienne décharge de Port-Louis. Celui-ci a été réalisé par Antea Group avant 2020 pour le suivi de la qualité des eaux souterraines dans le cadre de la réhabilitation du site de la décharge.

Echantillonnage eaux souterraines – site EF9

Localisation

En aval de la route RN6, en bordure de la limite des marais (considéré dans le cadre de l'étude)

X : 16,4543078

Y : -61,5163581



Description

Au sein d'un champ de culture de banane et au pied d'une ancienne décharge réhabilitée

Caractéristiques de l'ouvrage :

- 11,20 m de profondeur
- 80 mm de diamètre
- Profondeur des crépines non connue



Caractérisation du milieu

Campagne de Basses Eaux

Contexte : Temps sec et ensoleillé

Niveau piézométrique : 2,10 m/repère

Eau purgée : claire

Indice organoleptique : Aucune odeur particulière n'a été détectée.

Eléments notables : RAS



Campagne de Hautes Eaux

Contexte : Temps sec et ensoleillé

Niveau piézométrique : 2,08 m/repère

Eau purgée : claire

Indice organoleptique : Aucune odeur particulière n'a été détectée.

Eléments notables : RAS



Mesures in-situ

Date de prélèvement		Température (°C)		pH		Conductivité (µS/cm)	
Basses-eaux	Basses-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux	Basses-eaux	Hautes-eaux
07/03/2024	16/09/2024	27,1	27,3	7,3	7,3	3690	3670

4. Méthodologie d'évaluation de la qualité des eaux

4.1. Les paramètres analysés

Une liste de nombreux paramètres a été analysée (Annexe 1). Celle-ci tient compte de la liste des substances localement analysées dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE ainsi que des résultats de la révision de l'état des lieux 2019 du bassin Guadeloupe pilotée par L'Office de l'Eau.

Ces paramètres sont distingués en 4 groupes principaux :

- Paramètres in-situ ;
- Paramètres principaux ;
- Eléments traces ;
- Micropolluants.

Les résultats d'analyse sont présentés au chapitre 5, distinguant ces 4 groupes de paramètres.

4.1.1. Les paramètres in-situ

Les paramètres in-situ, sont en partie mesurés sur le terrain et ré-estimés en laboratoire (Température, pH, Conductivité).

4.1.1.1. La température

Ce paramètre permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (notamment la conductivité). De plus, la mise en évidence de contrastes de température sur l'eau d'un milieu permet potentiellement d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

A noter dans le présent contexte que les prélèvements en eau de surface étant effectués à faible profondeur, la température de l'eau est largement influencée par la température de l'air localement.

4.1.1.2. La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre 2 électrodes, elle permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

Celle-ci augmente également avec l'augmentation de la température. Les résultats de mesures doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C.

Les contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des zones de mélange ou d'infiltration, ou encore de pollution. C'est également un moyen de valider les analyses physicochimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.

Pour mémoire, on peut considérer que (BRGM, 2022 ; Reflexions-Tournassat, 2023 (8)) :

- La conductivité d'une eau douce est inférieure à 800 à 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Celle de l'eau saumâtre est comprise entre 1 500 à 20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Celle de l'eau de mer est proche ou supérieure à 50 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, voire proche de 30 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en zone récifale.

4.1.1.3. Le pH

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit la balance entre milieux acides et basiques sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. A noter que les pH des cours d'eau se situent normalement entre 6 et 9, et l'eau de mer autour de 8 et 10 (Tableau 14 et Figure 8).

Tableau 14 : Classification des eaux d'après leur pH

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Le pH varie également selon les facteurs suivants :

- La géologie (type de sol) du bassin versant ;
- L'activité photosynthétique (la photosynthèse provoquant une augmentation du pH) ;
- Les éléments contenus dans les eaux de ruissellement ;
- Les déversements industriels ou égouts.

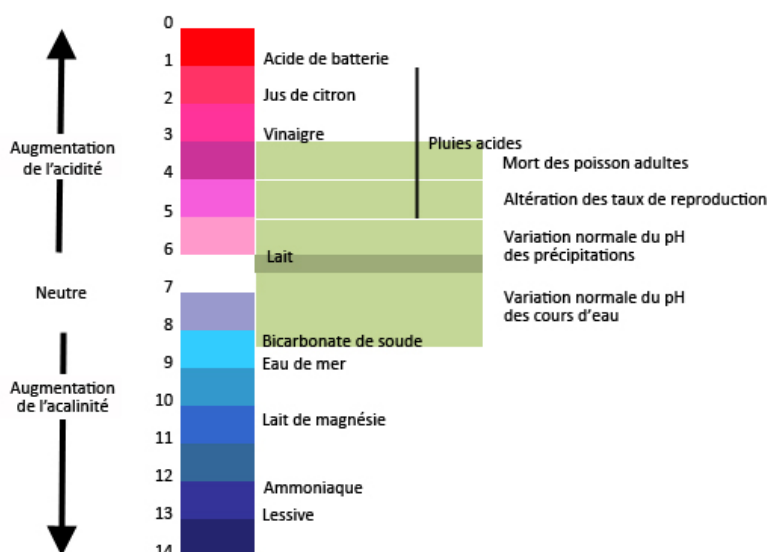


Figure 8 : Gamme de pH caractéristiques (source : capsules du G3E)

4.1.2. Les paramètres principaux

Les paramètres principaux sont constitués des éléments majeurs, des composés azotés, des matières organiques et oxydables et matières en suspension.

A noter que les matières organiques azotées (nitrates) et phosphorées sont naturellement présentes dans tous les écosystèmes. Elles entrent aussi dans la composition d'engrais rejetés par les activités humaines. Elles peuvent être source de pollution pour l'eau au-delà d'un certain seuil. Il s'agit d'indicateurs de la qualité de l'eau.

4.1.2.1. Matières organiques et oxydables

Ces paramètres (COD, DBO₅, DCO) permettent d'estimer la quantité de matière organique présente dans l'eau.

La concentration en oxygène dissous est un paramètre associé au maintien de la vie, c'est-à-dire aux phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. Par exemple, la forte présence de matière organique dans un plan d'eau permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

La DBO (Demande Biochimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 jours, à 20°C, à l'abri de l'air, on parle alors de DBO₅. Elle est exprimée en O₂ consommé par litre. Ainsi, une classification du type d'eau est possible (Figure 9) :

Situation	DBO ₅ (mg/l d'O ₂)
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

Figure 9 : Echelle de valeurs de DBO₅

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible. La relation empirique suivante lie la DBO₅, la DCO et la matière organique de l'échantillon (MO) :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$$

Une valeur forte de DCO indique qu'il y a une forte quantité de matière organique (et/ou oxydable) dans l'eau. Etant donné que la matière organique est dégradée par des micro-organismes qui consomment de l'oxygène, plus la DCO est élevée, plus la consommation d'oxygène est importante. En conséquence, le milieu s'appauvrit en oxygène dissous.

Le COD (Carbone Organique Dissous) regroupe les différents composés organiques provenant de la décomposition de la matière organique (déchets végétaux, excréments...). Il existe des sources de carbone organique provenant de l'activité humaine comme les effluents domestiques et industriels. Ce paramètre est utilisé pour caractériser la pollution organique des milieux aquatiques. Une forte concentration en COD peut réduire la concentration en oxygène des milieux et affecter la biodiversité.

4.1.2.2. Matières azotées

Dans le milieu naturel, l'azote existe sous différentes formes organiques et minérales. Les transformations successives entre ces formes, impliquant divers états d'oxydation, constituent le cycle de l'azote. Les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻) sont notamment issus de la nitrification de l'azote ammoniacal présent dans l'eau et les sols.

- **L'azote ammoniacal** : Il peut se présenter sous deux formes selon les conditions de pH :
 - forme ionisée (ammonium, NH₄⁺), peu néfaste vis-à-vis de la faune aquatique
 - forme hydratée (NH₃) très toxique pour les organismes aquatiques

Dans la plupart des eaux superficielles, le pH est compris entre 6,5 et 8,5, la plus grande partie se trouve sous forme ionisée, ce qui limite sa toxicité.

- **Les nitrates (NO₃⁻) et nitrites (NO₂⁻)** : les nitrates semblent peu toxiques vis-à-vis de la faune aquatique. Ils constituent un facteur d'eutrophisation qui se traduit par une croissance excessive des algues et plantes et une consommation supplémentaire de l'oxygène dissous, entraînant une dégradation du milieu aquatique. La toxicité des nitrates résulte de leur réduction en nitrites.
- **L'azote organique** : il correspond à l'azote contenu dans la matière organique d'origine naturelle ou anthropique. Il n'est pas directement assimilable et doit être minéralisé par les micro-organismes pour être transformé en azote ammoniacal. En analyse, il est déterminé par différence entre l'azote Kjeldahl total et l'azote ammoniacal.

La concentration en nitrates peut être influencée par les activités humaines, notamment par l'utilisation de produits pour l'agriculture.

4.1.2.3. Les matières phosphorées

Les matières phosphorées regroupent les deux paramètres : phosphore total et les phosphates (ou ortho-phosphates).

Le phosphore est naturellement présent dans tous les écosystèmes et entre aussi dans la composition des engrais rejetés par les activités humaines. Il est un élément essentiel pour le bon développement des organismes et peut être source de pollution pour l'eau au-delà d'un certain seuil. En effet, une augmentation de cette concentration dans un cours d'eau peut être à l'origine d'une eutrophisation du milieu aquatique, engendrant par réaction en chaîne la chute du taux d'oxygène dissous et la perturbation de la vie aquatique.

4.1.2.4. Les ions majeurs

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs :

- Les cations : Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium ;
- Les anions : Chlorure, Sulfate, Nitrate, Bicarbonate.

D'autres ions ont également été analysés dans le cadre des paramètres principaux :

- Les perchlorates : il s'agit de sels chlorés très peu présents dans les milieux naturels. Ils peuvent se retrouver dans l'environnement à la suite de rejets industriels et dans les zones ayant fait l'objet de combat durant la Première Guerre Mondiale.
- L'ion carbonate : il est impliqué dans la formation ou la dissolution du calcaire.

4.1.2.5. Les particules en suspension

La mesure de turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles...). Les désagréments causés par la turbidité auprès des usagers peuvent être relatifs car il peut être question d'une habitude à faire face à une eau plus ou moins trouble, cependant une turbidité forte peut permettre aux micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension.

La Figure 10 présente les classes de turbidité usuelle.

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

Figure 10 : Classes de turbidité usuelle

4.1.2.6. Silice et silicium

La silice (SiO₂) est composée des deux éléments les plus rependus sur Terre, le silicium (Si) et l'oxygène.

La silice est un nutriment important utilisé par les organismes aquatiques d'eau douce ou marins (composant des squelettes).

La silice dissoute est d'origine essentiellement diffuse : elle dépend de la lithologie, du débit des cours d'eau et par conséquent du contexte climatique.

Ainsi la silice peut être retrouvée dans des concentrations très variables allant de 20 mg/L à plus de 1000 mg/L. Elle donne des indications sur la provenance de l'eau et la nature géologique du milieu.

Aucun effet négatif du silicium sur l'environnement n'a été rapporté.

4.1.3. Les éléments traces

Dans cette partie, la documentation utilisée s'appuie sur deux rapports : « *Métaux lourds – CITEPA, Rapport Secten édition* » (9) et « *La connaissance des éléments traces métalliques : un défi pour la gestion de l'environnement, HAL Open Sciences* » (10).

Les éléments traces analysés dans le cadre de la présente étude sont constitués par 7 éléments traces métalliques et autres éléments métalliques.

La notion « d'éléments traces métalliques » (ou ETM) est mal définie, néanmoins, celle-ci se substitue peu à peu à celle des « métaux lourds ». Par ce terme « d'éléments traces métalliques », sont désignés les métaux et métalloïdes réputés toxiques et dont la teneur moyenne dans les sols est inférieure à 1g/kg.

Une liste de 9 éléments traces à risque pour la santé humaine a été proposée dans le rapport 42 de l'Académie des Sciences (1998) : **arsenic (As)**, cadmium (Cd), **chrome (Cr)**, **cuivre (Cu)**, **mercure (Hg)**, **nickel (Ni)**, **plomb (Pb)**, sélénium (Se) et **zinc (Zn)**. Une des particularités de ces éléments est d'entraîner des effets majeurs (Tableau 15) sur la santé humaine (caractère toxique) et/ou les écosystèmes (caractère écotoxique des substances) en cas d'exposition. Les éléments ayant été soumis à analyse dans le cadre de la présente étude sont surlignés en gras.

Tableau 15 : Effets majeurs toxiques et écotoxiques des éléments traces métalliques (Sparks, 1998)

ELEMENT TRACE METALLIQUE	EFFET(S)
As	Toxique, possible cancérigène
Cd	Hypertension, dommages sur le foie
Cr	Cancérigène sous forme de Cr(VI)
Cu	Peu toxique envers les animaux, écotoxique envers les plantes et les algues à des niveaux modérés
Hg	Toxicité chronique et aiguë
Ni	Allergies de peau, maladies respiratoires, possible cancérigène
Pb	Toxique
Se	Essentiel à faibles doses, Toxique à doses élevées
Zn	Ecotoxique pour les végétaux à de fortes teneurs

D'autres éléments métalliques ont également été analysés dans le cadre de la présente étude :

- L'aluminium : il appartient à la famille des métaux pauvres. C'est le métal le plus abondant de l'écorce terrestre après l'oxygène et le silicium. Au-delà d'une certaine concentration, il est considéré comme neurotoxique et reprotoxique et présente également une phytotoxicité.
- Le fer : il appartient à la famille des métaux de transition. Il est le matériau ferromagnétique le plus courant de la vie quotidienne. Un surdosage ou excès en fer devient également nocif pour la santé.
- Le manganèse : il appartient à la famille des métaux de transition. En raison de son rôle d'oligo-élément, le manganèse est utilisé en agriculture pour enrichir les sols. Etant nécessaire à l'être humain, il peut devenir toxique s'il dépasse un certain seuil dans le corps. Comme il s'agit d'un oligo-élément, des effets écotoxiques apparaissent dans deux situations :
 - En carence : en particulier dans les sols calcaires, s'ils sont engorgés et riches en MO ;
 - En excès : au-dessus des seuils de concentration qui varient selon les espèces et le contexte environnemental.

Tous les éléments traces métalliques sont présents naturellement dans les sols, le plus souvent à l'état de traces, leur concentration dépendant des caractéristiques géologiques. Des processus de retombées naturelles d'origine volcanique par exemple, influencent aussi les concentrations. Les activités humaines (qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles) influencent par ailleurs les concentrations par dépôts des poussières sur les sols et les eaux. L'érosion des sols contribue à remettre en suspension des métaux sous forme particulaire ou gazeuse.

Les concentrations supposées naturelles théoriques en ETM sont dites « fond géochimique », au-delà, on parle de pollution.

4.1.4. Les micropolluants

Les micropolluants sont des substances minérales ou organiques issues de produits utilisés au quotidien à titre industriel, agricole ou personnel.

Présents en faibles concentrations dans l'eau ($\mu\text{g/L}$ ou ng/L), ils peuvent induire des effets négatifs sur le milieu aquatique et/ou sur les organismes vivants en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation.

Pour exemple, sont souvent citées les substances de type herbicides qui entravent la photosynthèse des algues, les insecticides qui endommagent le système nerveux des animaux aquatiques et les

perturbateurs endocriniens qui, comme les œstrogènes, affectent la reproduction des poissons et autres organismes vivants.

Une liste de 132 micropolluants de synthèse a été analysée dans le cadre de la présente étude (produits phytosanitaires, produits chimiques industriels, cosmétiques/médicaments...).

4.2. Traitement des données

4.2.1. Résultats bruts fournis par le laboratoire

Après transmission par le laboratoire des résultats des deux campagnes pour chacune des 10 stations, un premier travail de compilation et d'harmonisation des données a été réalisé. Il a principalement concerné l'homogénéisation des fichiers par le laboratoire entre les deux campagnes (nom des paramètres, expression des décimales...), de vérification de l'absence de valeurs aberrantes et des limites de quantification (non homogènes entre les types d'eau et entre les campagnes pour certains paramètres).

Les résultats d'analyses fournis dépendent des capacités analytiques du laboratoire, variant en fonction des types d'eau (douce ou saumâtre/marine) et des paramètres.

Ainsi, le résultat disponible pour chacun des paramètres peut être de trois types (

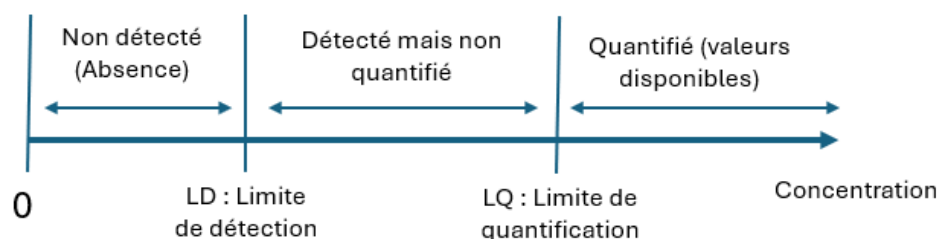


Figure 11) :

- **Quantifié** : Le résultat est supérieur à la limite de quantification (LQ) – Le paramètre est détecté et présente une concentration suffisante pour être quantifiée, une valeur de concentration est donc disponible ;
- **Détecté** : Le résultat est compris entre la limite de détection (LD) et la limite de quantification (LQ) – Le paramètre est détecté, mais ne peut pas être quantifié précisément car sa concentration n'est pas assez élevée. Le paramètre est considéré présent dans le milieu mais à une concentration si faible, à l'état de trace, qu'une valeur de sa concentration ne peut être donnée de manière fiable ;
- **Absence** : Le résultat est inférieur à la limite de détection (LD) – Le paramètre n'est pas détecté.

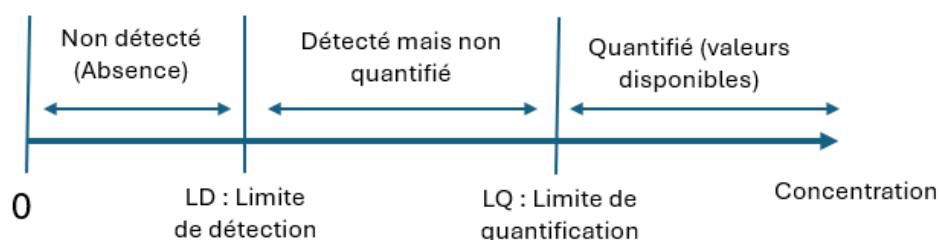


Figure 11: Les types de résultats fournis en fonction des limites analytiques des laboratoires.

4.2.2. Normes et valeurs seuils appliqués

Les normes et valeurs seuils utilisées proviennent majoritairement de la DCE puisque les valeurs seuils disponibles dans l'arrêté « eau potable » concernent les mêmes paramètres avec des normes identiques ou plus élevées. Les normes et seuils sont définies par type d'eau (surface littoral, surface douce, souterraine).

Les tableaux des limites de détection, de quantification pour chaque masse d'eau par saison ainsi que les normes et valeurs seuils appliquées sont disponibles en annexe.

- **Eau de surface (saumâtres et littorales, douce)**

La notion de « bon état » d'une eau de surface est caractérisée par son état écologique et chimique (11) :

- L'état écologique est défini selon les caractéristiques biologiques et physicochimiques et se décline en cinq classes de qualité : très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais.
- L'état chimique est défini par des normes de qualité environnementales appelées NQE classant l'eau en « bon » ou « mauvais » état.

Ainsi, la notion de « bon état » d'une eau de surface est la synthèse de ces deux aspects : état écologique bon ou très bon et état chimique bon. Sinon l'eau de surface est considérée en « mauvais état ».

Pour les eaux de surface, les **NQE sont différentes pour les eaux douces de surface et pour les eaux côtières et de transition**. Ce sont des valeurs seuil que la concentration dans un milieu aquatique ne doit pas dépasser pour garantir la protection de l'environnement et la santé humaine.

La NQE a donc deux composantes :

- Une composante environnementale qui permet de protéger les organismes du milieu aquatique d'un effet toxique direct ou par empoisonnement secondaire (ingestion de nourriture contaminée) ;
- Une composante sanitaire qui permet de protéger la santé humaine de la toxicité des substances sur l'eau brute destinée à la consommation humaine ou d'un empoisonnement secondaire par consommation d'organismes éventuellement contaminés.

Il en existe deux types :

- **NQE-CMA** (Norme de Qualité Environnementale – Concentration Maximale Admissible)
- **NQE-MA** (Norme de Qualité Environnementale – Moyenne Annuelle)

Les NQE appliquées dans cette étude sont issues de l'arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement et en vigueur au 03 mai 2026 (1).

Le « bon état » chimique d'une masse d'eau de surface est atteint pour un polluant lorsque l'ensemble des NQE de ce polluant (NQE-MA et NQE-CMA le cas échéant) est respecté en tout point de la masse d'eau hors zone de mélange.

En théorie, elles sont utilisables à partir de 4 valeurs minimum. Il a été fait le choix d'appliquer ces normes sur chacun des résultats individuellement. Le biais engendré est une possible maximisation des mauvais résultats. Lorsque l'une des deux valeurs, NQE-CMA ou NQE-MA est disponible, elle est appliquée. Cependant lorsque les deux valeurs sont disponibles, la NQE-CMA permet de "donner une

couleur d'état" et la NQE-MA permet d'alerter plus précisément sur de possibles pressions (encadré rouge sur les 2 campagnes).

Ainsi :

- Si la concentration est inférieure à la NQE, l'état est « bon »,
- Si la concentration est supérieure à la NQE, l'état est « mauvais ».
- Lorsque la/les NQE sont inférieures à la limite de quantification, l'état est considéré comme « indéterminé » (couleur grise).

Pour compléter l'étude, une comparaison aux valeurs **PNEC** (Predicted No Effect Concentration) lorsque qu'elles sont disponibles est réalisée. Elles définissent les concentrations jusqu'à laquelle l'élément est sans risque pour l'environnement. Celles-ci sont définies pour les eaux douces de surface donc directement applicables pour les eaux de la ravine. Pour les eaux des marais, elles peuvent être utilisées à titre de comparaison.

● Eaux souterraines

Pour les eaux souterraines, aucune CMA n'est définie car ces eaux évoluent lentement, il n'y a donc pas de variations brusques de concentration. C'est pourquoi des valeurs seuil (VS) sont fixées et permettent de classer l'état chimique des eaux. Elles sont définies au niveau national ou par bassin et sont adaptées au contexte local (géologie, pressions, usages).

Les valeurs sont tirées de l'annexe 1 du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines de juillet 2019 (5).

Pour les dix paramètres analysés, la qualification de l'état chimique de l'eau se base sur :

- Si la concentration est inférieure à la VS, l'état est « bon »,
- Si la concentration est supérieure à la VS, l'état est « mauvais ».

4.2.3. Valorisation des résultats dans le cadre de l'analyse qualité

Il a été convenu que seuls les paramètres quantifiés (>LQ) au moins une fois sur l'ensemble des campagnes et des stations seront présentés et confrontés aux normes et valeurs seuil en vigueur quand elles existent.

Il est important de rappeler ici l'originalité et la pertinence de cette étude sur la vulnérabilité des marais : étudier l'ensemble du réseau hydrographique. C'est-à-dire étudier l'ensemble des milieux aquatiques (ici marais, eaux souterraines et ravine) présents sur le bassin versant des marais afin de comprendre les liens physiques et fonctionnels entre ces milieux.

En ce sens, l'étude de la contamination des différents types d'eau sur le bassin versant, contrairement à l'étude d'un seul type d'eau amène à devoir utiliser dans l'analyse :

- Des lignes d'analyse différentes au laboratoire : les limites de détection et de quantification sont différentes pour les eaux de surface saumâtres et littorales, les eaux de surface douces et les eaux souterraines). Ainsi les valeurs comparées ne sont donc pas toutes de la même finesse.
- Des normes et valeurs seuils différentes (NQE-CMA, NQE-MA, PNEC), entre autres pour s'adapter à ces contraintes analytiques, mais aussi en lien avec la spécificité des milieux et avec la connaissance scientifique disponible sur chacun des milieux.

A titre d'exemple, pour certains paramètres généraux :

- L'ammonium, les nitrates, les nitrites, les ortho-phosphates, le phosphore total, le carbone organique dissous et la DBO5 sont caractérisés par 5 états (très bon/bon/moyen/médiocre/mauvais) pour l'eau de la ravine.
- Seuls l'ammonium, les nitrates, les nitrites, et les ortho-phosphates sont considérés pour les eaux souterraines et ils sont caractérisés par 2 états (bon/mauvais) pour les eaux souterraines.
- Aucun seuil n'est disponible pour les eaux saumâtres et marines.

Enfin, une difficulté supplémentaire a été observée : les LQ de certains paramètres peuvent varier pour un paramètre et un même type d'eau entre les deux campagnes. Le Tableau 16 présente, par exemple, les variations de LQ pour le nitrate. Ainsi, les conclusions sur une absence de nitrates sont délicates et n'ont pas la même signification lorsque celle-ci vaut 40 mg/L ou 0,5 mg/L.

Tableau 16: Exemple de variation des limites de quantification (LQ) en fonction des campagnes et des sites pour le nitrate.

Station	ESM0 et 2		ESM1 et 3		ESM4 et 5		ESR5 et 8		EF9	
Campagne	Hiv	Car	Hiv	Car	Hiv	Car	Hiv	Car	Hiv	Car
LQ (en mg/L)	0,5	40	40	40	20	40	0,5	0,5	0,5	1

5. Présentation des résultats d'analyse des échantillons

5.1. Les paramètres In-situ

Les dates d'intervention ainsi que les valeurs des mesures *in situ* effectuées lors des deux campagnes sont présentées dans le Tableau 17 ci-dessous.

Tableau 17: Dates et paramètres in-situ relevés pour les deux campagnes et les dix sites.

	Sites	Dates d'interventions		Température (°C)			pH		Conductivité (µS/cm)		
		Carême	Hivernage	Carême	Hivernage	Variation	Carême	Hivernage	Carême	Hivernage	Variation
Marais aval	ESM00	21/02/2024	16/09/2024	26	32,12	6,12	7,5	7,2	32720	11400	21320
	ESM01	21/02/2024	16/09/2024	29,08	31,4	2,32	7,7	7,3	49000	9650	39350
	ESM02	21/02/2024	16/09/2024	28,03	31,16	3,13	7,6	7,2	47700	5880	41820
Marais amont	ESM03	20/02/2024	17/09/2024	33,06	32,1	-0,96	8,4	8,6	25910	3310	22600
	ESM04	20/02/2024	17/09/2024	32,44	31,2	-1,24	8,4	7,7	19900	2790	17110
	ESM05	20/02/2024	17/09/2024	31,9	31,6	-0,3	8,3	7,6	28760	9110	19650
Ravine	ESR06	19/02/2024	17/09/2024	25,54	29,38	3,84	7,0	7,0	725	332	393
	ESR07	19/02/2024	17/09/2024	25,98	30	4,02	7,3	7,1	456	331	125
	ESR08	19/02/2024	17/09/2024	25,58	#NA	/	7,5	7,3	519	402	117
Eaux sout	EF09	07/03/2024	16/06/2024	27,1	27,3	0,2	7,3	7,3	3690	3670	20

Valeurs proches de l'eau de mer
Valeurs de transition
Valeur représentative d'une eau au saumâtre
Valeurs représentatives d'une eau douce

● Température

Eaux souterraines : La température est relativement stable entre les saisons avec une variation de 0,2°C. Elle est donc **peu soumise aux variations climatologiques**.

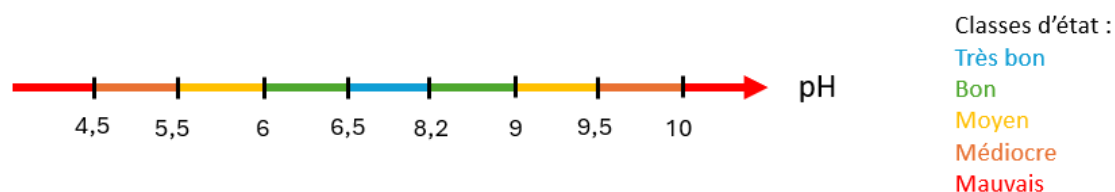
Eau de surface : Les autres masses d'eau sont davantage **soumises aux fluctuations saisonnières et journalières**, en particulier les eaux des marais en aval et dans la ravine. En effet :

- La plus grosse variation est enregistrée à ESM0 avec 6,12°C de différence entre le carême et l'hivernage. Dans la ravine, la température varie d'environ 4°C entre les saisons.
- A noter que sur le linéaire de la ravine, la température est quasi constante sur tous les points (ESR6, 7 et 8) : variation de 0,4°C sur le linéaire en carême et 0,6°C en hivernage. Aucune tendance évidente de réchauffement ou refroidissement de l'eau entre l'amont et l'aval du linéaire n'est observée.
- les températures les plus chaudes sont enregistrées aux points des marais amont ESM3, 4 et 5 : [31,2 ; 33,06°C] pendant le carême.

Pour les eaux souterraines, la ravine et le marais en aval, la température est plus élevée en hivernage. Dans la zone du marais amont, c'est le comportement inverse.

● pH

D'après l'arrêté du 09/10/23 (1) modifiant l'arrêté du 25/01/10 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, les intervalles des classes d'état sont les suivantes :



Selon cette gamme de classification :

- Les **eaux souterraines** ont un pH de 7,3 aux deux campagnes : l'état est « **très bon** » ;
- Les **eaux de la ravine** ont un pH compris en 7 et 7,5 : l'état est « **très bon** » ;
- Les **eaux des marais** :
 - En partie aval (ESM0, 1 et 2), le pH est compris entre 7,2 et 7,7 : l'état est « **très bon** ».
 - En partie amont (ESM3, 4 et 5), au carême, le pH est compris entre 8,3 et 8,4, l'état est « **bon** ». A l'hivernage, ESM4 et 5 sont classées « **très bon** » (pH de 7,6 et 7,7) et ESM3 « **bon** » (pH de 8,6)

De façon globale, pH est globalement compris entre 7 et 8,5, soit proche de la neutralité, correspondant à la gamme de pH des eaux de surface et souterraines.

Le pH de l'échantillon des eaux souterraines est stable entre les saisons.

Dans la ravine et la partie aval des marais, le pH a une tendance à l'acidification, de l'ordre de 0,2.

Aucune tendance évidente n'est relevée dans la partie amont des marais.

● Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre 2 électrodes, elle permet donc d'apprécier la quantité de sel dissous dans l'eau.

Globalement, toutes les valeurs de conductivité mesurées in-situ sont supérieures en période de Basses-Eaux qu'en Hautes-Eaux : nettement supérieures dans les marais (variation de plus de 15 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), légèrement supérieures dans la ravine (variation entre 100 et 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et quasiment stable pour l'eau souterraine (différence de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Cette différence s'explique par le fait qu'en Basses-Eaux l'exutoire est fermé donc pour une même quantité de sel, le volume d'eau diminue par évaporation. Ainsi la concentration augmente et donc la conductivité également. En Hautes-Eaux, les apports d'eau par la ravine Cassis et les précipitations sont plus importants, ce qui permet à l'exutoire d'être ouvert. L'eau est donc en transit dans les marais et n'est pas stockée, il n'y a donc pas de concentration des sels.

D'après l'arrêté du 09/10/23 (1), « les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des seuils fiables pour cette limite ». Par conséquent, **il n'est pas possible de qualifier l'état des eaux du système vis-à-vis de sa conductivité.**

Toutefois, les valeurs de conductivité obtenues permettent de mettre en évidence les types d'eau échantillonnées :

- **Eaux de la ravine** : valeurs comprises entre 300 et 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, caractéristiques d'une **eau douce** (en vert) ;
- **Eaux souterraines et eaux des marais à l'hivernage** : valeurs comprises entre 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (amont des marais) 12 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (aval des marais) (valeur d'eau souterraine étant à 3670 $\mu\text{S}/\text{cm}$), caractéristiques d'une **eau saumâtre** (en violet) ;
- **Eaux des marais au carême** : deux secteurs sont nettement distinguables :
 - En partie aval (ESM0, 1 et 2) : très forte influence marine (en bleu) ;
 - En partie amont (ESM3,4 et 5) : influence du milieu continental (en gris).

On remarque tout de même une nette différence de valeur de conductivité entre les compartiments, de plus de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entre l'eau de la ravine et des marais, et également avec EF6 (aval Cassis), et les sites amont des marais (ESM3 et 4).

Ainsi le **gradient de conductivité entre les deux milieux ne semble pas linéaire mais témoigne d'une véritable compartimentation des masses d'eau.**

5.2. Les paramètres principaux

Les résultats disponibles pour les paramètres principaux analysés sont présentés dans le Tableau 18 ci-après. Parmi les 24 paramètres analysés, deux n'ont jamais été détectés ou quantifiés : le sulfure et le titre alcalimétrique. Ils ne sont pas présentés dans ce tableau.

A noter également que pour le nitrate (code sandre 1340), les nitrites (code sandre 1339), le phosphore total (code sandre 1350) et l'orthophosphate (code sandre 1433), deux valeurs de résultats avec des unités différentes sont disponibles. Après échange avec l'Office de l'Eau, les résultats conservés sont les suivants : nitrates en $\text{mg}(\text{NO}_3)/\text{L}$, nitrites en $\text{mg}(\text{NO}_2)/\text{L}$, phosphore total en $\text{mg}(\text{P})/\text{L}$ et orthophosphates en $\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$.

Un tableau résumant les limites de détection et quantification du laboratoire au carême et hivernage est disponible en annexe. Il présente également les normes et leur valeur associée pour chaque élément, globalement :

- Pour les eaux saumâtres et littorales : aucune norme ou valeur seuil n'est disponible ;
- Pour les eaux douces de surface : la limite bon/moyen définie par la DCE ;
- Pour les eaux souterraines : les valeurs seuils définies par la DCE.

Tableau 18: Concentration des paramètres principaux par site et par campagne et confrontation aux seuils disponibles pour définir un état qualitatif

Paramètres analysés		Nutriments					Oxygénation			Ions							Divers										
		Matières azotées (MA)			Matières phosphorées (MP)		Matières organiques et oxydables (MOO)			Ions majeurs (+ Nitrates)							Matières siliceuses (MS)					Particules en suspension					
		Ammonium (NH4+)	Nitrates (NO3-)	Nitrites (NO2-)	Orthophosphates	Phosphore total	COD	DBO 5	DCO-ST	Calcium	Magnesium	Potassium	Sodium	Chlorures	Sulfates	Bicarbonates	Carbonates Dissous	Silice dissous	Silicium dissous	Perchlorates	T.A.C	Turbidité	MES				
Sites	Campagnes	mg/L																						µg/L	°f	NFU	mg/L
Eaux saumâtres et littorales + MARAIS																											
ESM0	Car.	0,39	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	0,02	<LQ (=0,25)	2,7	0,9	ND	269	740	230	6600	13000	1300	294,3	<LQ (=12)	2,32	1,08	<LQ (=0,3)	24,1	11	55				
	Hiv.	0,21	<LQ (=0,5)	0,01	0,06	<LQ (=0,25)	23	11	114	83	190	80	2000	3700	150	264	<LQ (=12)	3,33	1,55	<LQ (=0,3)	21,6	19	35				
ESM1	Car.	0,21	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	0,02	<LQ (=0,25)	0,89	1,4	ND	340	870	290	7500	14000	1700	306,1	<LQ (=12)	2,07	0,97	<LQ (=0,3)	25,1	8,5	40				
	Hiv.	0,15	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	0,08	<LQ (=0,25)	25	4	93,8	110	180	64	1500	2700	260	281,3	<LQ (=12)	13,27	6,19	<LQ (=0,3)	23,1	11	39				
ESM2	Car.	0,22	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	<LQ (=0,15)	<LQ (=0,25)	0,94	3,1	ND	389	1100	340	9600	18000	2200	312,1	<LQ (=12)	2,06	0,96	<LQ (=0,3)	25,6	59	66				
	Hiv.	0,09	<LQ (=0,5)	0,01	0,05	<LQ (=0,25)	9,4	3	67,1	66	100	41	1000	1800	95	187,1	<LQ (=12)	10,44	4,87	<LQ (=0,3)	15,3	36	16				
ESM3	Car.	0,23	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	<LQ (=0,15)	<LQ (=0,25)	2,7	2,3	ND	471	590	110	5000	10000	750	65,8	18,7	7,93	3,7	<LQ (=0,3)	8,5	13	220				
	Hiv.	0,08	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	<LQ (=0,15)	<LQ (=0,01)	8,9	3,7	40,5	54	53	13	570	1900	74	139,4	<LQ (=12)	11,27	5,26	<LQ (=0,3)	11,4	2,6	12				
ESM4	Car.	0,16	<LQ (=0,40)	<LQ (=0,01)	0,02	<LQ (=0,25)	3,7	3,1	ND	266	440	120	3900	7500	670	198,4	17,4	<LQ	<LQ	<LQ (=0,3)	19,2	40	120				
	Hiv.	0,15	<LQ (=0,20)	0,01	0,08	<LQ (=0,01)	18	<LQ (=0,5)	51	65	46	17	540	820	29	163,8	<LQ (=12)	15,91	7,43	<LQ (=0,3)	13,4	5,2	8,7				
ESM5	Car.	0,29	<LQ (=0,40)	0,01	<LQ (=0,15)	<LQ (=0,25)	4,7	1,2	ND	278	610	180	5700	11000	960	210	22,8	1,71	0,8	<LQ (=0,3)	21	47	89				
	Hiv.	0,32	<LQ (=0,20)	<LQ (=0,05)	0,02	<LQ (=0,01)	31	<LQ (=0,5)	118	88	140	62	1700	2800	130	298,4	<LQ (=12)	4,85	2,26	<LQ (=0,3)	24,5	22	40				
LQ/Variation LQ		0,05	20 à 40	0,01 à 0,05	0,015	0,01 à 0,25	0,1	0,5 à 3	10	1 à 40							24	12	0,05 à 1,25	0,025 à 0,625	0,3	2	0,1	2			
Seuils disponibles		Aucun seuil n'est disponible pour les eaux saumâtres et littorales																									
Eaux douces de surface = RAVINE																											
ESR6	Car.	0,05	<LQ (=0,5)	<LQ (=0,01)	0,12	0,11	7,9	2	31,4	73	8,4	11	44	120	3,1	199,6	<LQ (=12)	19,89	9,28	0,57	16,4	12	10				
	Hiv.	0,14	<LQ (=0,5)	0,02	0,34	<LQ (=0,01)	13	<LQ (=0,5)	34,9	41	4,1	7,6	12	18	1,4	151,3	<LQ (=12)	25,82	12,05	<LQ (=0,3)	12,4	4,3	10				
ESR7	Car.	0,09	<LQ (=0,5)	0,01	0,19	0,12	7,8	3,7	33,8	52	6,6	11	27	28	37	184,8	<LQ (=12)	16,98	7,92	<LQ (=0,3)	15,2	10	23				
	Hiv.	0,09	<LQ (=0,5)	<LQ (=0,01)	0,19	<LQ (=0,01)	13	4,3	47,5	42	4,7	7,5	9,7	11	1,3	163	<LQ (=12)	24,96	11,65	<LQ (=0,3)	13,4	30	55				
ESR8	Car.	0,29	<LQ (=0,5)	0,14	0,31	0,16	6,6	1,5	27,1	57	8,3	11	33	28	68	185,9	<LQ (=12)	11,42	5,33	0,88	15,2	6,4	20				
	Hiv.	0,18	<LQ (=0,5)	0,02	0,96	<LQ (=0,01)	20	<LQ (=0,5)	56,4	44	5,4	17	15	21	3,6	176,5	<LQ (=12)	22,04	10,29	<LQ (=0,3)	14,5	7,3	11				
LQ		0,05	0,5	0,01	0,015	0,01	0,1	0,5	10	1							24	12	0,05	0,025	0,3	2	0,1	2			
Seuils disponibles		1-DCE eau de surface (Eléments de qualité chimique et physico-chimique soutenant les éléments de qualité biologique : Eléments généraux) 2-Guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la directive cadre sur l'eau (DCE) en police de l'eau IOTA/ICPE de novembre 2012 - limites de "bon état", sinon "mauvais état"																									
Limite très bon / bon		0,1	10	0,1	0,1	0,05	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Limite bon / moyen		0,5	50	0,3	0,5	0,2	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Limite moyen / médiocre		2	-	0,5	1	0,5	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Limite médiocre / mauvais		5	-	1	2	1	15	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Intervalle "bon état"		-	-	-	-	-	-	-	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15-35	25-50				
Eaux douces - Souterraines																											
EP9	Car.	<LQ (=0,05)	9,8	<LQ (=0,01)	<LQ (=0,015)	0,02	0,24	<LQ (=0,5)	<LQ (=10)	185	54	12	600	980	150	416,6	<LQ (=12)	11,65	5,436	1,28	34,2	0,26	<LQ (=2)				
	Hiv.	<LQ (=0,05)	12	0,02	0,03	<LQ (=0,25)	0,39	<LQ (=0,5)	12,4	181	52	12	540	960	140	409,9	<LQ (=12)	11,69	5,454	0,48	33,6	0,3	2,3				
LQ/Variation LQ		0,05	0,5 à 1	0,01	0,015	0,01 à 0,25	0,1	0,5	10	1							24	12	0,1 à 1,25	0,025 à 0,625	0,3	2	0,1	2			
Seuils disponibles		DCE eaux souterraines (normes de qualité et valeurs seuils pour les eaux souterraines)																									
Limite bon/mauvais		0,5	50	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-	-	200	250	250	-	-	-	-	-	-	1	25				
A titre indicatif		Limite de qualité pour les eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau potable (Arrêté 11 janvier 2007)																									
Limite de qualité		-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200	250	-	-	-	-	-	-	-	-				
Guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la DCE - novembre 2012																											
																					bon		mauvais				

5.2.1. Les nutriments

En ce qui concerne les nutriments (matières azotées et matières phosphorées), les résultats ne semblent pas mettre en lumière de pression particulière, sur la base de la comparaison avec les normes et valeurs seuils de la DCE.

En effet, les trois stations étudiées sur la ravine et la station étudiée sur les eaux souterraines montrent des valeurs faibles reflétant un état :

- « **Très bon** » pour les **eaux souterraines** ;
- « **Bon** » à « **très bon** » pour les **eaux de surface** à l'exception d'une valeur de paramètre ortho-phosphate classée moyen.

Les eaux littorales ne disposent pas de valeurs références, elles affichent cependant des valeurs assez faibles (< 0,5 mg/L) pour l'ensemble de ces paramètres.

Des points de vigilance sont toutefois à signaler :

- Paramètre "nitrates" dont les limites de quantification (20 à 40 mg/L) sont élevées sur les stations des marais et pourraient empêcher d'observer une éventuelle contamination. Il est ainsi difficile d'affirmer l'absence de contamination des marais par ce paramètre, toutefois n'ayant pas été retrouvé à des concentrations supérieures à 0,5 mg/L dans les marais et étant inférieur au seuil dans les eaux souterraines, il n'y a à priori **pas de pression exercée par les nitrates sur le milieu** ;
- La **station ESR8 en période d'hivernage** présente un état moyen à cause des **ortho-phosphates**. Ce paramètre apparaît en classe « bon état » pour tous les autres points d'échantillonnage, y compris pour la période de carême sur la même station. Cette valeur isolée ne permet pas de mettre en avant une pression particulière mais **reste à considérer comme point de vigilance**.

Les matières siliceuses étant également des nutriments n'apparaissent dans aucun seuil. Les valeurs de silice et silicium dissous sont comprises entre :

- Eaux des marais : < LQ et 16 mg/L ;
- Eaux de ravine : 5 à 12 mg/L pour le silicium et 11 à 26 mg/L pour la silice ;
- Eaux souterraines : environ 5 mg/L de silicium et 11 mg/L de silice.

5.2.2. Oxygénation : matières organiques et oxydables

Des normes et valeurs seuils fixées par la DCE sont disponibles uniquement pour les eaux douces de surface, soit de la ravine sur les paramètres COD et DBO₅. Pour les eaux souterraines et les eaux de surface saumâtres et littorales, aucun seuil n'est défini.

Pour le DCO-ST on se réfèrera au guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la DCE en police de l'eau IOTA/ICPE de novembre 2012 (2), donnant un cadre pour les eaux douces de surface.

● Paramètre DBO₅

La DBO₅ ne dispose de valeurs seuil que pour les eaux douces de surface.

Ainsi, tous les échantillons de la ravine (carême/hivernage) sont classés « bon » à « très bon » avec des valeurs légèrement plus élevées à la station ER7 (4 mg/L).

A titre indicatif, les eaux des marais seraient classées « bon » ou « très bon » au carême et à l'hivernage (valeurs inférieures à 4 mg/L donc sous la limite bon/moyen fixée à 6 mg/L). Seule la station ESM0 à

l'hivernage atteint 11 mg/L. Sa valeur étant très faible au carême, une attention particulière sera portée sur cette station par la suite afin d'identifier la présence ou non d'une pression.

Dans les **eaux souterraines**, le DBO₅ n'est pas quantifié (LQ=0,5 mg/L) donc EF9 serait classé en « **très bon** » état vis-à-vis de ce paramètre.

Ce paramètre représente la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Il quantifie notamment l'impact des effluents d'eaux usées sur les niveaux d'oxygène en rivière. Ainsi, **en considérant uniquement ce paramètre, il n'est pas identifié de pression particulière des rejets d'eaux usées sur le bassin versant.**

● Paramètre COD

Le Carbone Organique Dissous est utilisé pour caractériser la pollution organique des milieux aquatiques. Une forte concentration en COD peut réduire la concentration en oxygène des milieux et affecter la biodiversité.

Pour les **eaux de la ravine**, les valeurs du COD montrent un état dégradé en particulier à l'hivernage : sur les stations ESR6 et 7, l'état est « moyen » à « médiocre » entre le carême et l'hivernage ; et « très bon » à « mauvais » sur ESR8. Etant donné que ce critère reflète la pollution par la matière organique des milieux aquatiques, l'eau de la ravine indique une composition chimique propice à la prolifération d'algues et autres végétaux.

A titre indicatif, pour les **eaux des marais**, les valeurs de COD sont nettement plus élevées à l'hivernage : ESM0, 1, 3 et 4 se classeraient en « mauvais » état et ESM2 en état « médiocre ». Au carême, tous les échantillons sont inférieurs à 5 mg/L, ils se classeraient en « très bon » état. A noter que la valeur de COD en ESM5-hiv est la plus élevée enregistrée : 31 mg/L.

De manière générale, en appliquant les valeurs seuils de la DCE pour les eaux douces et au regard des **valeurs élevées à l'hivernage du COD, une pression est mise en évidence conduisant à une eutrophisation du milieu.**

A noter que à la station ESM0, les deux paramètres (COD et DBO₅) permettent également de conclure sur une tendance à l'eutrophisation à l'hivernage.

A titre indicatif toujours, le COD mesuré en EF9 est inférieur à 0,5 mg/L aux deux campagnes. Les **eaux souterraines** au droit de EF9 se classeraient en « **très bon** » état.

● Paramètre DCO

La Demande Chimique en Oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium.

Dans la **ravine**, seul l'échantillon ESR8 au carême est classé en « bon état » (27,1 mg/L O₂). Tous les autres échantillons ont une concentration au-dessus de la limite supérieure de l'intervalle (entre 31,4 et 56,4 mg/L O₂). D'après 4.1.2.1), cela traduit **un appauvrissement du milieu en oxygène.**

Dans les marais, la DCO présente un comportement saisonnier bien marqué : non détectée pour tous les échantillons au carême (LD=3,3 mg/L O₂) ; entre 40,5 et 118 mg/L O₂ à l'hivernage, soit au-dessus de l'intervalle de « bon état ». Par conséquent, **à titre indicatif, aucun échantillon des marais ne serait classé en « bon état » vis-à-vis de la DCO.**

Au droit du forage EF9, la DCO est non quantifiée au carême (LQ=10 mg/L O₂) et a une valeur de 12,4 mg/L O₂ à l'hivernage. Dans tous les cas, elle ne serait **pas classée en « bon état » vis-à-vis de la DC**. Ces eaux sont donc faibles en matière organique et en nutriments, ce qui limite le développement végétal.

Il ressort de l'échantillonnage :

- L'oxygénation des eaux souterraines est en « très bon » état ;
- Aucune pression anthropique particulière n'est mise en évidence dans les trois masses d'eau ;
- Des taux de matière organique particulièrement élevés dans les eaux de la ravine et des marais venant altérer la qualité des milieux ;
- Les eaux de la ravine sont sujettes à un appauvrissement en oxygène ;
- Cependant, aucune réponse logique n'est observée en fonction de l'emplacement des stations (il n'y a pas plus d'oxygène en amont des marais à proximité de l'embouchure de la ravine).

5.2.3. MES et turbidité

● Matières En Suspension

La qualité des eaux est évaluée pour ce paramètre avec les valeurs seuil définies dans le guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la DCE en police de l'eau IOTA/ICPE de novembre 2012, donnant un cadre pour les eaux douces de surface.

Dans la **ravine à l'hivernage**, tous les échantillons (sauf ESR7 à l'hivernage qui est au-dessus de la limite supérieure) sont en dessous de la limite inférieure. Globalement, la **concentration en MES augmente au carême**. Ainsi, selon cet intervalle, **aucun échantillon de la ravine n'est classé en « bon état » au regard du paramètre MES au carême**.

Dans **les marais**, la même tendance est observée : la **concentration en MES augmente au carême**. A titre indicatif, une valeur extrême est mesurée au carême à la station ESM3 (220 mg/L), ESM4 (120 mg/L) et ESM5 (89 mg/L). Ces valeurs particulièrement élevées peuvent être à associer en partie au remaniement des sédiments, le prélèvement ayant été réalisé au droit de fines lames d'eau (ESM3 et 5). De plus, les pluies sont rares et l'évaporation plus importante au carême donc pour une même quantité de particules, le volume d'eau diminue donc la concentration en MES augmente.

La valeur la plus faible enregistrée est en ESM4 également, à l'hivernage (8,7 mg/L). Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'il y ait plus d'eau à l'hivernage et donc moins de remise en suspension. Selon l'intervalle de bon état, seuls les **échantillons ESM0-hiv, ESM1-hiv/car et ESM5-hiv** sont classés en « bon état » au regard du paramètre MES.

Au droit du forage EF9, les MES sont non-quantifiées au carême (LQ=2 mg/L) et de 2,3 mg/L à l'hivernage. A titre indicatif, **l'échantillon EF9 n'est donc classé en « bon état » au regard du paramètre MES**.

● Turbidité

Dans la ravine, aucune tendance saisonnière évidente n'est relevée. Au regard de cet intervalle, **seul la station ESR7 à l'hivernage est classé en « bon état » pour la turbidité (30 NTU)**. Pour tous les autres échantillons, les valeurs sont en-dessous de la limite inférieure (entre 4,3 et 12 NTU).

Dans les marais, la turbidité augmente à l'hivernage pour les stations ESM0 et 1. Pour toutes les autres, elle diminue à l'hivernage. L'intervalle de valeurs varie entre 2,6 et 59 NTU donc une plus grande amplitude de variation que dans la ravine.

A titre indicatif, **seuls ESM0-hiv et ESM5-hiv sont classés en « bon état » au regard de la turbidité.**

Au droit du forage EF9, la turbidité est très faible (inférieure à 0,4 NTU aux deux campagnes). A titre indicatif, **l'échantillon EF9 est donc classé en « bon état » vis-à-vis de la turbidité.**

En conclusion,

- Aucune eau n'est classée en « bon état » vis-à-vis des MES dans la ravine. Le taux de particules en suspension (turbidité et MES) est particulièrement élevé dans les eaux des marais, notamment au carême où les pluies sont rares et l'évaporation plus importante. A titre indicatif, seuls 3 stations à l'hivernage dans les marais remplissent ce critère. Ces résultats sont cohérents avec les caractéristiques du milieu : globalement calme donc propice à la sédimentation avec des perturbations ponctuelles lors de l'activation de la ravine Cassis par bâchée (cf Rapport hydrologique). **Globalement, les MES déclassent les masses d'eau, et en particulier au carême.**
- Vis-à-vis de la turbidité, seuls EF9, ESM0 et 5 à l'hivernage sont classés en « bon état ». **Donc de façon globale, la turbidité décline les eaux des marais et de la ravine.**

5.2.4. Les ions

5.2.4.1. Présentation des résultats

L'état des eaux au regard des ions est défini :

- Pour les eaux de surface (douces et saumâtres/littorales) : pas de normes ou valeurs seuils définies par la DCE ;
- Pour les eaux souterraines, certaines valeurs seuils sont disponibles dans le Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines de juillet 2019 (5) ;
- Pour les eaux de surface et souterraines, une comparaison au fond géochimique établi par le BRGM (2014) est réalisée.

Pour tous les éléments (calcium, magnésium, potassium, sodium, chlorures, sulfates et bicarbonates), les concentrations sont nettement plus élevées au carême ; ce phénomène se retrouve dans les trois masses d'eau. A noter également que les variations saisonnières sont très faibles dans les eaux souterraines (à l'exception du sodium). De plus, ce sont systématiquement dans les eaux des marais que les concentrations sont les plus élevées en moyenne, puis dans les eaux souterraines. Les eaux de la ravine ont en moyenne les concentrations les plus faibles des trois masses d'eau (sauf les bicarbonates).

La concentration en **calcium** présente les caractéristiques suivantes :

- Dans les marais, au carême la concentration varie entre 266 et 471 mg/L et à l'hivernage entre 54 et 88 mg/L ;
- Les écarts sont moins marqués dans la ravine : au carême la concentration varie entre 52 et 73 mg/L et à l'hivernage elle est quasi constante (variation entre 41 et 44 mg/L), ce qui reste dans l'intervalle du fond géochimique défini jusqu'à 301,9 mg/L ;
- Au droit du forage : 185 mg/L au carême et 181 mg/L à l'hivernage, soit supérieur au fond géochimique compris entre 68,4 et 139,5 mg/L.

Concernant le **magnésium**, les eaux des marais en sont très riches (concentration comprise entre 43 et 1100 mg/L).

Dans la ravine, la concentration est inférieure à 10 mg/L, ce qui est largement inférieure à l'intervalle du fond géochimique fixé jusqu'à 558,1 mg/L.

Dans les eaux souterraines, la concentration est d'environ 53 mg/L, soit proche du fond géochimique ([5,9 ; 49,9 mg/L]).

La concentration en **potassium** varie entre 13 et 290 mg/L dans les marais, entre 7,5 et 17 mg/L dans la ravine et constante à 12 mg/L au droit du forage.

Les **sulfates** sont l'élément présentant la plus grosse variation saisonnière dans les marais (parfois plus d'un facteur 10 entre l'hivernage et le carême). La concentration varie entre 29 et 2200 mg/L.

Dans la ravine, la variation de concentration est comprise entre 1,3 et 68 mg/L.

Et dans le forage, la concentration varie entre 140 et 150 mg/L, soit légèrement supérieure au fond géochimique compris entre 6,3 et 83,7 mg/L.

Les **bicarbonates** ont une concentration variant entre 65,8 et 312,1 mg/L dans les marais, entre 151,3 et 199,6 mg/L dans la ravine et entre 409,9 et 416,6 mg/L au droit du forage.

Pour les **chlorures et le sodium**, le même comportement est observé :

- Les concentrations les plus fortes sont retrouvées dans les marais, les plus faibles dans la ravine.
- Au droit du forage EF9, les concentrations sont largement au-dessus des valeurs seuils du sodium (VS=200 mg/L) et des chlorures (VS=250 mg/L) aux deux campagnes.
- Toutes les concentrations sont supérieures au fond géochimique des eaux souterraines (chlorures : [24,3 ; 646,7 mg/L] et sodium : [19 ; 324 mg/L]). Cela correspond aux conclusions du BRGM (Ratsimihara, 2014), montrant pour ces paramètres des valeurs plus élevées qu'au niveau national (sans pour autant définir de nouvelles valeurs seuil).

Ces valeurs témoignent d'une composante salée liée à la proximité avec le milieu marin.

A l'image de la Figure 12, les valeurs de Na^+ et Cl^- sont logiquement très élevées sur les stations des marais, en particulier au droit des stations amont des marais, soumises à forte influence marine, et en particulier au carême, période avec un apport d'eau de pluie minoritaire.

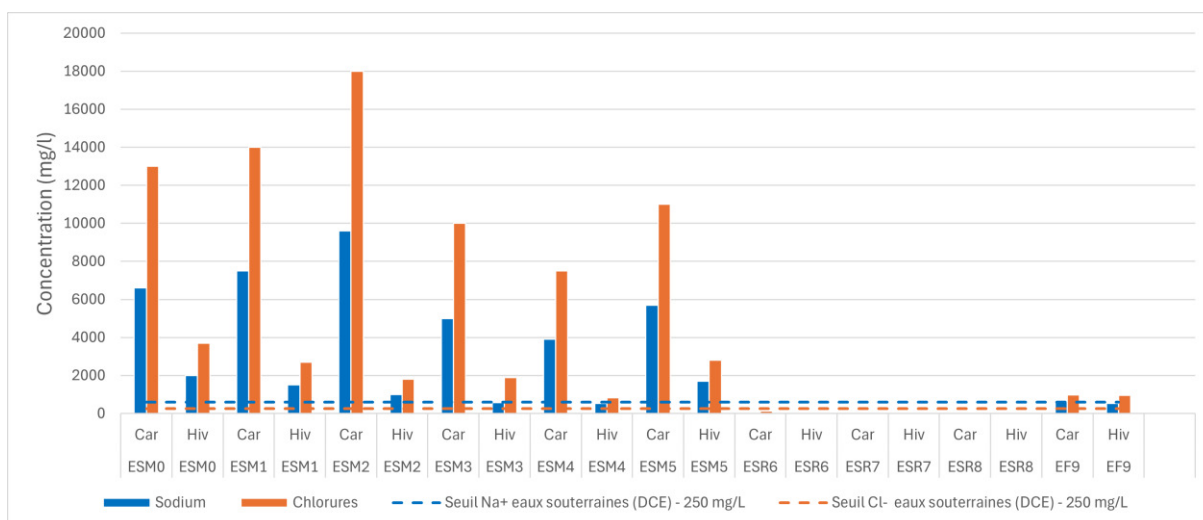


Figure 12 : Concentrations en ions Na^+ et Cl^- à chaque station et pour chaque campagne vis-à-vis des seuils DCE

Ainsi, un gradient amont/aval est observable pour les ions majeurs de type : calcium, magnésium, potassium, sodium, chlorure et sulfate. Ce gradient est illustré sur la cartographie ci-après (Figure 13) à partir des concentrations d'ions chlorures mesurées lors des deux campagnes de prélèvement.

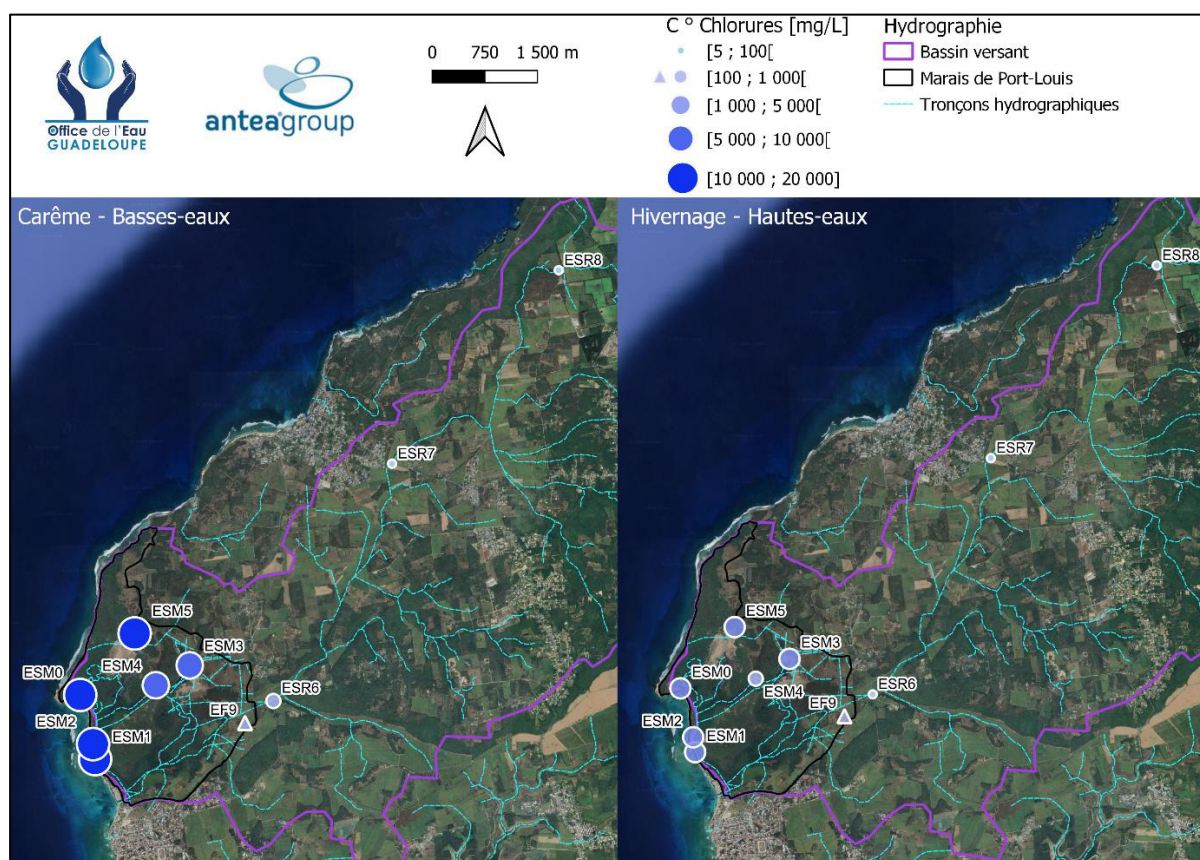


Figure 13 : Concentration des ions Chlorures au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)

Le Tableau 19 synthétise les observations détaillées ci-dessus : « ok » signifie que les concentrations mesurées aux deux campagnes sont incluses dans l'intervalle du fond géochimique, « supérieur » signifie que la concentration mesurée est supérieure à l'intervalle, « / » signifie qu'il n'y a pas d'intervalle défini pour le fond géochimique.

Dans le cas où les concentrations mesurées sont supérieures à l'intervalle de concentration du fond géochimique, cela signifie généralement qu'il y a une **anomalie par rapport à l'état naturel attendu**. Les causes peuvent être une influence anthropique, un apport naturel plus important, une modification des conditions hydrogéochimiques (ex : augmentation du trait du biseau salé).

Tableau 19: Comparaison des concentrations en ions mesurées avec le fond géochimique établi (Ratsimihara, 2014)

	Eau souterraine : EF9	Eau douce de surface : Ravine
Calcium (Ca ²⁺)	supérieur	ok
Magnésium (Mg ²⁺)	supérieur	supérieur
Potassium (K ⁺)	/	/
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	supérieur	/
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	/	/
Chlorures (Cl ⁻)	supérieur	/
Sodium (Na ⁺)	supérieur	/

5.2.4.2. Diagramme de Piper

Afin de retracer l'origine des eaux des marais, un diagramme de Piper a été réalisé sur la base des résultats d'analyse des d'ions majeurs dans les échantillons prélevés. Il s'agit d'une représentation graphique trilineaire de la chimie d'un échantillon d'eau représentant les concentrations en anions et cations. Ce graphique permet d'identifier le type d'eau mais aussi de comprendre les processus géochimiques qui affectent sa composition.

L'analyse du diagramme de Piper (Figure 14) indique les faciès suivants pour les différentes masses d'eau :

- **Eaux des marais : faciès hyper chloruré sodique ;**
- **Eaux de la ravine : faciès bicarbonaté calcique et magnésien ;**
- **Eaux souterraines : faciès chloruré sodique et potassique.**

La chimie des eaux souterraines observée est cohérente avec le diagramme de Piper du rapport BRGM de 2018 au droit des forages de la masse d'eau Grande Terre (Pelletan et en particulier Charropin), indiquant un faciès géochimique tendant à évoluer vers un **pôle chloruré sodique** (NaCl), indiquant une influence marine sur le secteur.

La chimie des eaux des marais s'apparente ainsi davantage à celle des eaux souterraines qu'à celle des eaux de la ravine. Le faciès hyper chloruré sodique des marais semble témoigner d'une forte influence marine via les échanges mer/marais et via les eaux souterraines sujettes à une forte intrusion saline dans le secteur.

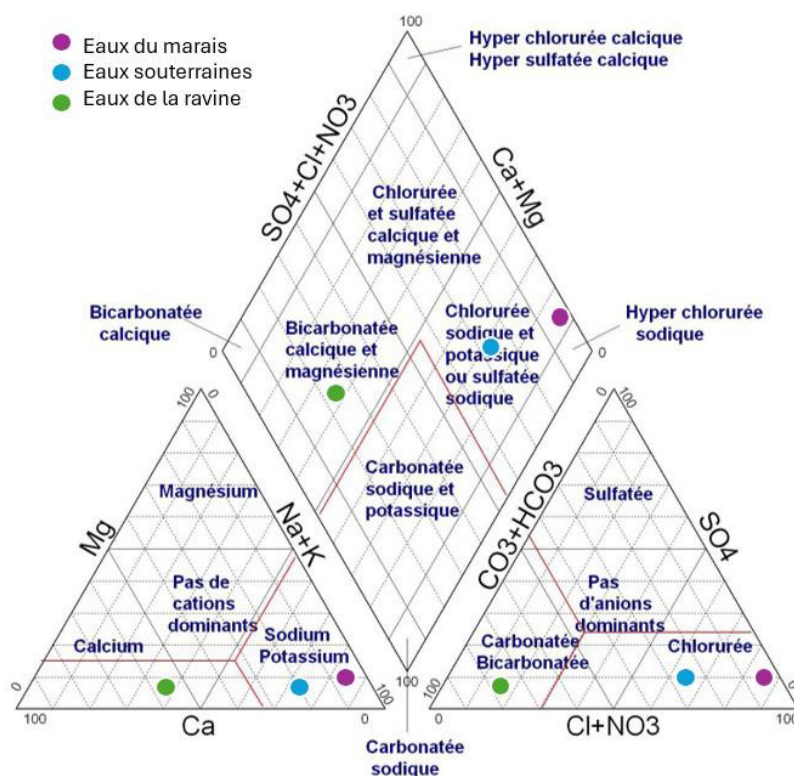


Figure 14 : Diagramme de Piper des différentes masses d'eau sur la base des échantillons prélevés
(source : Antea Group)

5.3. Les éléments traces

Parmi les onze éléments traces analysés au laboratoire, le **cadmium n'est pas présent sur le bassin versant des marais de Port-Louis** (non détecté et non quantifié lors des analyses). Il n'est donc pas présenté dans le tableau synthétisant les résultats pour les éléments traces.

Les concentrations des éléments traces suivants en carême et hivernage sont synthétisées dans le Tableau 20 ci-dessous : Aluminium, Fer, Manganèse, Arsenic, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb et Zinc dissous.

Afin de qualifier l'état des masses d'eau vis-à-vis des éléments traces, les textes de référence utilisés sont :

- Pour les eaux souterraines : l'annexe 1 du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines de juillet 2019 (5) ;
- Pour les eaux de surface (douce et saumâtre/littorale) : l'arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (1) ;
- Pour les eaux douces de surface : des valeurs PNEC issues de la base de données de INERIS ;
- Pour l'aluminium : le guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la DCE en police de l'eau IOTA/ICPE de novembre 2012 (4) ;
- Pour le fer : l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine (12).

Tableau 20: Concentration des éléments traces par site et par campagne et confrontation aux seuils disponibles pour définir un état qualitatif

Paramètres analysés		Aluminium	Fer	Manganese	Arsenic	Chrome Total	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Zinc dissous
Code sandre		1370	1393	1394	1369	1389	1392	1387	1386	1382	1383
Sites	Campagnes	µg/L									
Eaux saumâtres et littorales = MARAIS											
ESM0	Car.	134	415	153	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,375)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
	Hiv.	278	348	249	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
ESM1	Car.	204	410	75	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,375)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
	Hiv.	550	403	182	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
ESM2	Car.	255	1967	235	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,375)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
	Hiv.	400	338	<LQ (=50)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	6,9	<LQ (=0,5)	<LQ (=5)	6,8	<LQ (=50)
ESM3	Car.	<LQ (=125)	372	298	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,375)	<LQ (=5)	11,2	<LQ (=50)
	Hiv.	43	114	185	1,8	0,2	1,2	<LQ (=0,015)	0,3	0,9	<LQ (=2)
ESM4	Car.	396	423	127	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,375)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
	Hiv.	79	540	237	1,6	0,3	0,5	<LQ (=0,015)	0,4	0,7	<LQ (=2)
ESM5	Car.	440	703	164	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,375)	<LQ (=5)	5,9	<LQ (=50)
	Hiv.	85	385	334	2,8	0,7	0,9	<LQ (=0,015)	0,6	2,7	<LQ (=2)
LQ / Variation LQ		5 à 125	5 à 125	2 à 50	0,2 à 5	0,2 à 5	0,2 à 5	0,015 à 0,5	0,2 à 5	0,2 à 5	2 à 50
Seuils disponibles		DCE eau de surface (Paramètres de l'état chimique pour les eaux saumâtres, état : Bon / Mauvais / Indéterminé)									
NQE CMA		-	-	-	-	-	-	0,07	34	14	-
NQE MA		-	-	-	-	-	-	-	8,6	1,3	-
PNEC		-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-

Eaux douces de surface = RAVINE											
ESR6	Car.	14	1177	265	0,9	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,015)	0,3	<LQ (=0,2)	<LQ (=2)
	Hiv.	15	1785	430	1,1	<LQ (=0,2)	0,8	<LQ (=0,015)	0,5	<LQ (=0,2)	<LQ (=2)
ESR7	Car.	124	348	171	1,1	<LQ (=0,2)	0,8	<LQ (=0,015)	0,5	<LQ (=0,2)	<LQ (=2)
	Hiv.	141	2156	2860	1,9	<LQ (=0,2)	0,8	<LQ (=0,015)	0,7	0,3	<LQ (=2)
ESR8	Car.	21	158	44	1,1	<LQ (=0,2)	0,9	<LQ (=0,015)	0,4	<LQ (=0,2)	<LQ (=2)
	Hiv.	15	282	335	1	<LQ (=0,2)	0,7	<LQ (=0,015)	0,4	<LQ (=0,2)	<LQ (=2)
LQ / Variation LQ		5	5	2	0,2	0,2	0,015	0,2	0,2	0,2	2
Seuils disponibles		DCE eau de surface - Paramètres de l'état écologique pour les polluants spécifiques non synthétiques pour les eaux douces (état: Bon / Mauvais)									
		Arrêté eau potable 11 janvier 2007 : limites pour la consommation humaine									
		Valeurs PNEC définies pour les eaux de surface									
		Guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la DCE en police de l'eau IOTA/ICPE de novembre 2012									
NQE CMA		-	-	-	-	-	0,07	34	14	-	-
NQE MA		-	-	-	0,83	3,4	1	4	1,2	7,8	-
VS		-	200	-	10	50	1	20	10	-	-
Intervalle "bon état"		100-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PNEC		-	-	15	1,37	-	-	-	0,4	-	-
Eaux douces = SOUTERRAINES											
EF9	Car.	7	<LQ (=5)	<LQ (=2)	0,4	0,3	0,3	0,054	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,2)	2
	Hiv.	214	<LQ (=125)	<LQ (=50)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=0,5)	<LQ (=5)	<LQ (=5)	<LQ (=50)
Variation LQ		5	5 à 125	2 à 50	0,2 à 5	0,2 à 5	0,2 à 5	0,015 à 0,5	0,2 à 5	0,2 à 5	2 à 50
Seuils disponibles		DCE eau de souterraines (état: Bon / Mauvais)									
Valeur seuil (bon/mauvais)		200	200	50	10	50	2000	1	20	10	5000

DCE	Bon	Mauvais	Indéterminé
Dépassement des valeurs seuils	Arrêté eau potable		
	PNEC		
	Guide technique		

● Mercuré :

Il n'est quantifié qu'une fois en EF9 au carême avec une concentration de 0,015 µg/L, soit bien en-dessous de la NQE-CMA (0,07 µg/L). Pour tous les autres, il n'a pas été possible de le quantifier (LQ=0,015 µg/L).

Le mercure apparaît en « **bon état** » sur toutes les stations des marais, de la ravine et des eaux souterraines à toutes les campagnes.

Au regard de la valeur seuil de limite pour la consommation humaine fixée à 1 µg/L, toutes les stations ont une concentration inférieure.

● Zinc :

Le zinc n'est quantifié qu'une fois en EF9 au carême avec une concentration de 2 µg/L, soit bien en-dessous de la NQE-MA (7,8 µg/L). Pour tous les autres, il n'a pas été possible de le quantifier (LQ=2 µg/L).

● Cuivre :

Le cuivre est quantifié (LQ=0,2 µg/L) à quatre reprises à l'hivernage dans les marais (ESM2, 3, 4, 5) et aux deux campagnes dans la ravine, au carême en EF9.

● Chrome :

Le chrome est quantifié (LQ=0,2 µg/L) à trois reprises à l'hivernage dans les marais (ESM3, 4, 5) et au carême en EF9. Il n'est jamais quantifié dans la ravine et sur la partie aval des marais.

Leurs concentrations apparaissent en « **bon état** » sur toutes les stations des marais, de la ravine et des eaux souterraines à toutes les campagnes.

Au regard de la valeur seuil de limite pour la consommation humaine fixée à 50 µg/L, toutes les stations ont une concentration inférieure.

● Nickel :

Le nickel est quantifié (LQ=0,2 µg/L) à trois reprises à l'hivernage dans les marais (ESM3, 4, 5) et dans toutes les stations de la ravine en carême et hivernage. Il n'est par ailleurs pas quantifié au droit du forage EF9.

Les concentrations mesurées le classe (Figure 15) en « **bon état** » sur les eaux des marais, de la ravine et des eaux souterraines au regard des normes de la DCE.

Au regard de la valeur seuil de limite pour la consommation humaine fixée à 20 µg/L, toutes les stations ont une concentration inférieure.

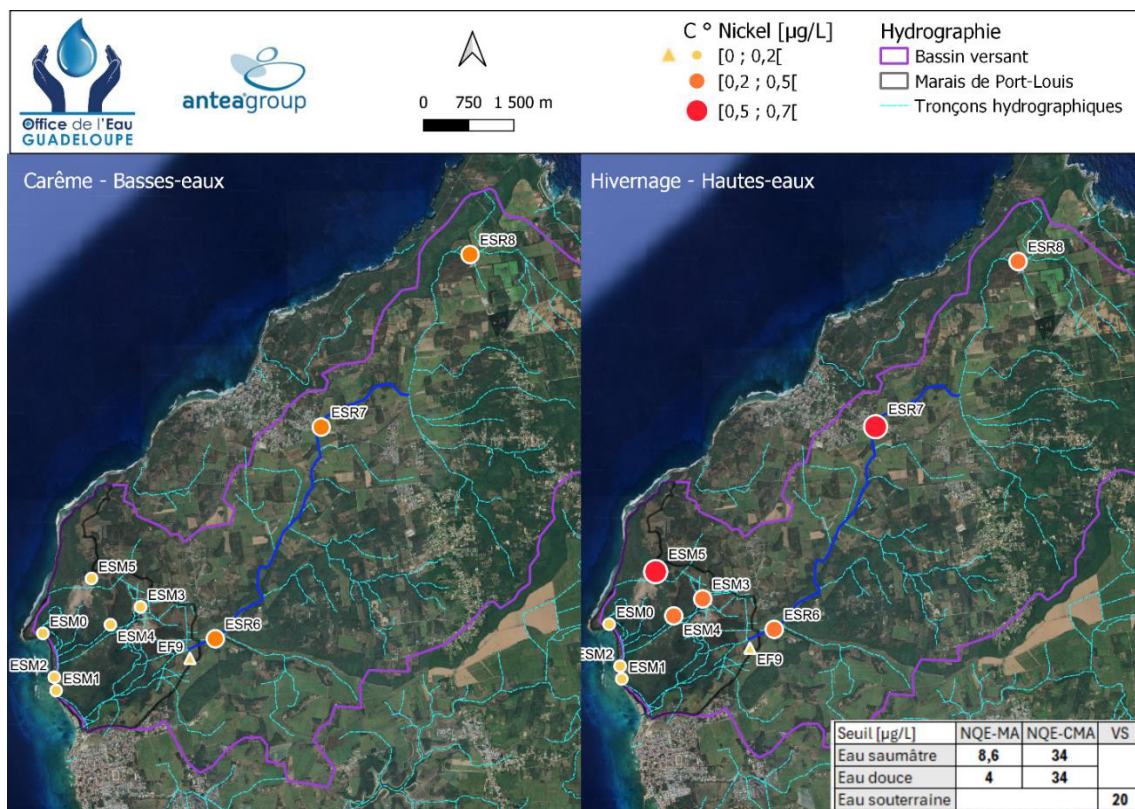


Figure 15: Concentration en Nickel au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)

● Plomb :

La **concentration en plomb est quantifiée (LQ=5 µg/L) et dépasse la NQE-MA de 1,3 µg/L** pour deux stations des marais au **carême** : **ESM3 et ESM5** avec une concentration respective de 11,2 et 5,9 µg/L (Figure 16). Ces deux stations déclassement les eaux des marais à « mauvais état ». En première explication de cette très forte concentration en ESM3, on peut mentionner sa localisation dans la zone dite miroir de chasse où il y avait été noté des cartouches de chasse présentes sur le site. Cette activité est probablement la principale origine du plomb dans le milieu naturel. Pour toutes les autres stations, le plomb est en dessous de la limite de quantification.

A l'**hivernage**, le **plomb est quantifié dans 5 stations (ESM2, 3, 4 et 5 et ESR7) dont deux sont au-dessus du seuil NQE-MA (ESM2 : 6,8 µg/L et ESM5 : 2,8 µg/L).**

Le plomb n'est pas quantifié au droit du forage EF9 aux deux saisons.

Au regard de la valeur PNEC fixée à 0,4 µg/L, les eaux de la ravine sont en dessous de la valeur seuil. A titre indicatif, dans les marais, lorsque le plomb a été quantifié, sa concentration est largement supérieure à la valeur PNEC (ESM2, 3 et 5).

Au regard de la valeur seuil de limite pour la consommation humaine fixée à 10 µg/L, seule la station ESM3 au carême a une concentration supérieure.

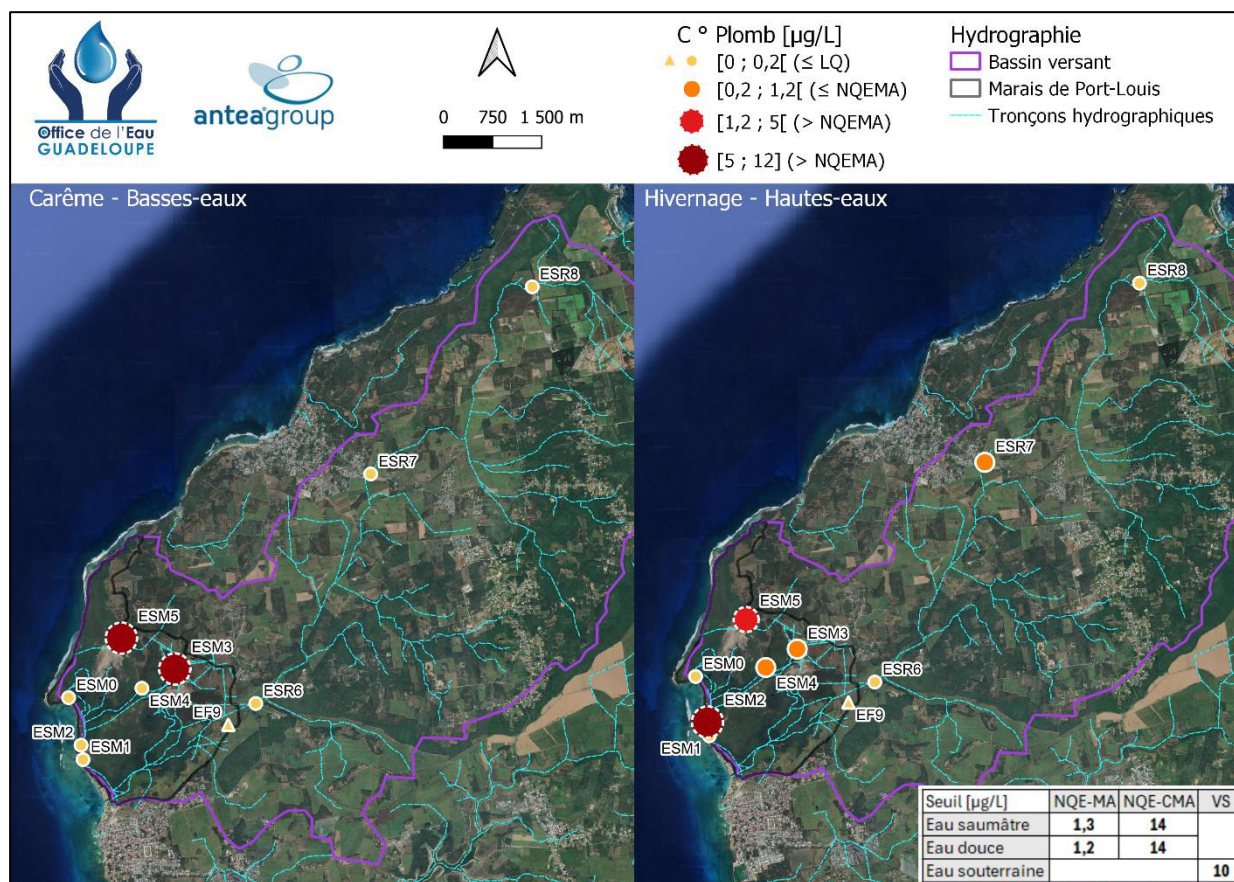


Figure 16: Concentration en Plomb au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)

● Arsenic :

La cartographie des concentrations en arsenic (Figure 17) ne fait pas apparaître de gradient amont aval particulier. Toutefois il est important de préciser que les LQ imposées par le laboratoire d'analyse ont varié entre le carême et l'hivernage : par exemple pour les eaux souterraines, 0,2 µg/L au carême et 5 µg/L à l'hivernage. Donc la non-quantification de l'arsenic à l'hivernage ne signifie pas pour autant une diminution de sa concentration voire sa disparition.

Cependant, les concentrations mesurées en arsenic sont très différentes entre les deux saisons : globalement plus élevées à l'hivernage.

En effet, au carême, l'arsenic n'est pas quantifié dans les marais (LQ=0,2 µg/L). Sans valeur seuil définie par la DCE, **l'état chimique des eaux des marais est indéterminé**. Les concentrations les plus élevées sont mesurées dans la ravine (entre 0,9 et 1,1 µg/L), soit supérieures à la NQE-MA de 0,83 µg/L : **l'arsenic décline en état « mauvais » les eaux de la ravine au carême**.

Au niveau de EF9, une concentration de 0,4 µg/L est mesurée soit très inférieure à la valeur seuil de 10 µg/L. **L'eau souterraine au droit de EF9 est en « bon état » au regard de l'arsenic**.

A l'hivernage, les concentrations sont globalement plus élevées. Dans les marais, l'arsenic est quantifié en trois points : ESM3 (1,8 µg/L), ESM4 (1,6 µg/L) et ESM5 (2,8 µg/L). Sans valeur seuil définie par la DCE, **l'état chimique des eaux des marais est « indéterminé »**.

Dans la ravine, les concentrations sont globalement plus importantes (de 1 à 1,9 µg/L) : **l'arsenic décline en état « mauvais » les eaux de la ravine à l'hivernage**.

Au droit de EF9, l'arsenic n'est pas quantifié, l'eau souterraine au droit de EF9 est en « bon état » au regard de l'arsenic.

Au regard de la valeur PNEC fixée à 1,37 µg/L, la station ESR7 à l'hivernage dépasse avec une concentration de 1,9 µg/L.

Cet élément ayant été relevé systématiquement en surface dès lors que la limite de quantification le permettait, il est probable que sa présence témoigne d'activités humaines polluantes (présence de déchets, eaux usées...). Dans le milieu naturel, les principales voies d'exposition sont les produits agricoles et la biologie. C'est pourquoi il serait judicieux de poursuivre le suivi de ce paramètre et de parvenir à le quantifier sur l'ensemble des marais, ainsi que de mener une analyse approfondie sur les potentielles sources de pollution à l'arsenic.

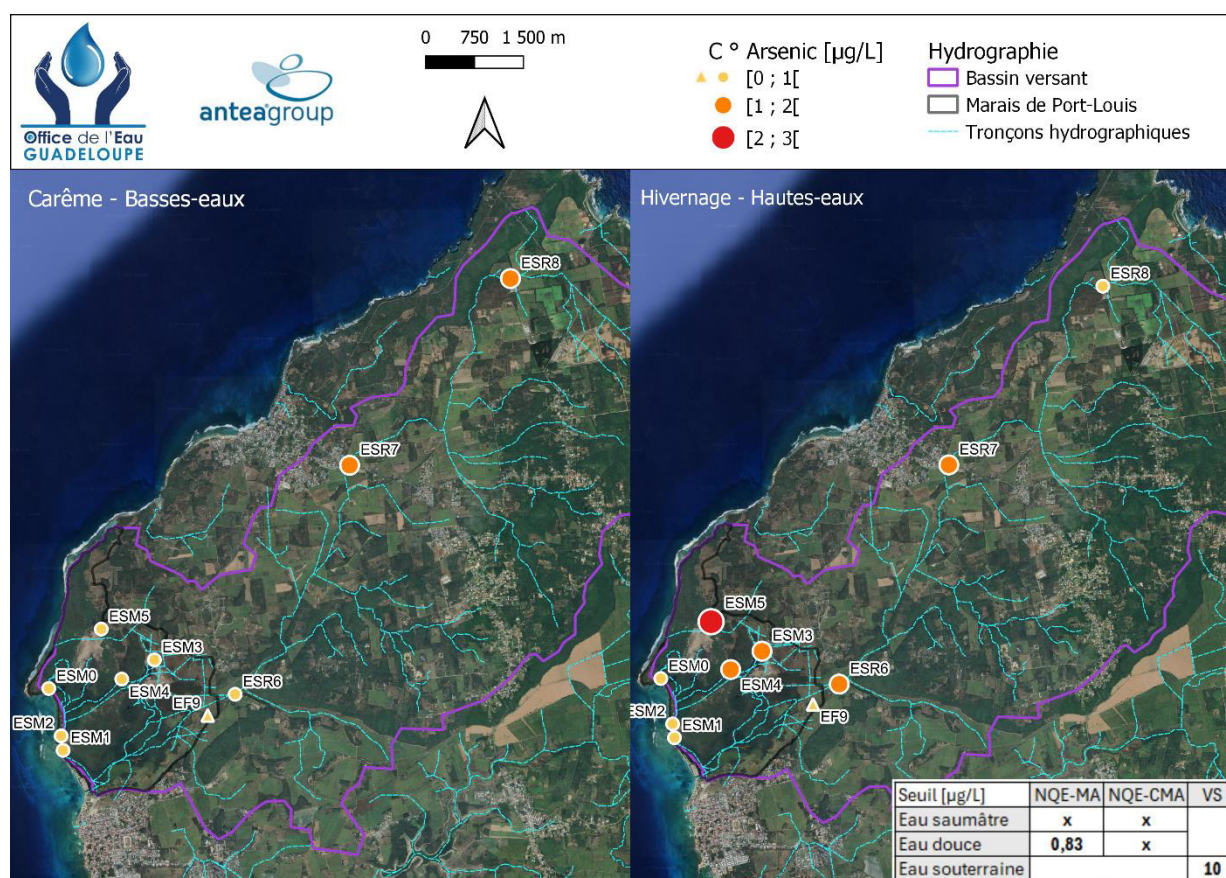


Figure 17 : Concentration en Arsenic au carême (à gauche) et à l'hivernage (à droite). (Source : Antea Group, 2026)

- Aluminium :

Les eaux douces de surface sont qualifiées en « bon état » si :

- pH ≤ 6,5, alors l'eau est classée en « bon état » si la concentration en aluminium dissous appartient à l'intervalle]5 ; 10 µg/L].
- Sinon, l'eau est classée en « bon état » si la concentration en aluminium dissous appartient à l'intervalle]100 ; 200 µg/L].

D'après la partie 5.1, tous les échantillons ont un pH supérieur à 6,5 donc l'intervalle de « bon état » est]100 ; 200 µg/L].

L'aluminium a été **quantifié** (LQ=5 µg/L) **au droit de quasiment toutes les stations et à toutes les campagnes** (exceptée ESM3 au carême).

Dans **la ravine**, seule la station ESR7 est classée en « bon état » aux deux campagnes, pour ESR6 et 8 les concentrations mesurées sont trop faibles : l'état est « très bon ».

Dans **les marais**, les valeurs sont globalement plus élevées : de l'ordre de 40 à 550 µg/L (14-141 µg/L dans la ravine et 7-214 µg/L dans le forage). La différence de résultats entre les deux campagnes carême/hivernage est davantage marquée au droit des stations marais amont : plus de 350 µg/L d'écart en ESM4 et ESM5. La valeur la plus forte est mesurée en ESM1 à l'hivernage (550 µg/L). **A titre indicatif, seul le point ESM0 au carême serait classé en « bon état ».**

Au droit du **forage EF9**, sur la base des valeurs seuils de la DCE, les échantillons seraient classés en « mauvais état » pour l'aluminium à l'hivernage (214 µg/L) et au carême (7 µg/L). La campagne d'hivernage ayant précédé celle du carême, un tel écart de concentration entre les deux campagnes paraît peu fiable et peu réaliste pour des eaux souterraines. C'est pourquoi il est suspecté une erreur dans la chaîne de traitement de l'échantillon, du prélèvement à l'analyse.

Par conséquent, seule la station ESR7 respecte cet intervalle aux deux campagnes.

L'aluminium décline donc les eaux des marais (dans les eaux souterraines il n'est pas possible de conclure).

- Fer :

Le fer est quantifié à toutes les stations des marais et de la ravine aux deux saisons.

Dans les marais, la concentration varie entre 114 et 1967 µg/L (ESM2-carême) : aucun gradient évident n'est observé. Seul l'échantillon ESM3 à l'hivernage est en-dessous de la valeur seuil (114 µg/L). Seul l'échantillon ESM2-hiv et ESM3-hiv sont inférieurs au seuil de 200 µg/L défini par l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Dans la ravine, la concentration varie entre 282 et 2156 µg/L, au carême un gradient croissant amont-aval est observé mais ne se retrouve pas à l'hivernage.

Ainsi, **les eaux des marais et de la ravine ne respectent pas le seuil fixé pour la consommation humaine.**

Le fer n'est pas quantifié dans les eaux souterraines (LQ=2 µg/L au carême et 125 µg/L à l'hivernage). La valeur seuil étant fixée à 200 µg/L selon le Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines de juillet 2019, **l'eau souterraine au droit de EF9 est en « bon état ».**

Au regard de la valeur seuil de limite pour la consommation humaine fixée à 200 µg/L, tous les échantillons de la ravine (sauf ESR8-carême) sont supérieurs à la limite.

- Manganèse :

Le manganèse est quantifié à toutes les stations des marais (sauf ESM2-hiv.) et de la ravine aux deux saisons.

Dans les marais, la concentration varie entre 75 et 334 µg/L (ESM5-hiv.) : aucun gradient évident n'est observé. La valeur PNEC pour les eaux marines étant fixée à 1,5 µg/L, les eaux des marais dépassent largement le seuil.

Dans la ravine, une large amplitude est observée entre les points et les saisons : la concentration varie entre 44 et 2860 µg/L. Au carême, un gradient amont-aval croissant est présent. La valeur PNEC pour les eaux douces étant fixée à 15 µg/L, les eaux de la ravine dépassent largement le seuil.

Une pression est donc identifiée pour ce paramètre dans les eaux des marais et de la ravine.

Le **manganèse n'est pas quantifié dans les eaux souterraines** (LQ=2 µg/L au carême et 50 µg/L à l'hivernage). La valeur seuil étant fixée à 50 µg/L, **l'eau souterraine au droit de EF9 est en « bon état »**.

Synthèse sur les éléments traces :

- L'aluminium décline eaux des marais aux deux campagnes, aucune conclusion pour les eaux souterraines ;
- L'arsenic décline les eaux de la ravine aux deux campagnes ;
- Le plomb décline les eaux de la ravine aux deux campagnes ;
- Le zinc décline les eaux souterraines au carême ;
- Le manganèse décline les eaux des marais et de la ravine.

5.4. Les micropolluants

5.4.1. Premiers éléments d'observation

Parmi les **132 molécules analysées** sur les dix stations étudiées du bassin versant des marais de Port-Louis, environ **90 n'ont jamais été détectées** aux deux campagnes, soit 70% des molécules recherchées.

Seules **43 molécules, soit environ 30%, sont présentes sur les 10 sites étudiés : elles sont détectées** (supérieure à la limite de détection et inférieure à la limite de quantification) **et/ou quantifiées** (supérieure à la limite de quantification). Le graphique (Figure 18) ci-après présente le nombre de molécules détectées et quantifiées par site et par campagne.

Tableau 21: Nombre de micropolluants détectés et quantifiés à chaque station aux deux campagnes.

	ESM0		ESM1		ESM2		ESM3		ESM4		ESM5		ESR6		ESR7		ESR8		EF9	
Nb de micropolluants	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.
Détectés	14	14	11	14	10	16	16	10	15	11	12	11	15	12	13	11	16	11	12	15
Quantifiés	4	3	3	5	4	5	7	3	1	4	3	3	5	4	3	4	6	2	8	2

D'après le Tableau 21 et sa représentation sous forme d'histogramme (Figure 18), les éléments notables sont :

- Le nombre moyen de molécules détectées est 12,95 (moyenne au carême : 13,4 et à l'hivernage : 12,5) ;
Le nombre moyen de molécules quantifiées est 3,95 (moyenne au carême : 4,4 et à l'hivernage : 3,5) ;
⇒ En moyenne, 1/3 des molécules détectées ont une concentration suffisante pour être détectée ;
⇒ En moyenne, plus de molécules sont détectées/quantifiées au carême.
- Molécules détectées : Les différences les plus faibles observées entre les 2 campagnes sont au droit de ESM0 et 5, avec 14 molécules aux deux campagnes pour ESM0 et pour ESM5, respectivement 12 et 11 molécules au carême et à l'hivernage.

A contrario, sur une même station, les variations les plus importantes entre les deux campagnes sont observées sur les stations ESM2 et 3 et ESR7. Les tendances sont toutefois différentes :

- Le maximum est observé à l'hivernage sur ESM2
- Le maximum est observé au carême sur ESM3 et ESR7.
- **Molécules quantifiées** : Les variations les plus importantes entre les deux campagnes et sur une même station sont observées sur les stations ESR8 (4 molécules) et EF9 (5 molécules). Pour ces deux stations, le nombre de molécules le plus important est observé en carême. Les stations ESM0, ESM2, ESM5, ESR6 et ESR7 présentent les variations les plus faibles observées (différence de 0 à 1 molécule entre les deux campagnes).

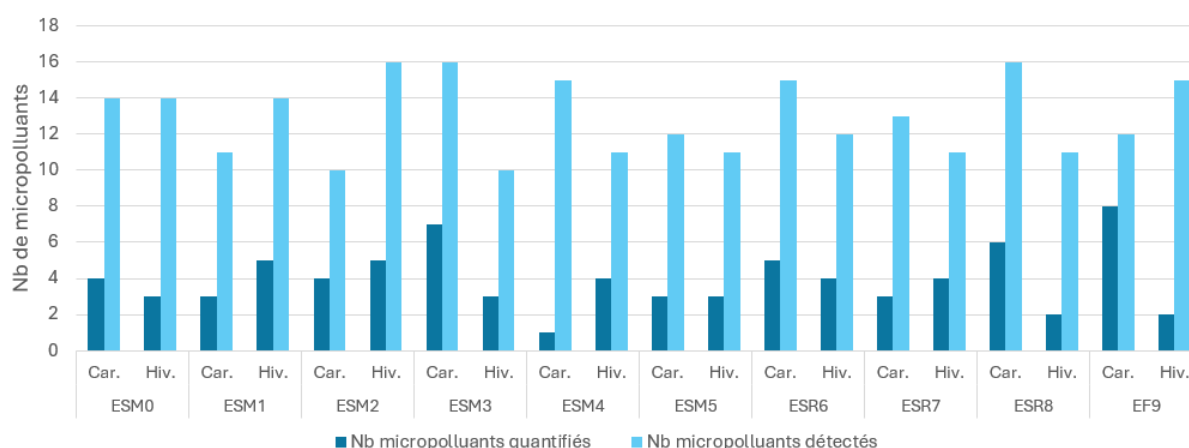


Figure 18: Nombre de micropolluants détectés et quantifiés sur chaque station et à chaque campagne

Ainsi, au global :

- Aucune tendance claire ne se dégage sur le nombre de molécules détectées et quantifiées à l'une ou l'autre des campagnes pour l'ensemble des stations (bien qu'en moyenne plus de molécules sont détectées/quantifiées au carême).
- Il n'y a pas de tendance saisonnière ni géographique particulière visible.
- Environ 1/3 des molécules détectées sont quantifiées.

Cas particulier de la molécule de chlordécone :

Dans le cadre de la DCE (1):

- Pour la qualification de l'état écologique des eaux douces de surface, la NQE-MA est fixée à 5.10^{-6} µg/L.
- Pour les eaux souterraines, la valeur seuil est de 0,1 µg/L.
- Au niveau de l'Union Européenne (C.E.,1998), la valeur seuil est fixée à 0,1 µg/L pour l'eau destinée à la production d'eau potable (13).

Pour tous les échantillons, la chlordécone n'a pas été détectée. Cependant, le seuil de détection est fixé à 0,003 µg/L et le seuil de quantification à 0,01 µg/L pour les trois types d'eau. La NQE-MA définie pour les eaux douces de surface étant inférieure à la limite de détection fixée par le laboratoire, **il n'est pas possible de qualifier l'état de l'eau de la ravine vis-à-vis de la chlordécone. Pour les eaux souterraines, l'état de l'eau au droit d'EF9 est donc qualifiable de « bon état ». Aucun seuil n'est disponible pour les eaux saumâtres et littorales.**

5.4.2. Les micropolluants détectés

Au total, **20 micropolluants sont uniquement détectés**, c'est à dire que leur concentration n'est pas assez importante dans le milieu pour que les techniques analytiques du laboratoire permettent de les quantifier et donner une valeur précise de leur concentration. **Cela représente 15% des micropolluants recherchés présents en trace non quantifiable.**

L'analyse des molécules détectées permet de surveiller l'émergence de nouveaux micropolluants et/ou la dégradation de polluants historiques. Elle reste toutefois à pondérer par rapport à celle du paragraphe suivant sur les molécules quantifiées.

Le Tableau 22 ci-après présente les molécules qui ont été détectées (et jamais quantifiée) au moins une fois lors des deux campagnes et sur l'une des stations.

Globalement :

- Les produits chimiques industriels du type « phtalate » (Benzyl Butyl Phtalate, Di Butyl Phtalate, DEHP et Diéthyl Phtalate), le 2-Méthyl Naphtalène (HAP) et le Triclosan (cosmétique détergent) sont détectés sur la quasi-totalité des sites et des campagnes ;
- Les produits industriels du type « HAP » (Anthracène, Fluoranthène, Fluorène et Pyrène), ainsi qu'un herbicide interdit à ce jour (Atrazine) et un cosmétique (Parabenmethyl) sont détectés lors de 50% des recherches, sans gradient amont/aval particulier observé ;
- Les herbicides (Alachlore, Atrazine Deisopropyl, Isodrine, Simazine, Diuron), l'insecticide Cyperméthrine, ainsi que Octylphénol para-tert et le Parabenethyl sont détectés 1 à 3 fois sur les 10 sites et 2 campagnes.

Tableau 22 : Micropolluants uniquement détectés par station et par campagne (Détec. = Détection)

NOM	Sandre	Usage	Interdiction	ESM0		ESM1		ESM2		ESM3		ESM4		ESM5		ESR6		ESR7		ESR8		EF9	
				Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.	Car.	Hiv.
Alachlore	1101	Herbicide																				Détec.	
Atrazine	1107	Herbicide	x		Détec.		Détec.	Détec.				Détec.		Détec.	Détec.	Détec.		Détec.	Détec.	Détec.			
Atrazine Deisopropyl (DIA)	1109	Herbicide (métabolite)	x													Détec.				Détec.			
Cyperméthrine	1140	Insecticide				Détec.																	
Diuron	1177	Herbicide	x		Détec.		Détec.					Détec.											
Isodrine	1207	Insecticide (isomère aldrine)																					Détec.
Simazine	1263	Herbicide	x					Détec.															
2-Méthyl Naphtalène	1618	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.
Anthracène	1458	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.			Détec.	Détec.													Détec.	Détec.
Benzyl Butyl Phtalate	1924	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.
Di Butyl Phtalate	1462	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.
Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP)	6616	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.
Diéthyl Phtalate	1527	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.
Pyrène	1537	Produit chimique industriel				Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.		Détec.		Détec.		Détec.		Détec.					Détec.
Fluoranthène	1191	Produit chimique industriel		Détec.	Détec.		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.			Détec.		Détec.		Détec.				Détec.	Détec.
Fluorene	1623	Produit chimique industriel		Détec.						Détec.		Détec.		Détec.		Détec.				Détec.	Détec.		
Octylphénol para-tert	1959	Produit chimique industriel		Détec.						Détec.													
Parabenethyl	6644	Cosmétique																			Détec.		
Parabenmethyl	6695	Cosmétique						Détec.		Détec.				Détec.				Détec.		Détec.		Détec.	
Triclosan	5430	Cosmétique et détergent		Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.	Détec.
SOMME par campagne				9	10	6	10	7	11	11	7	8	7	9	8	11	8	9	7	11	8	10	10
SOMME par station				12		11		12		12		10		11		11		9		11		12	
Différence des éléments détectés uniquement				5		6		6		6		5		5		3		2		4		4	

5.4.3. Les micropolluants quantifiés

Au total, **23 micropolluants sont quantifiés** sur au moins une des stations étudiées et à l'une des campagnes.

5.4.3.1. Fréquence de quantification des micropolluants

L'histogramme ci-après (Figure 19) présente les micropolluants quantifiés ainsi que leur fréquence de quantification. A noter que la fréquence de quantification correspond à :

$$\text{Fréquence de quantification} = \frac{\text{nombre de fois où la molécule a été quantifiée}}{\text{nombre de fois où elle est recherchée}}$$

Les molécules proviennent de 3 grands domaines :

- Origine ménagère : les médicaments, produits cosmétiques et détergents
- Origine agricole : produits phytosanitaires interdits et leurs métabolites
- Origine industrielle : produits chimiques industriels

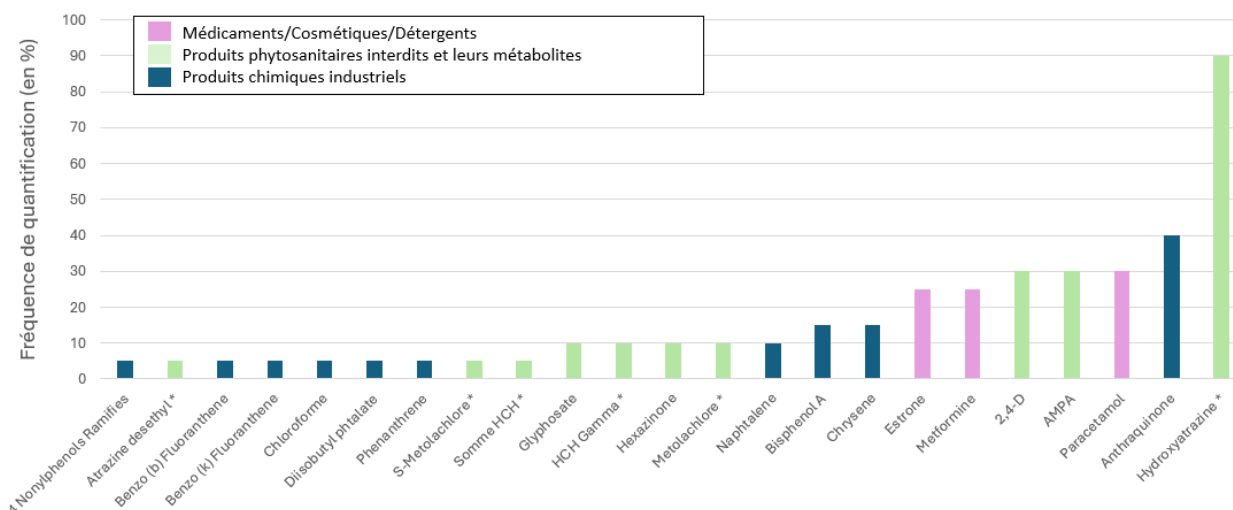


Figure 19: Fréquence de quantification des micropolluants quantifiés

Molécule la plus quantifiée : **l'hydroxyatrazine**, métabolite de l'atrazine interdit en 2003 dans l'Union Européenne, est la molécule largement la plus quantifiée sur le bassin versant des marais de Port-Louis, avec une fréquence de quantification de 90%. L'atrazine était un herbicide historiquement utilisé sur la canne à sucre.

6 molécules avec des fréquences de quantification comprises entre 25 et 40 % :

- **L'antraquinone (40%)** existe à l'état naturel (dans certaines plantes, champignons, lichens, et la plupart des insectes). Elle peut être formée dans l'environnement à partir de certains HAP et particulièrement de l'anthracène par réaction d'oxydation. L'antraquinone est également industriellement synthétisée. Elle est utilisée comme intermédiaire de synthèse lors de la fabrication de pigments, dans l'industrie de pâte à papier, comme catalyseur dans l'isomérisation des huiles végétales, comme accélérateur dans les processus d'électrodéposition de nickel sur les pièces métalliques mais également dans certains produits phytosanitaires tels que les répulsifs pour les oiseaux. Son usage en tant que produit phytopharmaceutique n'est plus autorisé depuis 2008 (14).
- **L'AMPA (métabolite du glyphosate) et le 2,4 D (30 %)** sont des herbicides autorisés et donc fréquemment utilisés. Ils permettent le désherbage et l'entretien des cultures, mais sont également utilisés hors contexte agricole pour le désherbage des bords de route, jardins de particuliers, etc.
- Le **paracétamol**, **l'estrone** et la **metformine** sont utilisés comme médicaments. Globalement, pour toutes les substances médicamenteuses, ces molécules absorbées par les patients ne sont pas toutes métabolisées par le corps et peuvent être excrétées dans les urines et les fèces et donc se retrouver dans les eaux usées. Elles peuvent également passer au travers des techniques d'assainissement, quand elles existent, et donc arriver dans les eaux naturelles (marais, ravine et souterraines).

- Le paracétamol (Doliprane, Dafalgan, Efferalgan...) (30%) est utilisé comme antalgique (permet de faire diminuer les douleurs d'intensité légère à modérée) et comme antipyrétique (fait chuter la fièvre).
- L'estrone (25%) est une hormone, d'origine naturelle ou synthétique, qui provient notamment des contraceptifs et médicaments, chez les femmes en âge de reproduction et enceintes.
- La metformine (25%) est un médicament pour la prise en charge du traitement du diabète.

Sept molécules dont la fréquence de quantification est comprise entre 10 et 15% :

- **Le chrysène et le naphthalène** sont des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ou HAP (15). Les HAP sont générés par des processus de combustion incomplète de la matière organique à haute température (exemple : fours à bois). Ils sont également présents dans certains dérivés du pétrole et de la houille.

D'après le rapport INERIS, le **chrysène** n'est pas produit à des fins commerciales. Il est formé avec d'autres HAP lors de la distillation du charbon et de la distillation ou de la pyrolyse de graisses et d'huiles. Le chrysène est présent à des concentrations plus élevées que la plupart des autres HAP dans les combustibles fossiles tels que l'huile brute et le lignite. Il fait partie des HAP prédominants dans les émissions particulières provenant des incinérateurs d'ordures ménagères, des appareils ménagers à gaz naturel et des dispositifs de chauffage domestique, en particulier ceux utilisant la combustion du bois. Il n'existe pas d'utilisation connue du chrysène.

Au contraire, le **naphthalène** est utilisé comme intermédiaire dans la synthèse de nombreux composés organiques (colorants, plastifiants, solvants, insecticides, agents de tannage, etc.), mais est également très utilisé comme répulsif pour les mites.

- **La molécule de bisphénol A (ou BPA)** a principalement été utilisée pour la fabrication de plastique, de résines époxydes et dans une moindre mesure comme composant d'autres polymères et résines. Le bisphénol A intervient également dans la synthèse de certains retardateurs de flamme et comme révélateur dans les papiers thermiques (tickets de caisse notamment). Depuis le 1^{er} janvier 2015, l'usage du BPA est interdit dans la composition des contenants alimentaires (biberons, bouteilles, conserves, etc) (16).
- Les quatre autres molécules : **métolachlore, hexazinone, HCH gamma et glyphosate**, sont des produits phytosanitaires. Le HCH gamma (ou lindane) est un insecticide interdit à la vente depuis 2008. Toutefois, il est important de noter que le HCH gamma est rarement retrouvé dans les eaux, ce qui est beaucoup plus de cas de son isomère, produit de dégradation, le bêta HCH. Le métolachlore, l'hexazinone, et le glyphosate sont des herbicides à large spectre. Seul le glyphosate est autorisé à ce jour (17).

Enfin, neuf autres molécules présentent une fréquence de quantification de 5% (soit une seule détection parmi les deux campagnes et les 10 stations) :

- Trois molécules ont des usages phytosanitaires : **la somme des HCH** (somme des métabolites ou produits de dégradation du HCH gamma), **le déséthyl-atrazine** est un autre métabolite de l'atrazine (interdit depuis 2003) et le **S-métolachlore** qui est un herbicide interdit depuis octobre 2023 (donc avant le début de l'étude).
- Les six autres molécules sont des produits industriels chimiques de la famille des HAP (**Phénanthrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène**), **des alkylphénols** (4 Nonylphénols ramifiés), **des phtalates et des esters** (diisobutyl phtalate) et le **chloroforme** (solvant).

5.4.3.2. Cadre réglementaire appliqué

Afin de qualifier l'état de chacune des masses d'eau vis-à-vis des produits phytosanitaires, des médicaments et des produits chimiques industriels, le cadre réglementaire appliqué est le suivant :

Pour les **produits phytosanitaires** :

- Les NQE-MA et NQE-CMA définies par la DCE pour les eaux de surface (arrêté du 09/10/23 modifiant l'arrêté du 25/01/10) (18) ;
- Les valeurs seuil définies pour les eaux souterraines (Annexe 1 du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines de juillet 2019) (5) ;
- Les limites de qualité définies par l'arrêté eau potable (18). En effet, L'Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine permet d'apporter des normes complémentaires pour les pesticides uniquement.

Ainsi, la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine présentée dans l'Annexe 1 de l'arrêté, soit 0,1 µg/L par substance individuelle de pesticides permet de déterminer une limite entre un « bon » état et un état « mauvais ».

Pour les **produits chimiques industriels** :

- Les NQE-MA et NQE-CMA définies par la DCE pour les eaux de surface et les eaux marines (arrêté du 09/10/23 modifiant l'arrêté du 25/01/10) (18) ;
- Les valeurs seuil définies pour les eaux souterraines (Annexe 1 du Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines de juillet 2019)(5) ;
- Les valeurs PNEC pour les eaux marines, les eaux douces (appliquées à EF9) et les eaux douces de surface principalement issues des fiches toxicologiques INERIS.

Pour les **médicaments**, aucun cadre réglementaire n'est à ce jour disponible pour les milieux naturels aquatiques.

De la même manière que précédemment, si la concentration mesurée est supérieure au seuil, la station est déclassée à « mauvais » pour ce paramètre à cette campagne. Sinon l'état est « bon ». Si aucune valeur seuil n'est définie dans la réglementation, l'état est « indéterminé ».

5.4.3.3. Produits phytosanitaires

Le Tableau 23 présente les valeurs obtenues pour les micropolluants de type produits phytosanitaires.

Tableau 23: Concentration en micropolluants de type « Produits phytosanitaires » par station et par campagne.

Produits phytosanitaires												
NOM	2,4-D	AMPA	Glyphosate	Desethyl Atrazine	Hydroxy atrazine	Hexazinone	Metolachlore (R+S)	S-Meto lachlore	HCH Gamma	Somme HCH	Somme Pesticides	
Sandre	1141	1907	1506	1108	1832	1673	1221	2974	1203	5537	(Calculé)	
Usage	Herbicide								Insecticide			
Précision	métabolite		métabolite - Interdit			Interdit						
	µg/L											
Eaux saumâtres et littorales = MARAIS												
ESM0	Car.	<LQ	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,2)	Détec.	0,06	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	0,06	
	Hiv.	Détec.	<LQ (=0,03)	<LQ (=0,03)	<LQ	0,03	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	
ES1	Car.	<LQ	<LQ (=0,4)	<LQ (=0,4)	Détec.	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	
	Hiv.	0,04	<LQ (=0,03)	<LQ (=0,03)	<LQ	0,05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,09	
ESM2	Car.	<LQ	<LQ (=0,4)	<LQ (=0,4)	Détec.	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	
	Hiv.	0,12	<LQ (=0,03)	<LQ (=0,03)	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,16	
ESM3	Car.	<LQ	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,2)	Détec.	0,16	0,008	<LQ	<LQ	<LQ	0,17	
	Hiv.	<LQ	<LQ (=0,03)	<LQ (=0,03)	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,04	
ESM4	Car.	<LQ	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,2)	Détec.	0,20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	
	Hiv.	0,08	<LQ (=0,03)	<LQ (=0,03)	<LQ	0,03	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	0,13	
ESM5	Car.	<LQ	<LQ (=0,2)	<LQ (=0,2)	Détec.	0,08	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	
	Hiv.	<LQ	<LQ (=0,03)	<LQ (=0,03)	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	
LQ		0,02	0,03 à 0,4	0,03 à 0,4	0,005	0,005	0,002	0,02	0,02	0,002	-	
Seuils disponibles		DCE eau de surface - Paramètre de l'état chimique pour le paramètre HCH (Etat: Bon/Mauvais/Indéterminé)										
		Arrêté eau potable: Conforme / Non conforme pour les pesticides										
DCE: NQE-MA		-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	
DCE: NQE-CMA		-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	
Eau potable		0,1									0,50	
Eaux douces de surface = RAVINE												
ESR6	Car.	<LQ	0,12	<LQ	<LQ	0,04	0,003	<LQ	<LQ	<LQ	0,16	
	Hiv.	Détec.	0,12	0,12	Détec.	0,02	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	0,28	
ESR7	Car.	<LQ	0,12	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,13	
	Hiv.	0,12	0,04	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,17	
ESR8	Car.	0,04	0,12	0,12	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	0,028	<LQ	0,31	
	Hiv.	55,52	0,03	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	55,55	
LQ		0,02	0,03	0,03	0,005	0,005	0,002	0,02	0,02	0,002	-	
Seuils disponibles		Seuils disponibles: DCE eau de surface - Paramètre de l'état écologique pour les polluants spécifiques synthétiques pour 2,4 D, AMPA et Glyphosate (Etat: Bon / Mauvais)										
		DCE eau de surface - Paramètre de l'état chimique pour le paramètre HCH (Etat: Bon/Mauvais/Indéterminé)										
		Arrêté eau potable: Conforme/Non conforme pour les pesticides										
NQE-MA		-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	
NQE-CMA		2,2	452	28	-	-	-	-	-	0,04	-	
Eau potable		0,1									0,50	
Eaux douces = SOUTERRAINES												
EF9	Car.	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	0,003	0,01	0,06
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	0,002	Détec.	0,02
LQ		0,02	0,03	0,03	0,005	0,005	0,002	0,02	0,02	0,002	0,01	-
Seuils disponibles		Seuils disponibles: DCE eau de souterraines pour les pesticides (Etat: Bon / Mauvais)										
		Arrêté eau potable: Conforme / Non conforme pour les pesticides										
Valeur seuil ou NQE		0,1									0,50	
Eau potable		0,1									0,50	

DCE:	Bon	Mauvais	Indéterminé
------	-----	---------	-------------

Eau potable:	Conforme	Non conforme
--------------	----------	--------------

Dans le cadre de la DCE, toutes les eaux sont classées en « bon » état sur toutes les stations pour les paramètres lorsque des NQE sont disponibles.

Une exception est toutefois à noter, avec la présence d'une concentration très élevée (55,52 µg/L) pour le 2.4D sur la station ESR8 à l'hivernage, qui classe les eaux de cette station en état « mauvais ». Cette valeur est toutefois à traiter avec précaution, la possibilité d'une erreur de mesure ou d'analyse n'est pas exclue.

En complément, les limites disponibles dans l'arrêté Eau potable du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine, permettent de préciser l'état de certaines stations (18). Ainsi :

- Les eaux des marais sont classées « non conformes » par trois paramètres :
 - Le **2.4D** (ESM2 uniquement et en carême) ;
 - L'**hydroxyatrazine** (ESM3 et 4 en hivernage) ;
 - La **somme des pesticides** (ESM2 en hivernage, ESM3 en carême et ESM4 aux deux campagnes).
- Les 3 stations de la ravine sont classées « non conformes » par au moins un paramètre :
 - Le **2.4D** sur ESR7 (en hivernage) ;
 - L'**AMPA** sur toutes les stations et à toutes les campagnes excepté à ESR8 en hivernage ;
 - Le **glyphosate** sur ESR6 (en hivernage) et ESR8 (en carême) ;
 - La **somme des pesticides** sur toutes les stations et campagnes excepté ESR8 en hivernage (en « mauvais » état) ;
 - De plus, la ESR8 est en « mauvais » état vis-à-vis de sa concentration en **2.4D** (en hivernage) et donc également sur la somme des pesticides (en hivernage).
- Les eaux souterraines sont classées « conformes » selon les limites de qualité de l'arrêté Eau potable et en « bon » état par les NQE de la DCE au regard des produits phytosanitaires.

Comparaison avec les résultats du projet ChlEauTerre, 2015

Les molécules communes à cette étude et au projet ChlEauTerre (prélèvements d'eau au droit de la ravine Cassis et dans la zone d'étude) sont le 2.4D, le Glyphosate et son métabolite l'AMPA, le Métolachlore (R+S) et l'hydroxyatrazine, métabolite de l'atrazine.

Les points de prélèvement du projet ChlEauTerre ont des localisations très similaires aux points ESR6 et 7 (Figure 3). De plus, leurs dates d'échantillonnage, le 25 et 26 novembre 2015, correspondent à la saison de carême. Il est donc intéressant de comparer les résultats tout en gardant à l'esprit que l'échantillonnage réalisé par Antea Group a eu lieu le 19 et 20 février pour la saison de carême et le 16 et 17 septembre 2024 pour la saison d'hivernage. Dans le Tableau 24 ci-dessous sont synthétisées les valeurs de concentrations obtenues en 2015 et à l'issue des deux campagnes menées par Antea Group en 2024.

Tableau 24: Comparaison des produits phytosanitaires analysés lors du projet ChlEauTerre avec les résultats de l'étude.

	ESR6		
	Projet ChlEauTerre, 2015 25-26/11/15	Antea Group 2024 Carême	Antea Group 2024 Hivernage
Hydroxyatrazine	0,04	0,04	0,02
	ESR7		
2,4-D	0,4	$0,007 < x < 0,02$	0,12
AMPA	0,89	0,12	0,12
Glyphosate	0,04	<0,03	<0,03
Métolachlore (R+S)	0,26	<0,02	0,02

Pour les 5 molécules étudiées, les concentrations sont plus fortes lors de la campagne du projet ChlEauTerre que lors de la campagne au carême ou à l'hivernage menée par Antea Group.

Ainsi, au vu de ces résultats, une conclusion quant à la dépollution des sols en pesticides pourrait être faite. Cependant, une grande incertitude est présente dû au nombre faible de prélèvements, la non-similitude des dates d'échantillonnage, la différence de localisation (bien que faible) ainsi que la différence d'opérateur sur le terrain.

5.4.3.4. Produits chimiques industriels et médicaments

Le Tableau 25 présente les valeurs obtenues pour les micropolluants de type « médicaments » et « produits chimiques industriels ».

Les médicaments : Estrone, Paracétamol, Metformine

En ce qui concerne les médicaments, aucune norme n'est disponible.

Globalement, pour toutes les stations, les concentrations mesurées sont plus fortes au carême qu'à l'hivernage. De plus, les molécules ont davantage été quantifiées dans les marais que dans la ravine et au droit du forage (estrone et paracétamol non quantifiées).

Le tableau fait ressortir les éléments suivants :

- L'**estrone** est présente (quantifiée et/ou détectée) sur les eaux des stations ESM0, 1, 2 et 4. Elle est détectée sur les eaux de la ravine au niveau de la station ESR6 (au carême) et est absente des eaux souterraines ;
- Le **paracétamol** est également absent des eaux souterraines. Il est toutefois quantifié sur toutes les stations de la ravine en carême, à des faibles valeurs (<0,02µg/L) et sur les trois stations des marais aval ESM0 à 2 en carême et à des faibles valeurs (<0,03 µg/L).
- Le **metformine** est quant à lui quantifié dans les eaux souterraines, sur les eaux de la ravine aux stations ESR6 et ESR8 et sur les eaux des marais au niveau de la station ESM5. Il est également détecté dans toutes les autres stations des marais, sauf la station ESM0. L'ensemble de ces quantifications et détectations est remarqué uniquement en carême. Les concentrations mesurées sont assez faibles (<0,013µg/L).

Ces molécules ayant une origine purement anthropique, leur présence dans les milieux naturels est donc une source de perturbation. Les conséquences engendrées sont encore mal connues, par conséquent ces molécules nécessitent une surveillance particulière.

Les produits chimiques industriels :

Dix molécules analysées sont classées comme « produits chimiques industriels ».

Ainsi, au regard des normes définies par la DCE, les 5 molécules disposant de NQE sont classées en « bon » état sur les stations des marais et de la ravine : nonylphénol, benzo fluoranthène (b,k), chloroforme et naphthalène.

Pour les eaux souterraines, seul le chloroforme dispose d'une valeur seuil qui le classe en « bon » état. Pour toutes les autres molécules, l'état est « indéterminé » selon la réglementation de la DCE.

Afin de compléter cette étude, une comparaison aux valeurs PNEC est réalisée : pour toutes les stations et à toutes les campagnes, l'état est « bon » pour :

- Dans les marais : le chrysène et le phénanthrène ;

- Dans la ravine et au droit du forage : nonylphénol, chrysène et phénanthrène. Attention : la PNEC du chloroforme est inférieure à la limite de quantification : son état est donc « indéterminé ».

Concernant l'antraquinone, le bisphénol A et le diisobutyl phtalate, aucune valeur seuil n'est disponible. L'état des eaux vis-à-vis de ces paramètres est donc « indéterminé ».

Pour ces autres molécules :

- L'**anthraquinone** est détectée (LD=0,002 µg/L) ou quantifiée (LQ=0,005 µg/L) à toutes les campagnes et toutes les stations sur le marais. Elle est uniquement détectée dans la ravine, systématiquement au carême. Elle n'est pas quantifiée au droit du forage.
- Le **bisphénol A** est détecté (LD=0,02 µg/L) sur les eaux souterraines aux deux campagnes, en ESR7 et 8 au carême et quantifié sur ESR7 en hivernage. La molécule est absente de la station ESM5, mais sinon elle est détectée à toutes les campagnes et sur toutes les stations des marais, et quantifiée sur la station ESM3 aux deux campagnes. **La concentration paraît non négligeable en hivernage (0,52µg/L).**
- Le **diisobutyl phtalate** est détectée sur toutes les stations des marais, de la ravine et des eaux souterraines à la campagne d'hivernage. Elle est quantifiée à une faible valeur en carême sur les eaux souterraines.

Etant donné que pour la majeure partie des échantillons les concentrations sont inférieures aux limites de quantification, **il n'est pas possible d'identifier un gradient amont/aval ou une prédominance saisonnière. Compte tenu du cadrage réglementaire incomplet pour les produits chimiques industriels, aucune remarque particulière n'est énoncée.**

Tableau 25: Concentration des micropolluants de type « Médicaments » et « Produit chimiques industriels ».

Usage		Médicaments			Produits chimiques industriels									
NOM		Estrone	Metformine	Paracetamol	4-Nonyl phenol	Anthraquinone	Benzo(b) Fluoranthène	Benzo(k) Fluoranthène	Bisphenol A	Chloroforme	Chrysene	Diisobutyl phtalate	Naphtalene	Phenanthren
Sandre		5396	6755	5354	1958	2013	1116	1117	2766	1135	1476	5325	1517	1524
Précision		contraception	diabète											
Unité		µg/L												
Eaux saumâtres et littorales = MARAIS														
ESM0	Car.	0,113	<LQ	0,026	<LQ	0,008	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ (=0,5)	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,021	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec. (LQ=1)	0,023	Détec.
ESM1	Car.	0,02	Détec.	0,014	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ (=0,5)	Détec.	<LQ
	Hiv.	0,019	<LQ	<LQ	<LQ	0,007	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	0,003	Détec. (LQ=1)	Détec.	Détec.
ESM2	Car.	0,033	0,013	0,015	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ (=0,5)	<LQ	<LQ
	Hiv.	0,028	<LQ	<LQ	Détec.	0,007	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	0,005	Détec. (LQ=1)	Détec.	Détec.
ESM3	Car.	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	0,015	0,001	0,001	0,079	<LQ	0,001	<LQ (=0,5)	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.	<LQ	<LQ	0,52	0,2	<LQ	Détec. (LQ=1)	<LQ	<LQ
ESM4	Car.	Détec.	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ (=0,5)	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	0,005	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec. (LQ=1)	Détec.	<LQ
ESM5	Car.	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,008	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ (=0,5)	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	0,021	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	Détec. (LQ=1)	0,022	Détec.
LQ		0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	0,001	0,001	0,05	0,2	0,001	0,5 à 1	0,01	0,005
Seuils disponibles		DCE eau de surface - Paramètre de l'état chimique et PNEC (eau marine) (Etat: Bon/Mauvais/Indéterminé)												
NQE-MA		-	-	-	0,3	-	0,017 (eau marine)	0,017 (eau marine)	-	2,5	-	-	2	-
NQE-CMA		-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	130	-
PNEC (eau marine)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	-	-	0,134
Eaux douces de surface - RAVINE														
ESR6	Car.	Détec.	0,01	0,019	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	Détec.
ESR7	Car.	<LQ	<LQ	0,017	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	0,125	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.	Détec.
ESR8	Car.	<LQ	0,012	0,016	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ
LQ		0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	0,001	0,001	0,05	0,2	0,001	1	0,01	0,005
Seuils disponibles		DCE eau de surface - Paramètre de l'état chimique et PNEC (eau douce de surface) (Etat: Bon/Mauvais/Indéterminé)												
NQE-MA		-	-	-	0,3	-	0,017	0,017	-	2,5	-	-	2	-
NQE-CMA		-	-	-	2	-	0,017	0,017	-	-	-	-	130	-
PNEC -eau douce de surface		-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,146	0,07	-	2	1,34
Eaux douces = SOUTERRAINES														
EF9	Car.	<LQ	0,013	<LQ	0,084	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	0,01	Détec.	0,005
	Hiv.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	Détec.	<LQ	<LQ	Détec.	Détec.	Détec.
LQ		0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	0,001	0,001	0,05	0,2	0,001	?	0,01	0,005
Seuils disponibles		DCE eau de souterraines et PNEC (eau douce) (Bon / Mauvais état / Indéterminé)												
Valeur seuil ou NQE		-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
PNEC - Eaux douces		-	-	-	0,33	-	-	-	-	0,146	0,07	-	-	1,34
DCE:		Bon	Mauvais	Indéterminé	PNEC		Bon	Mauvais						

5.5. Synthèse de la qualité des eaux par station

Sur le principe de la méthodologie employée par la DCE pour la détermination de la qualité des eaux, un tableau de synthèse (Tableau 26) présentant les paramètres déclassants pour chaque station et plus globalement sur chaque milieu est disponible ci-après. En théorie, ces seuils de qualité DCE sont utilisables à partir de 4 valeurs minimum. Ils ont ici été appliqués à titre indicatif sur chacun des résultats d'échantillonnage individuel, le biais engendré est une possible maximisation des mauvais résultats.

La classe de qualité de l'état de la masse d'eau est attribuée à partir :

- Des seuils DCE si les valeurs de référence pour les paramètres concernés sont existantes : NQE-MA et NQE-CMA (en noir). Si la concentration mesurée est supérieure à la norme alors l'état est « mauvais », « bon » sinon.
- De l'arrêté d'eau potable en violet ;
- Des valeurs PNEC disponibles en bleu : si la concentration mesurée est supérieure à la norme alors l'état est « mauvais », « bon » sinon ;
- Des valeurs PNEC en vert.

Pour la synthèse par station, l'état écologique est initialement « bon ». Il est déclassé lorsqu'un paramètre est déclassant sur au moins une campagne. L'état chimique est initialement bon aux deux campagnes. Par saison, il est déclassé à « mauvais » dès lors qu'un paramètre est « mauvais ».

Pour la synthèse par masse d'eau (marais, ravine, forage), l'état écologique est initialement « bon ». Il est déclassé lorsque l'une des stations le constituant est déclassée, la masse d'eau prend alors la même classification que sa station la moins bien classée. Un état écologique est défini par saison.

L'état chimique est initialement bon aux deux campagnes. Par saison, il est déclassé à « mauvais » dès lors qu'une station est déclassée à « mauvais » par un paramètre.

Tableau 26 : Synthèse des classes de qualité des échantillons par famille de paramètres.

Milieu		Etat écologique	Etat chimique			Synthèse par station des éléments déclassants
Masse d'eau	Stations	Paramètres principaux	Eléments traces	Produits phytosanitaires	Produits chimiques industriels	
Marais (Eau saumâtre de surface)	ESM0	Aucun seuil de référence	Ni, Pb : « bon » état Al : « bon état » (car)(titre indicatif) As : (LQ>NQE-MA) : Etat « indéterminé » Mn : dépassement PNEC Autres éléments : pas de seuil de référence	DCE : somme HCH gamma : « bon » état, autres molécules : aucun seuil de référence Eau potable : « conforme »	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphthalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène et phénanthrène ; « indéterminé » sinon	<u>Etat écologique</u> : Absence de seuil <u>Etat chimique</u> : A priori « bon » état mais éventuelle présence d'arsenic (LQ > NQE-MA)
	ESM1	Aucun seuil de référence	Ni, Pb : « bon » état Al : « mauvais état » (titre indicatif) As : (LQ>NQE-MA) : Etat « indéterminé » Mn : dépassement PNEC Autres éléments : pas de seuil de référence	DCE : somme HCH gamma : « bon » état, autres molécules : aucun seuil de référence Eau potable : « conforme »	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphthalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène et phénanthrène ;	<u>Etat écologique</u> : Absence de seuil <u>Etat chimique</u> : A priori « bon » état mais éventuelle présence d'arsenic (LQ > NQE-MA) Mn : dépassement PNEC

					« indéterminé » sinon	
	ESM2	Aucun seuil de référence	Ni : « bon » état Al : « mauvais » état (titre indicatif) As : (LQ>NQE-MA) : Etat « indéterminé » Mn : dépassement PNEC Pb : « mauvais état » à l'hiv. (>NQE-MA) ; « bon » au car. Autres éléments : pas de seuil de référence	DCE : somme HCH gamma : « bon » état, autres molécules : aucun seuil de référence Eau potable : 2,4-D « non conforme » à l'hiv. , autres molécules « conformes »	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène et phénanthrène ; « indéterminé » sinon	<u>Etat écologique</u> : Absence de seuil <u>Etat chimique</u> : Hivernage : déclassé à « mauvais » pour plomb et 2,4-D Carême : A priori « bon » état chimique mais éventuelle présence d'arsenic (LQ > NQE-MA) Mn : dépassement PNEC
	ESM3	Aucun seuil de référence MES très élevée au carême	Ni : « bon » état Al : « mauvais » état (titre indicatif) Pb : « mauvais état » (fort dépassement) au car. (>NQE-MA) ; « bon » à l'hiv. As : (LQ>NQE-MA) : Etat « indéterminé » Hg : « bon » état à l'hiv. ; « indéterminé » au car. Mn : dépassement PNEC Autres éléments : pas de seuil de référence	DCE : somme HCH gamma : « bon » état, autres molécules : aucun seuil de référence Eau potable : hydroxyatrazine « non conforme » au car.	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène et phénanthrène ; « indéterminé » sinon	<u>Etat écologique</u> : Absence de seuil <u>Etat chimique</u> : Hivernage : « bon » état Carême : Pb déclassé à « mauvais » et hydroxyatrazine « non conforme » (+ éventuellement présence d'As (LQ > NQE MA)) Mn : dépassement PNEC

	ESM4	Aucun seuil de référence MES très élevée au carême	Ni, Pb : « bon » état Al : « mauvais » état (titre indicatif) Hg : « bon » état à l'hiv. ; « indéterminé » au car. As : (LQ>NQE-MA) : Etat « indéterminé » Mn : dépassement PNEC Autres éléments : pas de seuil de référence	DCE : somme HCH gamma : « bon » état, autres molécules : aucun seuil de référence Eau potable : Hydroxyatrazine et somme des pesticides « non conforme » au car.	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène et phénanthrène ; « indéterminé » sinon	Etat écologique : Absence de seuil Etat chimique : « Non conforme » pour somme des pesticides et hydroxyatrazine au car. (+ éventuellement présence d'As (LQ > NQE MA)) Mn : dépassement PNEC
	ESM5	Aucun seuil de référence MES très élevée au carême	Ni : « bon » état Al : « mauvais » état (titre indicatif) Pb : « mauvais état » (>NQE-MA) As : (LQ>NQE-MA) : Etat « indéterminé » Hg : « bon » état à l'hiv. ; « indéterminé » au car. Mn : dépassement PNEC	« Bon » état global : DCE : somme HCH gamma : « bon » état, autres molécules : aucun seuil de référence Eau potable : « conforme »	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène et phénanthrène ; « indéterminé » sinon	Etat écologique : Absence de seuil Etat chimique : « Mauvais » à cause du Pb Mn : dépassement PNEC
Synthèse pour la masse d'eau des marais		Absence de seuils de référence pour tous les paramètres analysés MES augmente largement au carême	Etat « mauvais » pour le paramètre Pb (+Al à titre indicatif), et présence d'As potentielle (LQ>NQE-	Etat « moyen » dû à la somme des pesticides (1 dépassement du paramètre), 2,4-D (1 dépassement) et	« Bon » état de la masse d'eau marais au regard des produits chimiques industriels	Faciès hyper chloruré sodique Etat écologique : Absence de seuil Etat chimique :

		Faciès hyper chloruré sodique	MA) dépassement PNEC pour Mn Etat « indéterminé » pour les autres éléments	hydroxyatrazine (2 dépassements)		Hivernage : déclassé à « mauvais » pour plomb et 2,4-D Présence d'As potentielle (LQ>NQE-MA) Carême : Pb déclassé à « mauvais » et hydroxyatrazine et somme des pesticides « non conformes » Mn : dépassement PNEC
Ravine (Eau douce de surface)	ESR6	Nutriments : bon à très bon Oxygénation : COD classé état « médiocre » Ions et divers : aucun seuil disponible MES : « mauvais état » Turbidité : « mauvais état » =>Classe de qualité état « médiocre »	Etat « mauvais » : As : « mauvais » état car/hiv Al, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn : « bon » état Fe : « indéterminé » Mn : dépassement PNEC	DCE : « bon » état ou « indéterminé » Eau potable : « non conforme » pour AMPA (car/hiv), glyphosate (hiv) ; « conforme » sinon	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène, nonylphénol, naphtalène, phénanthrène ; « indéterminé » sinon	<u>Etat écologique :</u> Déclassé « médiocre » par le COD, MES et turbidité <u>Etat chimique :</u> Hivernage : Déclassé « mauvais » par As, « non conforme » pour AMPA et glyphosate Carême : Déclassé « mauvais » par As, AMPA Mn : dépassement PNEC
	ESR7	Nutriments : bon à très bon Oxygénation : COD classé état « mauvais » Ions et divers : aucun seuil disponible MES : « mauvais état » (car) Turbidité : « bon état » (hiv), « mauvais » (car)	Etat « mauvais » : As : « mauvais » état car/hiv Al, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn : « bon » état Fe : « indéterminé » Mn (car /hiv), Ar (hiv) : dépassement PNEC	DCE : « bon » état ou « indéterminé » Eau potable : « non conforme » pour AMPA (car), 2,4-D (hiv) ; « conforme » sinon	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules	<u>Etat écologique :</u> Déclassé « mauvais » par le COD, MES et turbidité (car.) <u>Etat chimique :</u> Hivernage : déclassé « mauvais » par Ar, « non conforme » pour 2,4-D, Mn

		=>Classe de qualité état « mauvais »			PNEC : « bon » état pour chrysène, nonylphénol, naphtalène, phénanthrène ; « indéterminé » sinon	Carême : déclassé « mauvais » par As, : « non conforme » pour AMPA, Mn et As
	ESR8	Nutriments : bon à très bon sauf orthophosphates (hiv.) Oxygénation : COD classé état « mauvais » (hiv.), « très bon » (car.) Ions et divers : aucun seuil disponible MES : « mauvais état » Turbidité : « mauvais état » =>Classe de qualité état « mauvais »	Etat « mauvais » : As : « mauvais » état car/hiv Al, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn : « bon » état Fe : « indéterminé » Mn : dépassement PNEC	Etat « mauvais » : DCE : 2,4-D à l'hiv en « mauvais » état, « bon » état ou « indéterminé » Eau potable : « non conforme » pour 2,4-D (1x et valeur isolée très élevée) et somme des pesticides (hiv.), AMPA et glyphosate (car.)	DCE : « Bon » état pour nonylphénol, B(b,k)P, chloroforme et naphtalène ; « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « bon » état pour chrysène, nonylphénol, naphtalène, phénanthrène ; « indéterminé » sinon	Etat écologique : Hivernage : Déclassé « mauvais » par le COD, MES, turbidité et orthophosphates Carême : « bon » état Etat chimique : Hivernage : déclassé « mauvais » par Ar, 2,4-D et « non conforme » pour 2,4-D et somme des pesticides Carême : déclassé « mauvais » par As et « non conforme » pour AMPA et glyphosate Mn : dépassement PNEC
Synthèse pour la masse d'eau de la ravine		Nutriments : Etat « bon » à « très bon » Oxygénation : Etat « médiocre » à « mauvais » (déclassement du paramètre COD) Ions et divers : aucun seuil disponible	Etat « mauvais » pour le paramètre As (+1 dépassement PNEC (hiv)) Mn : dépassement PNEC	Etat « mauvais » pour la molécule 2,4D mais possible incertitude de mesure Etat « non conforme » pour la somme des pesticides, 2,4D, AMPA et glyphosate	« Bon » état général au regard des produits chimiques industriels	Faciès bicarbonaté calcique et magnésien Etat écologique : Déclassé « médiocre » par COD, turbidité, MES et orthophosphates Etat chimique : Hivernage : déclassé « mauvais » par arsenic, 2,4-D et « non conforme »

		Faciès bicarbonaté calcique et magnésien				pour AMPA, 2,4-D, somme des pesticides et glyphosate Carême : Déclassé « mauvais » par As, AMPA et « non conforme » AMPA et glyphosate Mn : dépassement PNEC //Ar (hiv)
Eau souterraine (Eau douce avec intrusions salines)	EF9	Nutriments : « bon » état Oxygénation : aucun seuil disponible Ions : état « mauvais » – déclassement pour les paramètres sodium et chlorures (aux 2 campagnes)	Etat « mauvais » : Aluminium (1x à l'hiv. et valeur isolée très élevée dans le milieu souterrain, donc possiblement associé à un biais de mesure) Mn : « bon » (car.), « indéterminé (hiv.)	Bon état global	DCE : « Bon » état du chloroforme, « indéterminé » pour les autres molécules PNEC : « Bon » état pour nonylphénol, chrysène et phénanthrène ; « indéterminé » pour les autres molécules	Faciès chloruré sodique et potassique Etat « physicochimique » : Déclassé « mauvais » pour les ions majeurs chlorures et sodium vis-à-vis des seuils de la DCE. Les concentrations élevées sont, en partie, dues à un fond géochimique élevé mais témoignent également d'intrusions salines.
Synthèse pour la masse d'eau souterraine		Ions : Etat « mauvais » pour les ions majeurs chlorures et sodium. Les valeurs élevées de ces paramètres sont à associer en partie à un fond géochimique élevé sur le secteur pour Ca, Mn, Na, Cl, (NaCl), SO4 Faciès chloruré sodique et potassique	Il est indiqué un état « mauvais » pour le paramètre aluminium mais cette valeur constitue possiblement un biais de mesure – en l'état, l'état sera considéré comme « bon » comme il l'est pour l'ensemble des autres paramètres	« Bon » état global au regard des produits phytosanitaires	« Bon » état de la masse d'eau souterraine au regard des produits chimiques industriels	<u>Etat chimique :</u> Hivernage : Déclassé « mauvais » par l'aluminium (mais possiblement lié à incertitude de mesure) Carême : « bon » état

6. Mise en perspective des résultats avec le contexte du milieu

Pour mémoire (cf. volet précédent sur l'inventaire des activités socio-économiques), la commune de Port-Louis est peu peuplée et le bassin versant des marais est composé par la répartition suivante :

- Dominée à presque 50 % par des surfaces naturelles (marais et zones de végétation) ;
- Les zones agricoles y sont très développées avec 34,6 % de la superficie du bassin d'alimentation ;
- Les surfaces de bâties ou zones urbaines y sont faibles (17,2 % de la superficie).

La qualité physico-chimique des eaux d'un bassin versant est liée au contexte géographique et au fond géochimique. Elle dépend également étroitement des usages et activités humaines présentes sur les bassins versants. Ces dernières peuvent entraîner des conséquences fortes sur les écosystèmes aquatiques.

6.1. Faciès chimiques des eaux

Le faciès chimique des eaux déterminé dans le cadre de cette étude à partir des concentrations des ions majeurs est cohérent avec le fond géochimique connu sur la zone d'étude et les diagrammes de Piper disponibles pour des eaux souterraines au droit des piézomètres de suivi Pelletan et Charropin. L'étude des fonds géochimiques des eaux souterraines et des cours d'eau de Guadeloupe (Ratsimihara, 2014) a été menée pour vérifier si les valeurs seuils de certains paramètres pouvaient être modifiées pour s'adapter au fond géochimique du territoire, toutefois les résultats ont permis de faire ressortir des tendances mais pas de définir de nouvelles valeurs seuils.

Au droit du « Plateau Nord Grande-Terre » :

- Pour les eaux souterraines, les valeurs observées pour le sodium et les chlorures sont plus élevées qu'au niveau national ;
- Pour les eaux de surface, il a été également confirmé que la Grande-Terre présente un fond géochimique élevé pour le calcium et le magnésium.

Dans le cadre de l'étude, il est ressorti les faciès suivants :

- Eaux des marais : faciès hyper chloruré sodique ;
- Eaux de la ravine : faciès bicarbonaté calcique et magnésien ;
- Eaux souterraines : faciès chloruré sodique et potassique.

Ainsi, il est notable que les faciès des eaux souterraines et de la ravine se rapprochent respectivement des tendances de fond géochimique élevé issu de la bibliographie, les composantes en ions des milieux sont donc issues du contexte naturel du secteur d'étude. De plus, le faciès des eaux des marais apparaît plus proche de celui des eaux souterraines (eaux douces avec intrusions salines) que celui des eaux de la ravine (eaux douces), indiquant une probable plus forte influence des eaux souterraines et des eaux marines sur le milieu des marais.

6.2. Nutriments (matières azotées et phosphorées)

Les résultats de cette étude ne mettent en lumière aucune pression concernant les nutriments, ne montrent pas de signe de pollution d'origine organique.

Cela concerne à la fois les matières azotées (ammonium, nitrates et nitrites) qui ne montrent pas de pression d'origine anthropique particulière, telle que l'agriculture avec l'utilisation de fertilisants synthétiques et de fumiers, associée aux cultures et à l'élevage.

Et les matières phosphatées (phosphore total et orthophosphates), qui ne montrent pas de pression d'origine domestique et industrielle (détergents, fèces) et agricole (élevage, lisiers). Les nutriments se retrouvent dans les milieux aquatiques soit par ruissellement ou lixiviation, soit par déversement d'eaux usées. Ils deviennent alors des macropolluants pouvant entraîner l'eutrophisation des milieux (prolifération végétale perturbant les équilibres biologiques dans le milieu, un appauvrissement en oxygène, entraînant une dégradation des conditions pour les communautés aquatiques).

Rappelons toutefois le point de vigilance quant à la limite de quantification des nitrates dans les marais (LQ=40mg/L) assez élevée et pouvant masquer une pollution ou son émergence.

6.3. Matières organiques et oxydables (MOO)

L'étude des matières organiques et oxydables permet de vérifier l'impact des activités anthropiques, telles que l'agriculture, l'élevage ou les rejets urbains.

En effet, l'augmentation de leurs concentrations s'accompagne généralement par une diminution de la quantité d'oxygène disponible pour les organismes aquatiques, soumis à des phénomènes d'hypoxie, voire d'anoxie. Les conséquences sont variables en fonction du degré de sévérité de l'évènement. La baisse de la quantité d'oxygène peut entraîner des stress physiologiques, des comportements d'évitement, ou encore des mortalités.

Les mesures réalisées dans la ravine et dans les marais ne mettent pas en lumière de pression en lien avec des effluents d'eau usée sur les niveaux d'oxygène (paramètre DBO₅).

Cependant, un point de vigilance est nécessaire quant au paramètre COD reflétant la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) à l'aide d'un oxydant. Une forte valeur de COD est retrouvée dans quasiment tous les échantillons de la ravine. Cela indique une réduction de la concentration en oxygène dans les eaux de la ravine et peut affecter la biodiversité. En effet, ce paramètre est utilisé pour caractériser la pollution organique des milieux aquatiques. C'est pourquoi toutes les eaux de la ravine sont déclassées en état « médiocre » à « mauvais ».

Les eaux des marais ne possèdent pas de cadrage réglementaire vis-à-vis des MOO, toutefois des valeurs très élevées de COD et de DCO, en particulier à l'hivernage traduisent un appauvrissement du milieu en oxygène et donc une eutrophisation des marais.

Les eaux souterraines ne sont pas impactées par ce phénomène.

6.4. Eléments traces

Les eaux saumâtres et littorales possèdent peu de valeurs seuil et normes. La qualification de l'état des eaux des marais est donc moins précise que pour les eaux souterraines et de la ravine. Toutefois, au regard de la DCE définissant l'état écologique, le nickel apparaît en « bon état » pour tous les échantillons. Cependant le plomb décline 3 points par sa concentration trop importante. Le mercure

est classé en « bon état » à l'hivernage sur les trois stations amont, « indéterminé » pour les autres échantillons. Pour tous les autres éléments, aucune valeur seuil ne permet de qualifier l'état de l'eau. De plus, le manganèse dépasse la valeur PNEC dans tous les échantillons, l'aluminium classe uniquement ESM0-car en « bon état ». Les eaux des marais sont donc sujettes à des pressions liées au plomb, au manganèse et à l'aluminium (pour les autres, excepté le nickel il n'est pas possible de conclure).

Dans la ravine, les concentrations d'aluminium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc sont dans l'intervalle de « bon état ». Cependant l'état écologique selon la DCE est déclassé par l'arsenic dans tous les échantillons. Le manganèse dépasse la valeur PNEC aux trois stations et l'arsenic à une station (ESR7-hiv).

Enfin, le fer dépasse la valeur seuil pour la consommation humaine dans tous ses échantillons (sauf ESR8-car). En conclusion, le fer, le manganèse et l'arsenic sont des éléments à surveiller (en particulier l'arsenic) dans les eaux de la ravine.

Dans les eaux souterraines, tous les éléments sont en-dessous des valeurs seuil définies. Seul l'aluminium présente des valeurs « anormales » (très faible au carême, supérieure à la VS à l'hivernage). Une attention devra être portée sur ce paramètre afin de préciser sa présence dans les eaux souterraines.

Origines potentielles des éléments traces

Il apparaît ainsi nécessaire de s'interroger sur les potentielles sources de ces éléments dans le milieu naturel.

- L'origine de **l'arsenic** dans l'eau peut être d'origine naturelle, il peut être généré lors de feux de forêts ou d'éruptions volcaniques et sera retrouvé dans les retombées atmosphériques contaminant à terme des eaux de ruissellement.
Par ailleurs, les sources anthropiques de l'arsenic peuvent être l'industrie minière (non présente en Guadeloupe), le traitement du bois, les batteries électriques, la fabrication des semi-conducteurs, des plombs de chasse, de certains pesticides, l'industrie du verre, du papier comme agent de décoloration, la peinture comme pigment, etc (19).

- L'arsenic est, au vu de la localisation des marais, suspecté de provenir de plusieurs sources.
- Utilisé dans le traitement du bois et présent dans les produits de consommation, l'arsenic peut donc provenir du centre de déchets situé à la frontière Est des marais. Le réseau hydrographique et les lignes de champs de l'écoulement souterrain seraient donc les vecteurs mis en cause.
 - Il peut également provenir de l'installation agricole au Sud-Ouest de Anse Bertrand puisque l'arsenic est utilisé dans les herbicides, fongicides et insecticides du domaine agricole (INRS). Le vecteur serait donc via les ravines et l'eau de mer côtière.
 - De plus, l'arsenic est présent dans un antibiotique (roxarsone) de l'alimentation animale pour lutter contre le trouble de croissance des porcs et des poulets (20). Etant donné la présence de trois sites d'élevage agricole, il peut être suspecté d'avoir transité par les ravines et l'eau souterraine pour les deux stations les plus au Sud du bassin versant et pour la station au Nord par les ravines uniquement.
 - Enfin, il peut également avoir de l'arsenic dans les rejets des stations d'épuration.

Ces usages de l'arsenic entraînent des conséquences sanitaires importantes puisqu'il est classé comme cancérigène pour l'Homme par l'OMS et cause la baisse de reproduction de

certains poissons et amphibiens, voire la mort de nombreuses espèces aquatiques et terrestres.

- **L'aluminium** principalement d'origine géologique peut être présent naturellement dans l'eau, mais peut également s'infiltrer par l'intermédiaire des activités humaines tels que l'extraction minière, des activités industrielles, la contamination par les poussières atmosphériques et les précipitations (21).

En effet l'aluminium est l'un des composants des poussières fines PM10 identifié des routes d'accès aux carrières de type calcaire, granit et argile-sable (22). Etant donné la géologie de Grande-Terre, la carrière située à l'Est des marais peut être l'une des sources expliquant la présence d'aluminium dans le marais. Le transport par le vent puis par retombées atmosphériques dues aux pluies fréquentes de l'île sont les vecteurs identifiés conduisant à de l'infiltration vers la nappe et du ruissellement vers les ravines. De plus, sous forme de sulfate d'aluminium ou chlorure d'aluminium, il est utilisé pour le traitement en eau potable et eau usée. Ainsi, de la même manière que l'arsenic, il peut être présent dans les rejets des stations d'épuration et stations de traitement.

L'aluminium est également un élément de base dans la fabrication d'alliages, les casses automobiles à l'Est des marais et dépôts de déchets sont donc des foyers à aluminium.

Une exposition importante et chronique à l'aluminium peut provoquer des effets négatifs sur le système nerveux : troubles de la mémoire et de l'attention, des perturbations psychomotrices ou encore encéphalopathie (atteinte du cerveau), s'accumuler dans les os et perturber le métabolisme du calcium par exemple ou engendrer une anémie (23).

- **Le plomb** est présent naturellement dans les sols, toutefois ces sources anthropiques sont nombreuses : batteries, grenaille de chasse, céramiques, peintures, fusibles, etc. C'est un important contaminant toxique de l'environnement (24).

Le plomb n'a été identifié, lors de l'étude, que dans les eaux de surface (marais et ravine) donc :

- Le plomb provient des marais même via la pratique de la chasse.
- Une autre source de plomb est celle des casses automobiles situées en bordure Est du bassin versant et de l'atelier mécanique au Sud-Est du bassin. Présent dans les batteries, les peintures et certains fusibles, ces sites sont donc des sources évidentes de plomb.
- De plus, le plomb est l'un des composants des canalisations anciennes donc d'après son tracé (cf carte socio-env), le réseau de canalisations est fortement suspecté comme source.
- Enfin, le plomb a une origine domestique via les batteries, les radiateurs, réservoirs, tuyaux, les produits cosmétiques et certaines peintures anticorrosion. A terme, le plomb se retrouve dans les rejets des stations d'épuration.

Le plomb est un métal hautement toxique dans les milieux aquatiques et y a un impact fort sur la biodiversité. En effet, l'exposition au plomb provoque une large gamme d'effets toxiques sur les fonctions physiologiques, comportementales et biochimiques chez les animaux. La toxicité induite par le plomb chez les oiseaux, poissons, etc. exposés à des substances toxiques est principalement due à la bioaccumulation dans des tissus spécifiques, et les mécanismes d'accumulation varient selon les animaux, l'habitat et la voie d'exposition (eau douce ou eau de mer / exposition hydrique ou alimentaire pour les poissons par exemple) (Lee, 2019 ; Mark, 2020)(25). Cette contamination peut avoir des conséquences importantes sur la biodiversité des marais, il s'agit en effet d'une zone de passage de l'avifaune migratrice, qui est d'une part chassée sur les marais et peut d'autre part s'y contaminer, mais également sur l'Homme, par

exemple en s'alimentant avec du poisson contaminé. De nombreuses informations sont disponibles à ce sujet, et notamment sur le site de la Tour du Vallat.

Son impact sur les zones humides est bien connu et a contraint la réglementation à évoluer. Pour mémoire, depuis 1 juin 2006 l'utilisation des cartouches de plomb est interdite dans les zones humides. En complément, le Parlement européen a voté en novembre 2020 l'interdiction de l'utilisation de munitions au plomb dans toutes les zones humides d'Europe. Le texte a été publié en janvier 2021 pour un début d'application en février 2023. Il précise que la grenaille de chasse formée de plomb pour 1 % de son poids sera interdite à compter du 15 février 2023 à l'intérieur ou à moins de 100 m des zones humides.

6.5. Micropolluants

Parmi les 130 molécules recherchées, seules 34 sont présentes sur l'un des 10 sites étudiés. 20 sont présentes à de très faibles concentrations et sont uniquement détectées et 23 sont quantifiées au moins une fois sur l'une des stations. Aucune tendance saisonnière n'est observée sur le nombre de molécules par station entre la campagne de carême et celle d'hivernage. Toutefois, le nombre de molécules quantifiées le plus important est observé au carême sur les stations EF9 (8 molécules), ESM3 (7 molécules) et ESR8 (6 molécules). Ces nombres maximaux de molécules quantifiées par station sont assez faibles ; bien que l'ensemble des molécules présentes soit plus important si on y intègre les molécules détectées.

Parmi les molécules présentes sur le bassin versant des marais, des molécules « ubiquistes » de type phtalate, HAP, phénols et solvant provenant de produits chimiques industriels sont recensées. Elles sont le plus souvent uniquement détectées et lorsqu'elles sont quantifiées c'est à de faibles concentrations. Parmi elles, celles disposant de normes classent les eaux étudiées en « bon état ». Il peut être intéressant de noter la présence de bisphénol A à une concentration assez importante au niveau de la station ESM5 (miroir de chasse).

Quelques médicaments sont également recensés, principalement en carême, sur les stations ESM0 à 2 et les stations de la ravine. Ces molécules peuvent venir des eaux usées issues de la STEU au Sud de Anse-Bertrand (hors du BV donc transport via les eaux marines) et des deux STEU au Nord-Est des marais. Le vecteur identifié ici est le réseau de ravines mais également de rejets directs des personnes venant fréquenter cette zone pour le loisir (ESM0 à 2).

La catégorie des produits phytosanitaires regroupe de nombreuses molécules détectées et quantifiées. Ce sont les herbicides et leur métabolite qui sont les plus largement recensés.

- La chlordécone est non quantifiée sur l'ensemble des prélèvements, il n'est donc pas possible de qualifier l'état de l'eau de la ravine vis-à-vis de cette molécule. Pour les eaux souterraines, l'état de l'eau au droit d'EF9 est donc qualifiable de « bon état » (aucun seuil n'est disponible pour les eaux saumâtres et littorales).

C'est la catégorie des produits phytosanitaires qui décline le plus les eaux du bassin versant des marais. Cela paraît logique sur ce bassin versant où les zones agricoles représentent 35% de la surface, après les zones de végétation (40%).

- La canne, connue pour son utilisation d'herbicide, représente 60% la surface agricole du bassin d'alimentation des marais.
- Il est important de préciser que le maraîchage, bien que non majoritaire sur le territoire, est également un poste important de consommation d'herbicide (traitements plus fréquents en raison des rotations de cultures notamment).

Seules les eaux souterraines ne sont pas déclassées mais on y retrouve deux métabolites de l'atrazine, interdite à ce jour.

Dans les eaux des marais, la majorité des déclassements est due à la somme des pesticides, puis à l'hydroxyatrazine (métabolite de l'atrazine interdit), quantifiée à toutes les stations et campagnes, et enfin au 2.4 D (autorisé à ce jour).

Sur la ravine, l'ensemble des stations est déclassé aux deux campagnes. Les métabolites de l'atrazine et d'autres molécules interdites sont présents et/ou quantifiées, mais ce sont des molécules autorisées à ce jour qui sont responsables des déclassements : AMPA (métabolite du glyphosate) sur toutes les stations à toutes les campagnes (sauf ESR8 en hivernage), glyphosate et 2.4 D pour deux prélèvements chacun. Par ailleurs, au vu de la concentration en hivernage sur la station ESR8, un produit contenant du 2.4D a pu être rependu sur la route ou au niveau des champs juste avant le prélèvement.

Tout comme pour les éléments traces et le plomb, les impacts des micropolluants sur la biodiversité et santé humaine sont nombreux. On peut citer par exemple, la féminisation de certains poissons, masculinisation de certains gastéropodes, difficultés de reproduction chez les oiseaux et poissons, des impacts génotoxiques et reprotoxiques... par la présence d'œstrogène et de perturbateurs endocrinien (bisphénol A, pesticides, HAP...)

Concernant les produits chimiques industriels, aucun déclassement n'est observé sur l'ensemble des stations.

7. Préconisations de gestion

Cette étude sur la qualité et vulnérabilité des eaux de l'hydrosystème amène à des préconisations de gestion et de poursuite d'études dans un objectif de protection du milieu et d'amélioration de la qualité physicochimique de l'hydrosystème. Le tableau ci-après recense les actions et pistes d'études identifiées à l'issue d'échanges avec l'Office de l'Eau et ses collaborateurs, ainsi qu'avec les acteurs locaux du territoire :

Tableau 27 : Actions et pistes d'études préconisées dans un objectif de qualité des marais

Objectif de gestion	Niveau / axe	Actions de gestion à mener	Études et acquisition de connaissances à poursuivre	Priorité	Horizon
Compléter l'évaluation de la qualité des milieux afin de mieux caractériser la contamination et ses effets potentiels.	Diagnostic qualitatif du milieu	• Adapter les mesures de gestion en fonction des compartiments les plus impactés : eau, sédiments, faune aquatique et zones de contact avec les usages. • Prioriser les interventions sur les secteurs présentant des dépassements ou signaux récurrents : plomb, arsenic, manganèse, aluminium, pesticides et micropolluants.	• Analyser les sédiments afin d'obtenir une image complémentaire de la contamination, notamment pour les molécules hydrophobes et les métaux. • Analyser la faune aquatique, notamment poissons et crustacés, pour apprécier les phénomènes de bioaccumulation et les enjeux sanitaires liés à une éventuelle consommation. • Compléter les paramètres recherchés par les PFAS et par les molécules quantifiées dans le cadre du projet ChIEauTerre. • Réaliser un nouveau suivi ciblé sur les paramètres détectés de façon isolée à des concentrations importantes afin de lever les incertitudes analytiques.	Forte	Court à moyen terme
Réduire les apports directs de	Déchets, cartouches et pollutions diffuses	• Organiser des actions collectives et régulières de ramassage des déchets	• Cartographier les zones d'accumulation de déchets, de cartouches et de résidus	Forte	Court terme

déchets et limiter les sources locales de contamination, notamment en plomb et en micropolluants.		sur les secteurs fréquentés et les zones d'accumulation. • Mettre en place des bacs à marée ou dispositifs de collecte adaptés, associés à une signalétique de sensibilisation. • Renforcer la prévention et, le cas échéant, les sanctions relatives aux dépôts sauvages et au non-ramassage des cartouches de chasse. • Sensibiliser les usagers à l'interdiction et aux impacts des munitions au plomb en zones humides.	susceptibles d'être remobilisés vers les eaux et les sédiments.		
Identifier et réduire les sources potentielles de contamination liées aux rejets domestiques, eaux usées, eaux pluviales et activités urbaines.	Assainissement, eaux pluviales et sources urbaines	• Prioriser les actions sur les rejets susceptibles d'alimenter les ravines, les zones humides et les secteurs de marais les plus sensibles. • Renforcer la gestion des eaux pluviales sur les zones urbaines, voiries, activités artisanales ou zones de dépôts situées dans le bassin versant. • Prévoir des actions correctives si des dysfonctionnements d'assainissement collectif ou non collectif sont confirmés.	• Mener un état des lieux et un diagnostic de fonctionnement des STEU et des dispositifs d'assainissement non collectif afin d'identifier les rejets constituant des sources potentielles de pollution. • Mener un diagnostic du réseau d'eaux pluviales et des exutoires associés afin d'identifier les connexions potentielles avec le réseau hydrographique et les marais. • Rechercher les marqueurs associés aux eaux usées ou aux usages domestiques, notamment médicaments, cosmétiques, détergents et micropolluants urbains.	Forte	Court à moyen terme
Réduire les pressions liées aux herbicides, métabolites et autres produits phytosanitaires	Pressions agricoles et produits phytosanitaires	• Engager une concertation avec les acteurs agricoles du bassin versant afin de limiter les transferts de produits phytosanitaires vers les ravines et les marais. • Promouvoir les pratiques réduisant le ruissellement et la lixiviation : bandes	• Préciser les zones contributrices aux apports en pesticides par croisement des usages agricoles, des écoulements de surface et des résultats analytiques. • Poursuivre le suivi des molécules phytosanitaires autorisées, interdites et de leurs métabolites, notamment AMPA,	Moyenne	Moyen terme

identifiés dans le bassin versant.		tampons, gestion des sols, réduction du désherbage chimique et adaptation des périodes de traitement. • Cibler en priorité les secteurs connectés à la ravine Cassis et aux points de déclassement observés.	glyphosate, 2,4-D, hydroxyatrazine et métolachlore. • Comparer les résultats avec les données historiques disponibles afin d'identifier les tendances d'évolution.		
Structurer un suivi dans le temps pour vérifier l'efficacité des actions engagées et adapter la gestion des marais.	Suivi hydrochimique et gestion adaptative	• Mettre en place une démarche de gestion adaptative fondée sur les résultats de suivi et la hiérarchisation des pressions. • Actualiser régulièrement les priorités de gestion en fonction des résultats analytiques, des usages et de l'évolution hydrologique du site. • Capitaliser les données dans un tableau de bord partagé avec les gestionnaires et partenaires techniques.	• Poursuivre le suivi de la qualité des eaux sur les stations déjà investiguées afin de consolider les tendances saisonnières et interannuelles. • Maintenir une attention particulière sur les paramètres déclassants ou à incertitude : arsenic, plomb, manganèse, aluminium, pesticides, PFAS et micropolluants émergents. • Croiser les résultats hydrochimiques avec les données hydrologiques, piézométriques et les observations de terrain pour identifier les voies de transfert dominantes.	Transversale	Continu
Renforcer la protection du milieu par une meilleure compréhension des fonctions écologiques et hydrologiques des marais.	Sensibilisation et appropriation locale	• Développer des supports pédagogiques à destination des scolaires, des usagers, des riverains et des visiteurs. • Valoriser les marais par des sentiers pédagogiques, des panneaux d'information et des points d'observation encadrés. • Associer les acteurs locaux aux actions de préservation afin de favoriser l'appropriation collective du site.	• Identifier les secteurs les plus adaptés à l'accueil du public sans porter atteinte aux habitats sensibles. • Formaliser un plan de sensibilisation intégrant les enjeux qualité des eaux, déchets, biodiversité, chasse et usages agricoles.	Moyenne	Court à moyen terme

8. Bibliographie

Les documents ou sites internet étudiés pour la réalisation de cette synthèse sont les suivants :

1. République française (2023). Arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R.
2. Guide REEE (2023). [guide_reee_decembre_2023.pdf](#).
3. République française (2015). Journal officiel de la République française, n°198 du 28 août 2015.
4. MEDDE (s.d.). Rapport développement durable, fichier MEDDE_rapport_Developpement_durable.ott.
5. Guide (s.d.). Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines (PDF).
6. Code de la santé publique. Article R1321-1. Disponible sur Légifrance.
7. Code de la santé publique. Article R1321-37. Disponible sur Légifrance.
8. Tournassat, D. (2023). Conductivité – conductimètres. Disponible sur: <https://reeflexion.fr/conductivite-conductimetres/>
9. CITEPA (s.d.). Métaux lourds, Rapport Secten.
10. HAL Open Sciences (s.d.). La connaissance des éléments traces métalliques : un défi pour la gestion de l'environnement.
11. Eaufrance (s.d.). Règles d'évaluation de l'état des eaux.
12. République française (2007). Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Disponible sur Légifrance.
13. INERIS (s.d.). Chlordecone (143-50-0) | PSC INERIS.
14. ANSES(2010).Rapport disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2010sa0184Ra.pdf>
15. INRS (s.d.). Disponible sur: <https://www.inrs.fr/>
16. ANSES (s.d.). Bisphénol. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/bisphenol>
17. ANSES (s.d.). ephy.anses.fr
18. République française (2022). Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine.

-
19. Santé publique France (s.d.). Documents disponibles sur:
<https://www.santepubliquefrance.fr>
 20. ScienceDirect (s.d.). Roxarsone. Disponible sur:
<https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/roxarsone>
 21. CIEAU (s.d.). Aluminium dans l'eau. Disponible sur: <https://www.cieau.com/leau-et-votre-sante/qualite-et-sante/aluminium-dans-eau/>
 22. Springer (2025). Article scientifique. Disponible sur:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11869-025-01825-1>
 23. Santé publique France (s.d.). Aluminium.
 24. Ministère de la Transition écologique (s.d.). Métaux lourds : cadmium, mercure et plomb. Disponible sur: <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/sante/les-produits-chimiques-ressources/article/metaux-lourds-cadmium-mercure-et-plomb>
 25. Lee, J.-W. et al. (2019). Toxic effects of lead exposure. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 68, pp.101–108.
 26. Gillingham, M.A.F. et al. (2020). Bioaccumulation of trace elements affects chick body condition. *Science of The Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143250>

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA GROUP ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par ANTEA GROUP ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

ANTEA GROUP s'est engagée à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. ANTEA GROUP conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise ANTEA GROUP à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, ANTEA GROUP s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.



ANNEXES

Annexe I :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les paramètres principaux
Annexe II :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les éléments traces
Annexe III :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les polluants spécifiques
Annexe IV :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les produits phytosanitaires
Annexe V :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les molécules complémentaires
Annexe VI :	Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les molécules de la matrice ESU
Annexe VII :	Plan de prélèvement
Annexe VIII :	Note de prospection des ouvrages souterrains
Annexe IX :	Liste des paramètres analysés
Annexe X :	Texte en vigueur utilisé pour caractériser la qualité des eaux du bassin versant

Annexe I : Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les paramètres principaux

		Eau saumâtre et littorale = MARAIS		Eau douce = RAVINE				Eau souterraine				
		Limites laboratoire		Normes	Limites laboratoire		DCE	Guide technique (DCE)	Limites laboratoire		Arrêté eau potable	Guide d'évaluation eau sout.
PARAMETRE	UNITE	LD	LQ		LD	LQ	Limite bon/moyen	intervalle "bon" état	LD	LQ	VS	VS
Ammonium	mg (NH4)/L	0,017	0,050		0,017	0,050	0,500		0,017	0,050		0,500
Bicarbonates (Hydrogénocarbonates)	mg/L	8,000	24,000		8,000	24,000			8,000	24,000		
Calcium (Ca)	mg/L	BE: 13,33 // HE: 0,333	BE: 40 // HE: 1		0,333	1,000			0,333	1,000		
Carbonates (Dissous)	mg/L	4,000	12,000		4,000	12,000			4,000	12,000		
Carbone organique dissous (Eau) COD	mg(C)/L	0,033	0,100		0,033	0,100	7,000		0,033	0,100		
Chlorures (Cl)	mg/L	BE: 3,333 // HE: 0,333	BE: 40 // HE: 1		0,333	1,000			0,333	1,000	200,000	250
DBO 2 + 5 ou DBO 5	mg(O2)/L	BE: 0,167 // HE: 1	BE: 0,5 // HE: 3		0,167	0,500	6,000		0,167	0,500		
DCO-ST	mg(O2)/L	3,333	10,000		3,333	10,000		20-30	3,333	10,000		
Magnésium (Mg)	mg/L	BE: 13,33 // HE: 0,333	BE: 40 // HE: 1		0,333	1,000			0,333	1,000		
Matières en Suspension (MES)	mg/L	0,667	2,000		0,667	2,000		25-50	0,667	2,000		25
Nitrates N	mg(N)/L	BE: 3 // HE: 0,037	BE: 9 // HE: 0,11		0,037	0,110			0,037	0,110		50
Nitrates NO3	mg(NO3)/L	BE: 13,33 // HE: 0,167	BE: 40 // HE: 0,5		0,167	0,500	50,000		0,167	0,500	100,000	
Nitrites N	mg(N)/L	0,001	0,003		0,001	0,003			0,001	0,003		0,3
Nitrites NO2	mg(NO2)/L	0,003	0,010		0,003	0,010	0,300		0,003	0,010		
Orthophosphates P	mg(P)/L	0,005	0,015		BE: 0,002 // HE: 0,005	BE: 0,005 // HE/ 0,015	0,500		BE: 0,002 // HE: 0,005	BE: 0,005 // HE: 0,015		0,500
Orthophosphates PO4	mg(PO4)/L	0,002	0,005		BE: 0,005 // HE: 0,002	BE: 0,015 // HE: 0,005			BE: 0,005 // HE: 0,002	BE: 0,015 // HE: 0,005		
Phosphore total (P)	mg(P)/L	0,083	0,250		0,003	0,010	0,200		0,003	0,010		
Potassium (K)	mg/L	BE: 13,33 // HE: 0,333	BE: 40 // HE: 1		0,333	1,000			0,333	1,000		
Silice dissous (SiO2)	mg(SiO2)/L	0,417	1,250		0,017	0,050			0,017	0,050		
Silicium dissous (Si)	mg(Si)/L	0,208	0,625		0,008	0,025			0,008	0,025		
Sodium (Na)	mg/L	BE: 13,33 // HE: 0,333	BE: 40 // HE: 1		0,333	1,000			0,333	1,000	200,000	200
Sulfates	mg/L	BE: 13,33 // HE: 0,333	BE: 40 // HE: 1		0,333	1,000			0,333	1,000	250,000	
Sulfures (S--) (Quantitatif)	mg(S)/L	0,033	0,100		0,033	0,100			0,033	0,100		
Turbidité	NFU	0,033	0,100		0,033	0,100		15-35	0,033	0,100		1

Annexe II : Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les éléments traces

		Eau saumâtre et littorale = MARAIS					Eau douce = RAVINE							Eau souterraine		
		Limites laboratoire		Normes			Limites laboratoire		Normes					Limites laboratoire		Valeur seuil
PARAMETRE	UNITE	LD	LQ	NQE-CMA	NQE-MA	PNEC eau marine	LD	LQ	NQE-CMA	NQE-MA	PNEC eau surf	Guide technique DCE	Arrêté eau potable	LD	LQ	VS
Aluminium (Al)	µg(Al)/L	41,67	125	-	-	-	1,67	5,00	-	-	-	100-200	-	1,67	5,00	200,00
Arsenic (As)	µg/L	1,67	5	-	-	-	0,07	0,20	-	0,83	1,37	-	10,00	0,07	0,20	10,00
Cadmium (Cd)	µg/L	1,67	5		0,20	-	0,07	0,20	-	-	-	-	-	0,07	0,20	5,00
Chrome Total (Cr)	µg/L	1,67	5	-	-	-	0,07	0,20	-	3,40	-	-	50,00	0,07	0,20	50,00
Cuivre (Cu)	µg/L	1,67	5	-	-	-	0,07	0,20	-	1,00	-	-	-	0,07	0,20	2000,00
Fer (Fe)	µg(Fe)/L	41,67	125	-	-	-	1,67	5,00	-	-	-	-	200,00	1,67	5,00	200,00
Manganèse (Mn)	µg(Mn)/L	16,67	50	-	-	1,50	0,67	2,00	-	-	15,00	-	-	0,67	2,00	50,00
Mercurie (Hg)	µg(Hg)/L	BE: 0,13 // HE: 0,17	BE: 0,38 // HE: 0,5	0,07	-	-	0,01	0,02	0,07	-	-	-	1,00	0,01	0,02	1,00
Nickel (Ni)	µg/L	1,67	5	34,00	8,60	-	0,07	0,20	34,00	4,00	-	-	20,00	0,07	0,20	20,00
Plomb (Pb)	µg/L	1,67	5	14,00	1,30	-	0,07	0,20	14,00	1,20	0,40	-	10,00	0,07	0,20	10,00
Zinc dissous(Zn)	µg(Zn)/L	16,67	50	-	-	-	0,67	2,00	-	7,80	-	-	-	0,67	2,00	5000,00

Annexe III : Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les polluants spécifiques

UNITE	Eau saumâtre et littorale = MARAIS		Eau douce de surface = RAVINE				Eau souterraine		
PARAMETRE	Limites laboratoire		Limites laboratoire		Normes		Limites laboratoire		Normes
	LD	LQ	LD	LQ	NQE-MA	PNEC eau surf	LD	LQ	VS
Chlordecone	0,003	0,010	0,003	0,010	5.10-6	-	0,003	0,010	-
Chlortoluron	0,002	0,005	0,002	0,005	0,100	-	0,002	0,005	-
Linuron	0,002	0,005	0,002	0,005	1,000	-	0,002	0,005	-
Oxadiazon	0,002	0,005	0,002	0,005	0,090	-	0,002	0,005	-
2,4-D	0,007	0,020	BE: 0,007 // HE: 0,013	BE: 0,02 // HE: 0,04	2,200	2,700	BE: 0,007 // HE: 0,013	BE: 0,02 // HE: 0,04	0,1
2,4-MCPA	0,007	0,020	0,007	0,020	0,500	0,500	0,007	0,020	-

Annexe IV : Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les produits phytosanitaires

UNITE µg/L	Eau saumâtre et littorale = MARAIS				Eau douce = RAVINE					Eau souterraine		
	Limites laboratoires		Normes		Limites laboratoires		Normes			Limites laboratoires		Normes
	LD	LQ	NQE-MA // CMA	NQE / Eau potable	LD	LQ	NQE-MA	NQE	PNEC (eau surf)	LD	LQ	NQE / Eau potable
PARAMETRE												
AMPA	BE: 0,067 // HE: 0,01	BE: 0,2 // HE: 0,03	-	0,1	0,010	0,030	452,000	-	-	0,010	0,030	0,1
Anthraquinone	0,002	0,005	-	-	0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Atrazine Deisopropyl (DIA)	0,002	0,005	-	-	0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Atrazine Desethyl (DEA)	0,002	0,005	-	0,1	0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	0,1
Chlordecol	0,003	0,010	-	-	0,003	0,010	-	-	-	0,003	0,010	-
Chlordecone 5b Hydro	0,003	0,010	-	-	0,003	0,010	-	-	-	0,003	0,010	-
Glyphosate	BE: 0,067 // HE: 0,01	BE: 0,2 // HE: 0,03	-	0,100	0,010	0,030	-	28,000	28,000	0,010	0,030	0,100
HCH Alpha	0,001	0,002	somme : 0,002 // 0,02	-	0,001	0,002	-	-	-	0,001	0,002	somme =0,1
HCH Beta	0,002	0,005			0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	
HCH Delta	0,001	0,002			0,001	0,002	-	-	-	0,001	0,002	
HCH Gamma (Lindane)	0,001	0,002			0,001	0,002	-	-	-	0,001	0,002	
Hexazinone	0,001	0,002	-	0,1	0,001	0,002	-	-	-	0,001	0,002	0,1
Hydroxyatrazine (Hydroxyatrazine (2 Hydroxy))	0,002	0,005	-	0,1	0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	0,1
Metribuzine	0,003	0,010	-	-	0,003	0,010	-	-	-	0,003	0,010	-
S-Métolachlore (12% 1R 88% 1S)	0,007	0,020	-	0,1	0,007	0,020	-	-	-	0,007	0,020	0,1
Thiabendazole	0,007	0,020	-	-	0,007	0,020	-	-	-	0,007	0,020	-

Annexe V : Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les molécules complémentaires

UNITE µg/L	Eau saumâtre et littorale = MARAIS				Eau douce = RAVINE					Eau souterraine		
	Limites laboratoire		Normes		Limites laboratoire		Normes			Limites laboratoire		Normes
	LD	LQ	PNEC eau marine	NQE-MA	LD	LQ	NQE-MA	NQE-CMA	PNEC eau surf	LD	LQ	PNEC eau surf
PARAMETRE												
Acenaphthene	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Acenaphthylene	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Benzo (a) Anthracene	0,0003	0,0010	-	-	0,0003	0,001	-	-	-	0,0003	0,001	-
Benzo (a) Pyrene	0,0003	0,0010	-	-	0,0003	0,001	-	-	-	0,0003	0,001	-
Benzo (b) Fluoranthene	0,0003	0,0010	-	0,017	0,0003	0,001	0,017	1,7.10-4	0,030	0,0003	0,001	0,030
Benzo (ghi) Perylene	0,0003	0,0010	-	-	0,0003	0,001	-	-	-	0,0003	0,001	-
Benzo (k) Fluoranthene	0,0003	0,0010	-	0,017	0,0003	0,001	0,017	1,7.10-4	0,027	0,0003	0,001	0,027
Chrysene	0,0003	0,0010	0,007	-	0,0003	0,001	-	-	0,070	0,0003	0,001	0,070
DDT 2,4'	0,0007	0,0020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo (a,h) Anthracene	0,0003	0,0010	-	-	0,0003	0,001	-	-	-	0,0003	0,001	-
Endosulfan Alpha	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Endosulfan Beta	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Equivalent Essence	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Equivalent Gas-oil (ou Fuel)	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Equivalent Huiles Minérales	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Equivalent hydrocarbures totaux	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Equivalent Pétrole	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Equivalent White Spirit	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Fluoranthene	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Fluorene	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Hydrocarbures PolyAromatiques (Somme des 4)	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Indeno (1,2,3-cd) Pyrene	0,0003	0,0010	-	-	0,0003	0,001	-	-	-	0,0003	0,001	-
Indice hydrocarbure (C10-C40)	16,6667	50,0000	-	-	16,6667	50,000	-	-	-	16,667	50,000	-
Indice hydrocarbure volatil	6,6667	20,0000	-	-	6,6667	20,000	-	-	-	6,667	20,000	-
Methyl-2-Fluoranthene	0,0003	0,0010	-	-	0,0003	0,001	-	-	-	0,0003	0,001	-
Methyl-2-Naphtalene	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Phenanthrene	0,0017	0,0050	0,134	-	0,0017	0,005	-	-	1,340	0,002	0,005	1,340
Pyrene	0,0017	0,0050	-	-	0,0017	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	0,6667	2,0000	-	-	0,6667	2,000	-	-	-	0,667	2,000	-
Titre alcalimétrique (T.A.)	0,6667	2,0000	-	-	0,6667	2,000	-	-	-	0,667	2,000	-
1,2,3 Trichlorobenzène	0,0667	0,2000	-	-	0,0667	0,200	-	-	-	0,067	0,200	-
1,2,4 Trichlorobenzène	0,0667	0,2000	-	-	0,0667	0,200	-	-	-	0,067	0,200	-
1,3,5 Trichlorobenzène	0,0667	0,2000	-	-	0,0667	0,200	-	-	-	0,067	0,200	-

Annexe VI : Seuils de détection, quantification et valeurs seuils appliqués pour les molécules de la matrice ESU

PARAMETRE	UNITE	Eau saumâtre et littorale = MARAIS					Eau douce = RAVINE					Eau souterraine		
		Limites laboratoire		Normes			Limites laboratoire		Normes		PNEC (eau surf)	Limites laboratoire		Normes
		LD	LQ	NQE-CMA	NQE-MA		LD	LQ	NQE-CMA	NQE-MA		LD	LQ	VS
Aclonifen	µg/L	0,002	0,005	0,700	0,300		0,002	0,005	0,700	0,300	-	0,002	0,005	-
Alachlore	µg/L	0,002	0,005	-	-		0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	0,9
Aldrine	µg/L	0,007	0,020	-	-		0,007	0,020	-	-	-	0,007	0,020	0,03
Anthracene	µg/L	0,002	0,005	0,100	0,100		0,002	0,005	0,100	0,100	0,190	0,002	0,005	-
Atrazine	µg/L	0,002	0,005	2,000	0,600		0,002	0,005	2,000	0,600	-	0,002	0,005	-
Benzène	µg/L	0,067	0,200	50,000	8,000		0,067	0,200	50,000	10,000	-	0,067	0,200	1
Bifenox	µg/L	0,013	0,040	0,004	0,0012		0,013	0,040	0,040	0,012	-	0,013	0,040	-
Chlorfenvinphos	µg/L	0,001	0,002	0,300	0,100		0,001	0,002	0,300	0,100	-	0,001	0,002	-
Chloroalcanes C10-C13	µg/L	3,333	10,000	1,400	0,400		3,333	10,000	1,400	0,400	-	3,333	10,000	-
Chloroforme	µg/L	0,067	0,200	-	-		0,067	0,200	-	2,500	146,000	0,067	0,200	2,500
Chlorpyrifos Ethyl	µg/L	0,002	0,005	-	-		0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Cybuthrine (Irgarol)	µg/L	0,003	0,010	0,016	0,0025		0,003	0,010	0,016	0,0025	-	0,003	0,010	-
Cypermethrine	µg/L	0,003	0,010	6.10-5	8.10-6		0,003	0,010	6.10-4	8.10-6	-	0,003	0,010	-
DDT 4,4'		0,001	0,002	-	0,025				-	0,025	-			-
Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate (DEHP)	µg/L	0,333	1,000	-	1,300		0,333	1,000	-	1,300	-	0,333	1,000	-
Dichloromethane	µg/L	0,067	0,200	-	20,000		0,067	0,200	-	20,000	-	0,067	0,200	-
Dichlorvos	µg/L	0,001	0,002	7.10-5	6.10-5		0,001	0,002	7.10-4	6.10-4	-	0,001	0,002	-
Dieldrine	µg/L	0,003	0,010	-	-		0,003	0,010	-	-	-	0,003	0,010	-
Diuron	µg/L	0,007	0,020	1,800	0,200		0,007	0,020	1,800	0,200	-	0,007	0,020	-
Endosulfan (Somme Alpha+Beta) - Calcul	µg/L	0,003	0,010	0,004	0,0005		0,003	0,010	0,010	0,005	-	0,003	0,010	-
Endrine	µg/L	0,002	0,005	-	-		0,002	0,005	-	-	-	0,002	0,005	-
Isodrine	µg/L	0,001	0,002	-	-		0,001	0,002	-	-	-	0,001	0,002	-
Isoproturon	µg/L	0,003	0,010	1,000	0,300		0,003	0,010	1,000	0,300	-	0,003	0,010	-
Naphtalene	µg/L	0,003	0,010	130,000	2,000		0,003	0,010	130,000	2,000	2,000	0,003	0,010	-
Octylphenol para-tert	µg/L	0,013	0,040	-	0,010		0,013	0,040	-	0,100	-	0,013	0,040	-
Pentachlorobenzene	µg/L	0,002	0,005	-	0,0007		0,002	0,005	-	0,007	-	0,002	0,005	0,1
Pentachlorophenol	µg/kg MS	0,003	0,010	1,000	0,400		0,003	0,010	1,000	0,400	-	0,003	0,010	9
Quinoxifen	µg/L	0,001	0,002	0,540	0,015		0,001	0,002	2,700	0,150	-	0,001	0,002	-
Simazine	µg/L	0,007	0,020	4,000	1,000	BE: 0,007 // HE: 0,002	BE: 0,02 // HE: 0,005	4,000	1,000	1,000	-	0,007	0,020	-
Simazine-déséthyl	µg/L	0,002	0,005	-	-	BE: 0,002 // HE: 0,007	BE: 0,005 // HE: 0,02	-	-	-	-	0,002	0,005	-
Somme des DDT	µg/L	0,003	0,010	-	-	0,003	0,010	-	-	-	-	0,003	0,010	-
Somme des Trichlorobenzènes (Isomères)	µg/L	0,067	0,200	-	-	0,067	0,200	-	-	-	-	0,067	0,200	-
Somme HCH	µg/L	0,003	0,010	-	-	BE: 0,003 // HE: 0,002	BE: 0,01 // HE: 0,005	-	-	-	-	BE: 0,003 // HE: 0,002	BE: 0,01 // HE: 0,005	-
Terbutryne	µg/L	0,001	0,002	0,034	0,0065	0,001	0,002	0,340	0,065	-	-	0,001	0,002	-
Tétrachloroéthylène	µg/L	0,067	0,200	-	10,000	0,067	0,200	-	10,000	-	-	0,067	0,200	-
Tétrachlorure de carbone	µg/L	0,067	0,200	-	-	0,067	0,200	-	-	-	-	0,067	0,200	4
Tributylétain Cation	µg/L	0,002	0,005	-	-	0,002	0,005	-	-	-	-	0,002	0,005	-
Trichloroéthylène	µg/L	0,067	0,200	-	-	0,067	0,200	-	-	-	-	0,067	0,200	-
Trifluraline	µg/L	0,002	0,005	-	-	0,002	0,005	-	-	-	-	0,002	0,005	-
1,2 Dichloroéthane	µg/L	0,067	0,200	-	10,000	0,067	0,200	-	10,000	-	-	0,067	0,200	3
4 Nonylphénols Ramifiés	µg/L	0,013	0,040	-	-	0,013	0,040	-	-	-	-	0,013	0,040	-

Annexe VII : **Plan de prélèvement**



ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET DE LA VULNERABILITE DES MARAIS DE PORT-LOUIS, GUADELOUPE – LOT 1

Synthèse de l'évolution historique
Marais de Port-Louis et bassin versant



Rapport 129875 /A du 17 mai 2024

Projet suivi par Léna JARDIN – 06.90.63.37.76– lana.jardin@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Programme prévisionnel d'investigation des eaux de surfaces et eaux souterraines - Marais de Port-Louis et bassin versant

CLIENT

Office De L'eau Guadeloupe

Jardin Botanique de Basse-Terre
Rue Alexandre Buffon - Circonvallation
97100 Basse-Terre
Tel : 05 90 80 99 78
N° Siret : : 20000438000032
<https://www.eauguadeloupe.com/>

Laure DUCREUX

Chargée des opérations de « Préservation de la
ressource en eau & Eau potable »
Ligne fixe : +590 590 80 96 48
Mobile : +590 690 52 46 44
laure.ducieux@oe971.fr

SITE

Marais de Port-Louis et bassin versant

PORT-LOUIS
GUADELOUPE

RAPPORT

Responsable du projet

Léna JARDIN

Interlocuteur commercial

Léna JARDIN

Implantation chargée du suivi du projet

Implantation de Guadeloupe
05.90.82.75.40
guadeloupe@anteagroup.fr

Rapport n°

128457

Version n°

TRAVAIL

Votre commande et date

GDPA230044 – AE 16/10/2023

Projet n°

GDPP230044

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Romane REY	Ingénieur d'étude	Février 2024	RR
Vérification	Léna JARDIN	Ingénieur de projet	Février 2024	LJ
Approbation	Adrien JOBARD	Directeur Antilles	Février 2024	AJ

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
VT	08/02/2024	29	2	Version de travail

Sommaire

1. Introduction	6
2. Contexte du site d'étude	7
2.1. Zone d'étude	7
2.2. Données d'entrée	7
2.3. Investigations passées	8
3. Zone Potentiellement Impactées (ZPI)	9
4. Programme d'investigation prévisionnel	13
4.1. Station de prélèvements	13
4.2. Programme analytique	16
4.3. Période de prélèvement	18
5. Méthodologie	20
5.1. Mesures <i>in situ</i> et observations	20
5.2. Prélèvement des échantillons d'eau	20
5.2.1. Prélèvement d'eau de surface dans les Marais et ravines	21
5.2.2. Prélèvement d'eau souterraine – Forage existant	21
5.3. Conditionnement et expédition des échantillons	21
5.4. Analyse en laboratoire	22
5.4.1. Eau souterraine et eau de surface	22
5.4.2. Identification des échantillons	25
5.4.3. Exigence normative et limites	25

Table des tableaux (dans le texte)

Tableau 1 : Zones potentiellement exploitées (Données issus de Géorisques et Antea Group).....	9
Tableau 2 : Description des sites d'investigation	14
Tableau 3 : Photos des sites identifiés pour les prélèvements (janvier 2024).....	15
Tableau 4: Eaux (souterraines et de surface) : méthodes analytiques	22
Tableau 5 : Eaux (souterraines et de surface) : programme analytique	24

Table des annexes

Annexe I :	Plan de situation des prélèvements
Annexe II :	Seuils et unités des paramètres d'analyse

1. Introduction

Dans le cadre de l'étude du fonctionnement hydrologique et de la vulnérabilité des marais de Port-Louis, l'Office de l'Eau a sollicité Antea Group pour la mise en œuvre d'un programme de prélèvements et analyses d'échantillons d'eau superficielle (ravines, canaux, mares, etc.) et d'eau souterraine (puits, piézomètres, sources éventuelles) sur 10 stations dans les Marais de Port-Louis et bassin versant.

Les campagnes de prélèvement seront réalisées en période de carême (basse eau) et en période d'hivernage (haute eau).

Ce programme est destiné à cadrer les campagnes de prélèvement dans l'objectif de :

- Définir l'état qualitatif des eaux des marais et bassin versant ;
- Estimer la vulnérabilité des marais ;
- Fournir des recommandations pour la présentation ou la reconquête du milieu aquatique.

Antea Group a effectué 2 visites de site :

- Une mission de repérage des points d'accès aux marais et plans d'eau le 08 décembre 2023 ;
- Une campagne de mesure *in situ* en date du 18 janvier 2024.

Ce rapport présente le programme d'investigation prévisionnel des Marais de Port-Louis sur la base de la bibliographie et des visites réalisées.

2. Contexte du site d'étude

2.1. Zone d'étude

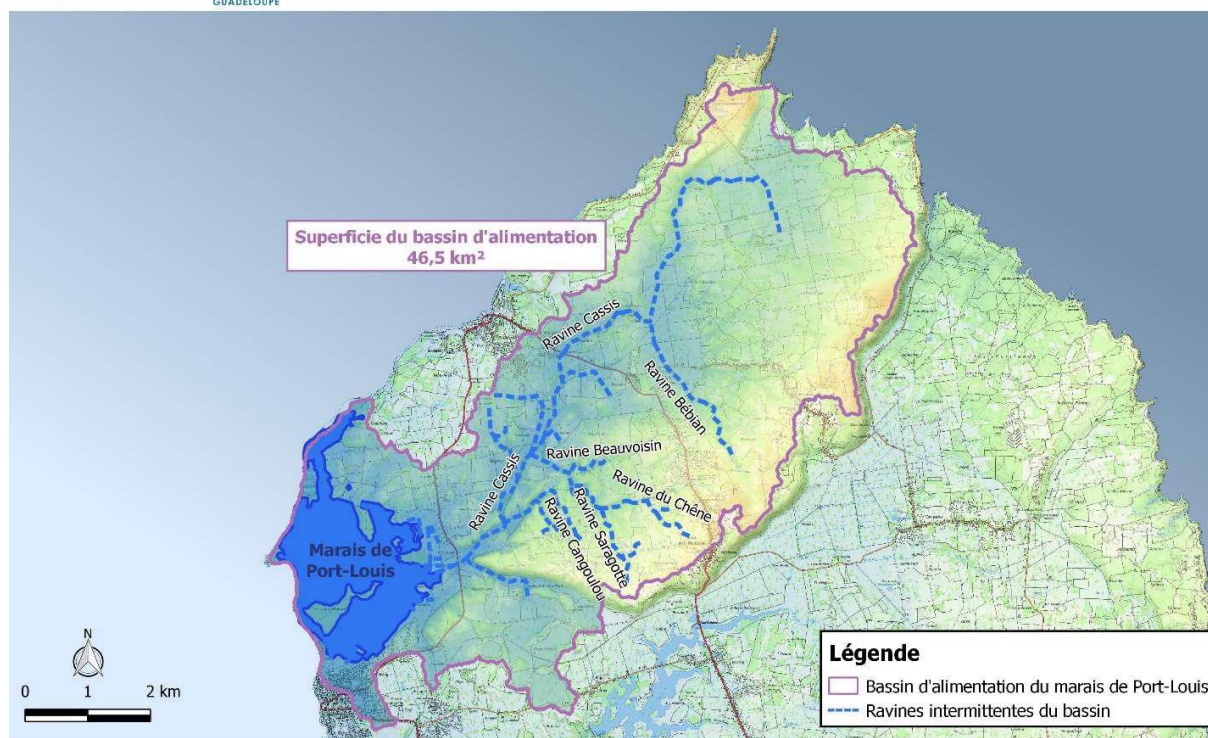
Les marais de Port-Louis prennent place dans la partie aval d'un vaste bassin versant (BV) surfacique dont l'aire avoisine les 46,5 km². D'extension Nord-Est / Sud-Ouest, ce BV occupe une partie conséquente de l'unité morphostructurale correspondant aux Plateaux du Nord de l'île de Grande-Terre.

Ce BV est drainé par un réseau de ravines à écoulement intermittent. Ces objets hydrographiques résultent de l'érosion, par ruissellement d'eau de pluie, du sol et des formations calcaires qui composent le sous-sol de Grande-Terre. Ils présentent localement un lit généralement peu encaissé et sont ici disposés selon deux axes d'écoulement majeurs dont les orientations correspondent : à celle du bassin hydrographique (Nord-Est / Sud-Oest en l'occurrence, cas de la ravine Cassis) ou sont du type Nord-Ouest/Sud-Est (cas des ravines Bébien et du Chêne respectivement).

Le programme de prélèvements cherche à caractériser les eaux de surface du marais et de son BV, principalement la ravine Cassis.



Délimitation du bassin d'alimentation du marais de Port-Louis



Source : OE971 (R. Rochette) - IGN SCAN25, BDTOPO & RGE ALTI - WGS84 UTM20N - Novembre 2021

2.2. Données d'entrée

Les documents étudiés pour la réalisation du plan prévisionnel de prélèvements sont les suivants :

- Visites de site du 08 décembre 2023 et 18 janvier 2024 ;
- CCTP de l'Office de l'Eau pour l'étude des Marais de Port-Louis de 2023 ;
- Projet ChIEauTerre, Rapport final de 2017 ;
- Rapport BRGM, Recherche de sites d'exploitation potentielle de la ressource en eau souterraine sur la commune de Port-Louis, 2004

- Rapport Caraïbes Environnement, Elaboration de plan de gestion sur les sites du Conservatoire du littoral en Guadeloupe – phase 1, 2014.

2.3. Investigations passées

Les Marais de Port-Louis ont fait l'objet d'études antérieures portant entre autres sur la ressource en eau souterraine et sur la qualité de l'eau :

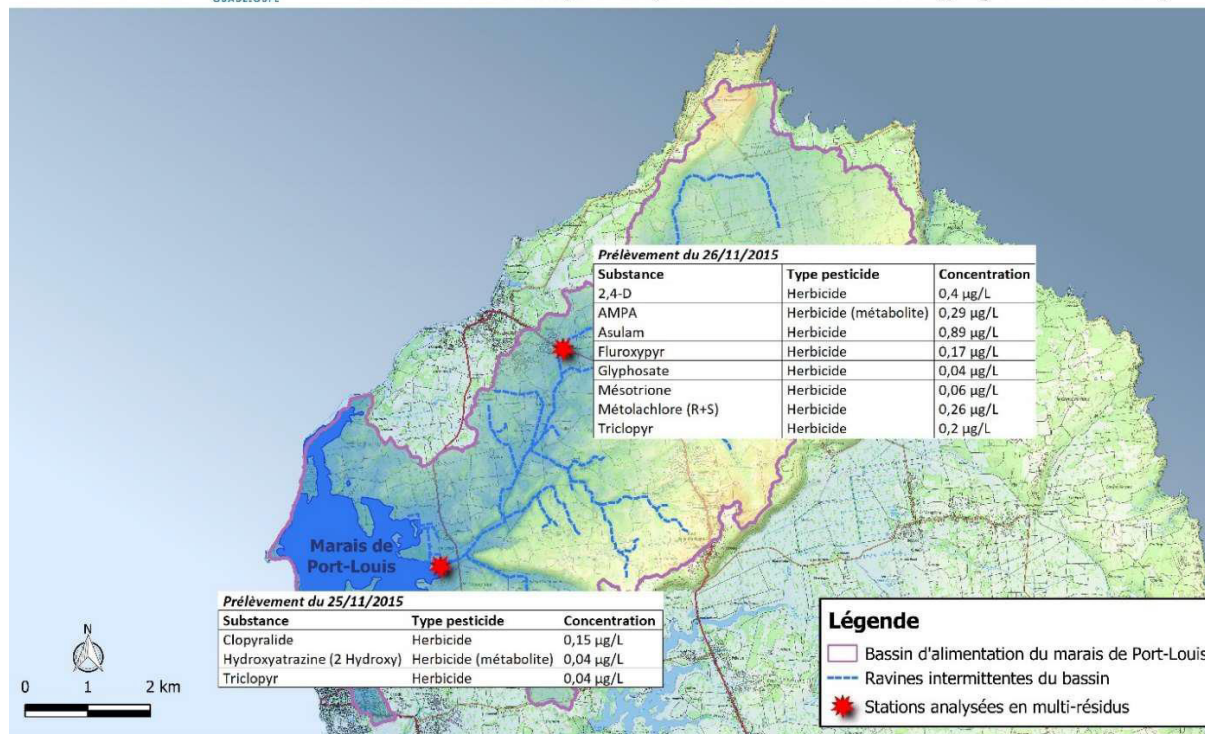
En 2004, le BRGM a réalisé un premier bilan des informations disponibles au sein du territoire communal de Port-Louis dans le cadre de sa mission d'appui à la Police de l'Eau. Le croisement des données disponibles a fourni les informations suivantes à date de 2004 :

- 11 ouvrages souterrains sont identifiés en secteur marin ou de mangrove ;
- 2 points d'eau souterrains sont exploités pour production d'eau potable ;
- 2 points d'eau souterrains sont en exploitation pour production d'eau agricole ;
- 22 points d'eau souterrains sont susceptibles d'être exploités.

En 2017, le projet ChlEau-Terre faisant état de la contamination des bassins versants de la Guadeloupe par le chlordécone, des prélèvements d'eau ont été réalisés au droit de la ravine Cassis. Les analyses d'eau réalisées en amont et en aval de la ravine révèlent la présence de pesticides (herbicide) dans les eaux de ruissellement prélevées *in situ* en saison humide, telle que le montre la cartographie ci-dessous. A l'heure actuelle, l'impact de ces pressions agricoles sur la zone humide n'est pas connu.



Bassin d'alimentation du marais de Port-Louis - Résultats des analyses de pesticides dans les eaux (projet ChlEauTerre) -



Source : OE971 (R. Rochette) - IGN SCAN25, BD TOPO & RGE ALTI - WGS84 UTM20N - Novembre 2021

3. Zone potentiellement source de pollution

Sur la base de la visite de site de janvier 2024 par Antea Group et des documents consultés, les zones potentiellement source de pollution à proximité des Marais et de son bassin versant sont présentées dans le Tableau ci-dessous. Une cartographie est également présentée en suivant.

Tableau 1 : Zones potentiellement source de pollution (Données issus de Géorisques et Antea Group)

N° ZPI	Désignation	Etat d'activité	Description
1	Miroir de chasse	Site actif	Zone humide végétalisée sur l'emprise du site. Cette zone est une réserve de chasse où sont observables de nombreux résidus de cartouches de plomb.
2	Décharge de Port-Louis	Etat d'arrêt	Base de données BASIAS Activité de collecte et stockage des déchets non dangereux dont les ordures ménagères
3	STEU Station du Bourg	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité E37.00Z : de collecte et traitement des eaux usées (station d'épuration)
4	Station Vito Veliana	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité G47.30Z : Commerce de gros, de détail ; de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)
5	Cuma d'Anse Bertrand	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité A01.6 : Activité de soutien à l'agriculture et traitement primaire des récoltes (coopérative agricole, entrepôt de produits agricoles stockage de phytosanitaires, pesticides)
6	Station-service ESO Anse-Bertrand	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité G47.30Z : Commerce de gros, de détail ; de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)
7	Entreprise Gonzague (Atelier Menuiserie Alu)	Indéterminé	Base de données BASIAS C25.1 : Fabrication d'éléments en métal pour la construction (portes, poutres, grillage, treillage...) G45.21A : Garages, ateliers, mécaniques et soudure
8	SGTE (Société Guadeloupéenne	En exploitation avec titre	Installation Classée Pour l'Environnement 2510 : Carrière 2515 : Broyage, concassage et autres produits minéraux ou déchets non inertes

N° ZPI	Désignation	Etat d'activité	Description
9	INAMO Florentin	En exploitation sans titre	Installation Classée Pour l'Environnement 2510 : Carrière
10	VHU « Haut de la Montagne »	Indéterminé	Base de données BAIAS Activité E38.31Z : Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)
11	Garages d'Automobiles	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité G45.21A : Garages, ateliers, mécanique et soudure
12	Société anonyme des Usines de Beauport / Christophe Mandon	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité E38.31Z : Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)
13	Gwadavic	En exploitation avec titre	Installation Classée Pour l'Environnement Rubrique 3660 : plus de 40 000 emplacements pour les volailles
14	Non renseigné	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité A01.6 – Activité de soutien à l'agriculture et traitement primaire des récoltes (coopérative agricole, entrepôt de produits agricoles stockage de phytosanitaires, pesticides...)
15	ROSELE Rene	En exploitation avec titre	Installation classée Pour l'Environnement L'établissement est en état d'enregistrement. Il est inscrit dans le libellé suivant « dépollution, démontage ou découpage de déchets issus de bateau de plaisance ou de sport ».
16	CORENTHIN MAXIME	Indéterminé	Base de données BASIAS Activité E38.31Z : Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)
17	La ferme du Moulin Saint Jacques	En exploitation avec titre	Base de données BASIAS Installation classée Pour l'Environnement L'activité principale du site est l'élevage intensif de volailles. Il se compose de 4 bâtiments : - 1 volière (18645 poulettes) ; 3 bâtiments en cage (15360 poules chacun)

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) fait état des surfaces agricoles. Concernant le BV des Marais de Port-Louis, le RPG de 2022 laisse apparaître les principales surfaces énoncées et représentées sur la cartographie ci-dessous :

- Rapport n°128457/T du 08/02/2024

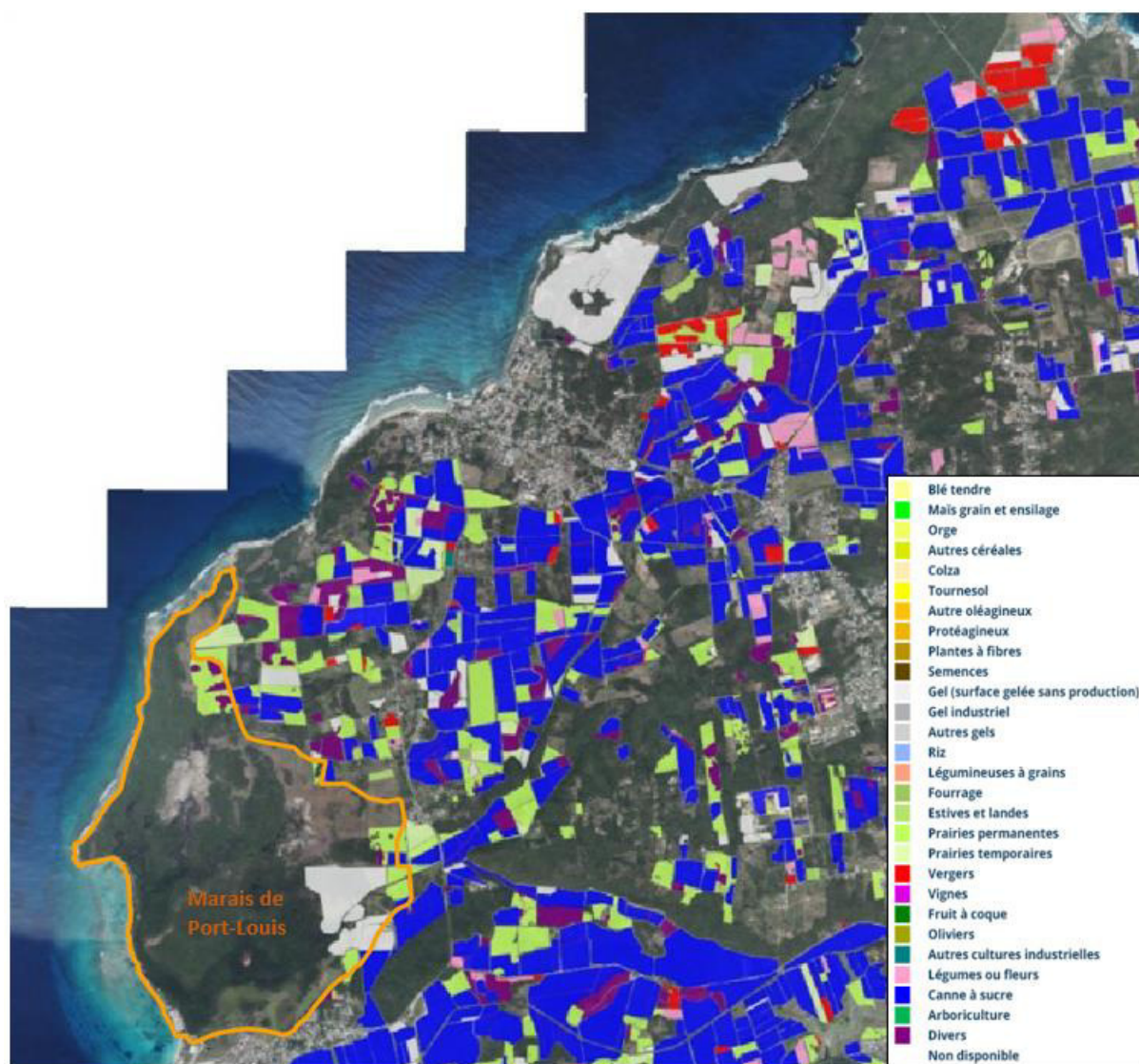


Figure 2 : Cartographie RPG 2022 (Géoportail)

4. Programme d'investigation prévisionnel

4.1. Station de prélèvements

Les 10 stations d'investigations prévisionnelles sont géoréférencées sur la carte ci-dessous (Figure 3). Elles sont listées et décrites dans le tableau 2. Leur descriptif est accompagné d'une photo de site.

Les stations sont réparties comme suit :

- 5 stations dans les limites du marais (2 aval, 1 intermédiaire, 2 amonts des marais)
- 3 stations dans la ravine Cassis (1 en limite des marais, 1 intermédiaire amont, 1 amont de la ravine)
- 2 stations dans des forages existants (1 en amont Nord, 1 en amont Est des marais)

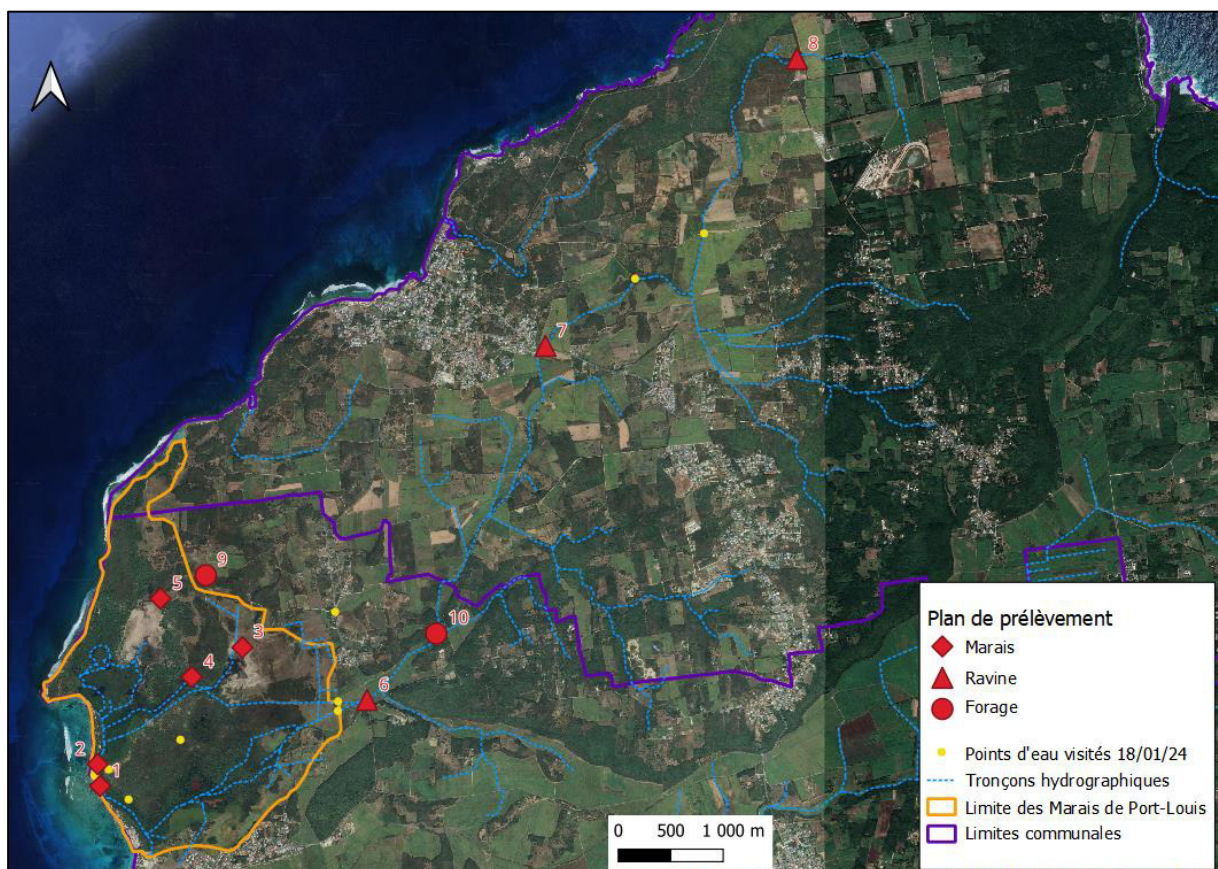


Figure 3 : Cartographie du programme d'investigation prévisionnel

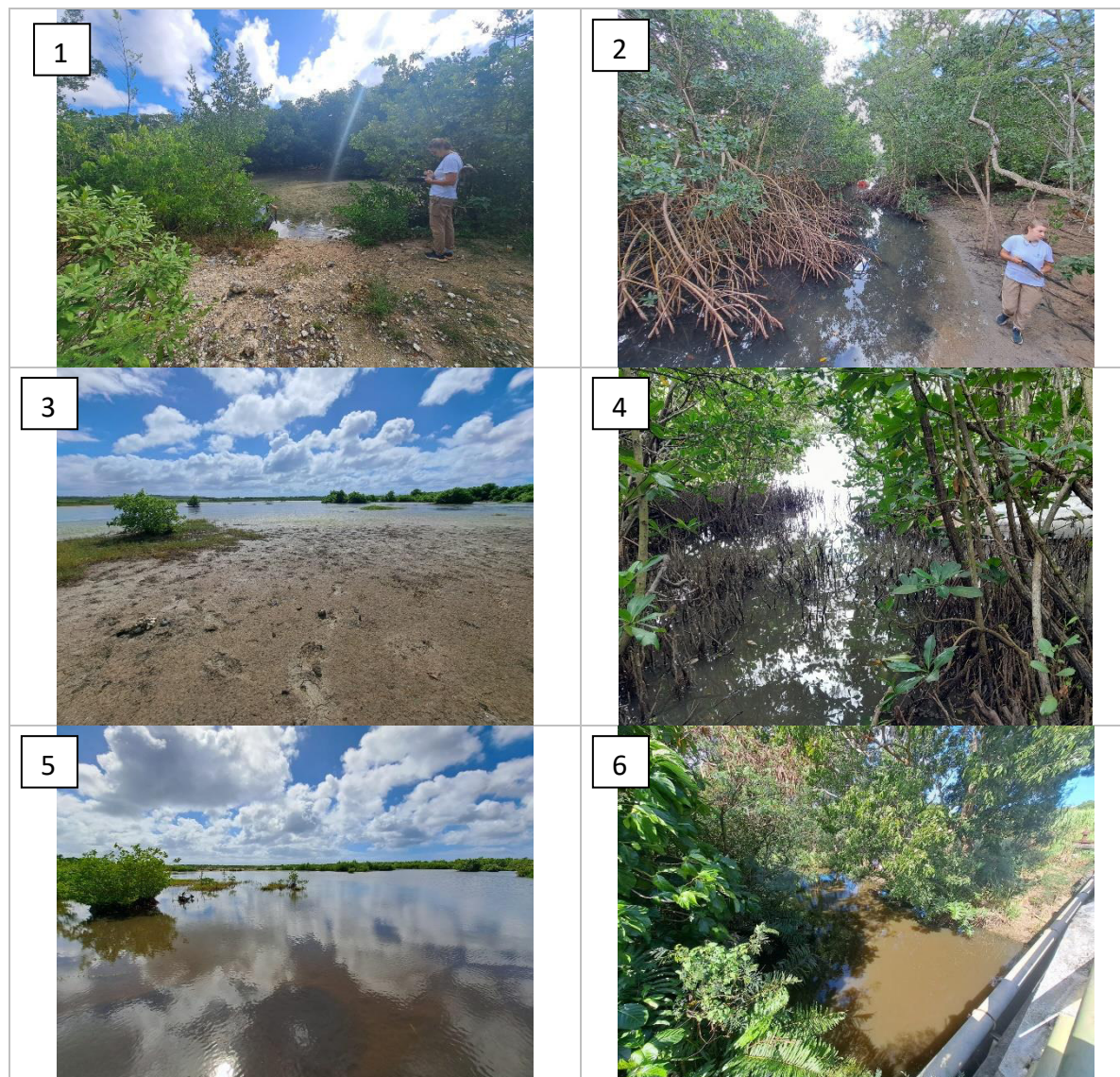
Tableau 2 : Description des sites d'investigation

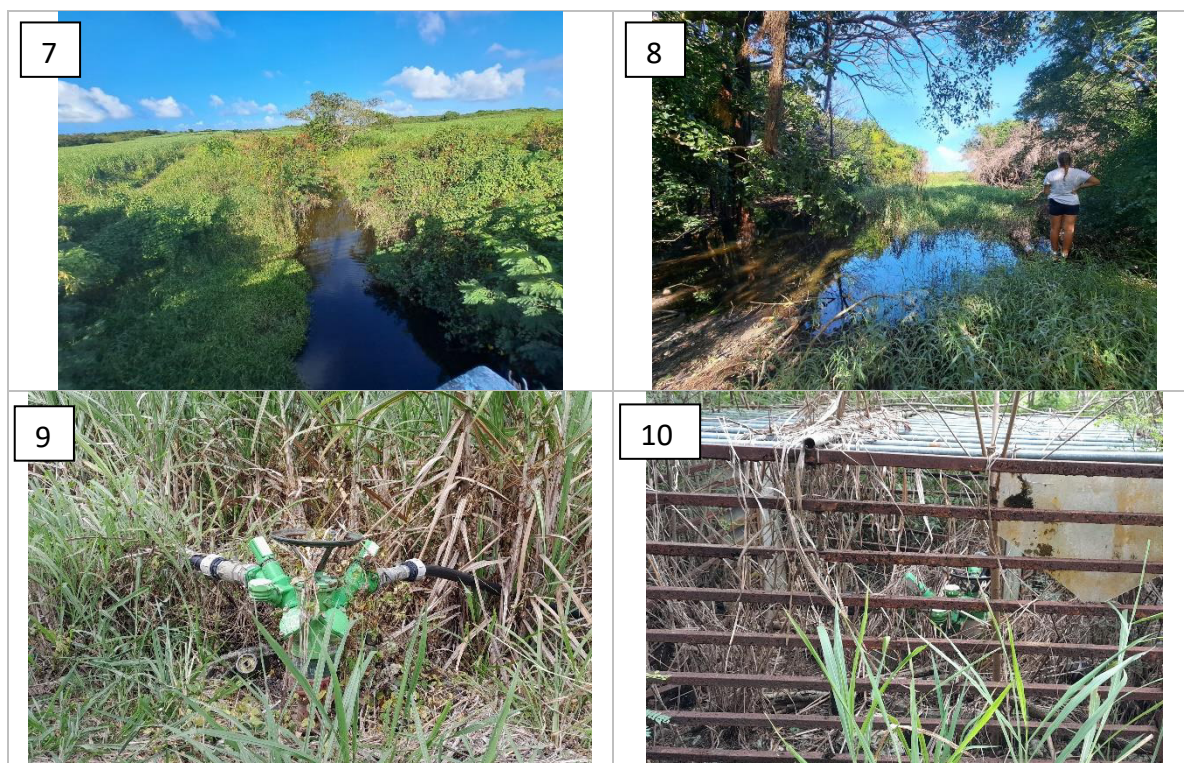
Milieu	N°	Désignation	Coordonnées (WGS84)	Description du site	Prélèvement
Marais	1	Digue ouest – Cordon sableux	X = 16,43007561 Y = -61,53633871	Plan d'eau en aval du marais Longe le cordon dunaire Facile d'accès	Direct – Perche de prélèvement
	2	Canal Desmarais	X = 16,43192888 Y = -61,53655919	Canal bordé de palétuviers et traversé par un caillebotis En amont immédiat de l'exutoire vers la mer Facile d'accès par les caillebotis	Direct – Perche de prélèvement
	3	Miroir de Chasse	X = 16,44192325 Y = -61,52363805	Plan d'eau en zone centre amont du site des marais Zone de chasse avec présence de résidus de cartouches de chasse Accès vaseux	Embarcation – Perche de prélèvement
	4	Plan d'eau palétuvier	X = 16,43940346 Y = -61,52815869	Plan d'eau en zone centrale du site des marais Difficile d'accès par une piste inondable et par la présence des palétuviers en bordure Zone d'intérêt car certainement utilisée pour la pêche (crabe / poisson)	Embarcation – Perche de prélèvement
	5	Plan d'eau nord	X = 16,44611015 Y = -61,53095576	Plan d'eau en zone nord amont du site des marais Accès vaseux	Direct – Perche de prélèvement
Ravines	6	Ravine Cassis RN6	X = 16,43743925 Y = -61,51251316	Accumulation d'eau au sein de la ravine Cassis sous le pont de la RN6, au niveau de la limite amont du marais Point de prélèvement dans le cadre du projet ChlEauTerre Végétation dense, berges accessibles	Direct – Perche de prélèvement
	7	Ravine Cassis – ouvrage RN8	X = 16,46771863 Y = -61,49658411	Accumulation d'eau au sein de la ravine Cassis sous le pont de la RN8, en amont du marais proche de la commune de Anse Bertrand Point de prélèvement dans le cadre du projet ChlEauTerre Accès par une trace au milieu des rangées de cannes, berges accessibles	Direct – Perche de prélèvement
	8	Ravine Cassis - Amont	X = 16,49227684 Y = -61,47413287	Mare d'eau en amont au nord (« secteur de départ des eaux ») Accessible par un chemin de terre au milieu des champs de canne	Direct – Perche de prélèvement
Eaux souterraines	9	Forage Nord	X = 16,4480285 Y = -61,52565541	Forage de prélèvement d'eau pour l'agriculture – Amont Nord des marais Accès facile	Direct – Sortie de Forage

Milieu	N°	Désignation	Coordonnées (WGS84)	Description du site	Prélèvement
	10	Forage Est	X = 16,44302257 Y = -61,50571827	Forage de prélèvement d'eau pour l'agriculture – Amont Est des marais Accès facile	Direct – Sortie de Forage

Un aperçu de chacun des sites de prélèvement est disponible dans le tableau-dessous. Les photos ont été prises lors de la campagne de terrain du 18 janvier 2024.

Tableau 3 : Photos des sites identifiés pour les prélèvements (janvier 2024)





4.2. Programme analytique

Le programme analytique eau, commun à l'ensemble des échantillons, est détaillé dans les deux tableaux ci-dessous. Globalement, il consiste en l'analyse de 4 groupes de paramètres :

- Mesures *in situ* ;
- Paramètres principaux (éléments majeurs, éléments azotés, matières en suspension) ;
- Eléments traces ;
- Micropolluants organiques.

Groupe de paramètres	Paramètres	Code sandre associé
Mesures In-situ	Température de l'air	1409
	Température de l'eau	1301
	pH	1302
	Conductivité électrique	1303
	Salinité	1842
	Potentiel d'oxydo-réduction	1330
	Oxygène dissous, concentration	1311
	Oxygène dissous, taux de saturation	1312
Paramètres principaux (éléments majeurs, composés azotés, matières en suspension)	Ammonium	1335
	Bicarbonate	1327
	Calcium	1374
	Carbonates	1328
	Carbone Organique Dissous (COD)	1841
	Chlorure	1337
	D.B.O.5	1313
	D.C.O	1314
	Magnésium	1372
	Matières en suspension	1305
	Nitrate	1340
	Nitrite	1339
	Phosphate	1433
	Phosphore total	1350
	Potassium	1367
	Silice dissoute	1342
	Sodium	1375
	Sulfate	1338
	Sulfures	1355
	Turbidité	1295
Éléments traces	Aluminium	1370
	Arsenic	1369
	Cadmium	1388
	Chrome	1389
	Cuivre	1392
	Fer	1393
	Manganèse	1394
	Mercure	1387
	Nickel	1386
	Plomb	1382
	Zinc dissous	1383

Liste des micropolluants organiques et codes SANDRE relatifs			
1161	1,2-dichloroéthane	62	HAP
		5537	Hexachlorocyclohexane
6870	2-[3-trifluorométhylphénoxy]nicotinamide	1200	Hexachlorocyclohexane alpha
1832	2-hydroxy-atrazine	1201	Hexachlorocyclohexane bêta
1212	2,4 MCPA	1202	Hexachlorocyclohexane delta
1141	2,4D	1203	Hexachlorocyclohexane gamma
6366	4-nonylphenol monoethoxylate	1673	Hexazinone
		2962	Hydrocarbures dissous
1903	Acétochlore	5350	Ibuprofène
6509	Acide perfluoro-decanoïque	1877	Imidaclopride
1688	Acronifène	1207	Isodrine
1101	Alachlore	1208	Isoproturon
1103	Aldrine	5353	Ketoprofène
1907	AMPA	1209	Linuron
1458	Anthracène	5374	Lorazepam
2013	Anthraquinone	1210	Malathion
1107	Atrazine	6755	Metformine
1109	Atrazine désopropyl	6695	Méthylparaben
1108	Atrazine déséthyl	1221	Métolachlore
1114	Benzène	6854	Métolachlore ESA
1119	Bifénox	6853	Métolachlore OXA
2766	Bisphenol A	1225	Métribuzine
7594	Bisphenol S	7140	Midazolam
1924	Butyl benzyl phthalate	1517	Naphtalène
5296	Carbamazépine	1462	n-Butyl Phthalate
6725	Carbamazépine époxyde	1958	Nonylphénols (4-nonylphénol)
1129	Carbendazime	5400	Noréthindrone
7527	Chlordécol	1959	Octylphénols (4-1,1',3,3'-tétraméthylbutylphénol)
1866	Chlordecone	6533	Ofloxacin
6577	Chlordecone-5b-hydro	1667	Oxadiazon
1464	Chlorfenvinphos	5375	Oxazepam
1955	Chloroalcane C10-C13	5354	Paracétamol
1083	Chlorpyrifos (éthylchlorpyrifos)	1148	para-para-DDT
1136	Chlortoluron	1888	Pentachlorobenzène
2879	Composés du tributylétain (Tributylétain cation)	1235	Pentachlorophénol
1935	Cybutryne	6219	Perchlorate
1140	Cyperméthrine	1709	Piperonyl butoxyde
7146	DDT total	6693	Propylparaben
1149	Deltaméthrine	1414	Propyzamide
6616	Di[2-éthylhexyle]-phthalate (DEHP)	2028	Quinoxylène
5372	Diazepam	1263	Simazine
1168	Dichlorométhane	2974	S-metolachlore
1170	Dichlorvos	6525	Sulfaméthazine
5349	Diclofénac	5356	Sulfaméthoxazole
1173	Dieldrine	1269	Terbutryne
1527	Diéthyl phthalate	1272	Tétrachloroéthylène
5325	Diisobutyl phthalate	1276	Tétrachlorure de carbone
1177	Diuron	1713	Thiabendazole
1743	Endosulfan	1774	Trichlorobenzène
1181	Endrine	1286	Trichloroéthylène
5396	Estrone	1135	Trichlorométhane
6644	Ethylparaben	6989	Triclocarban
1700	Fenpropidine	5430	Triclosan
1506	Glyphosate	1289	Trifluraline

	Substances de l'état chimique "matrice eau de surface"
	Polluants spécifiques "état écologique"
	Substances régionales pertinentes
	Autres produits phytosanitaires déjà détectés localement

4.3. Période de prélèvement

Les 10 stations ciblées feront l'objet d'un échantillonnage en période de carême (février-mars) et d'hivernage (septembre-octobre) respectivement (soit 2 campagnes de prélèvements consécutives, en basses et hautes eaux).

5. Méthodologie

Toutes les informations concernant les prélèvements seront consignées dans une fiche prévue à cet effet, comprenant notamment des renseignements sur la qualité de l'eau prélevée (couleur, turbidité), date et heure de l'échantillonnage, les paramètres in-situ (pH, température et conductivité) et les conditions météorologiques.

Afin de ne pas fausser les résultats analytiques, une vigilance toute particulière sera observée durant les opérations de conditionnement et de transport vers le laboratoire mandaté. Ainsi, ces opérations seront conformes aux guides de recommandations techniques d'AQUAREF pour la réalisation des opérations d'échantillonnage et d'analyse dans le cadre de la surveillance chimique des milieux aquatiques (port de gants, rinçage ou pas des flacons, respect du flaconnage, de la température de conservation des échantillons, du délai de livraison, etc.).

Les échantillons seront préparés et conditionnés dans les flaconnages adéquats fournis par le laboratoire d'analyses. Ils seront soigneusement identifiés. Dès conditionnement, les échantillons seront conservés à l'abri de la lumière et en atmosphère réfrigérée jusqu'au transfert au laboratoire d'analyses (glacières spécifiques avec packs réfrigérés et transporteur spécial pour minimiser les délais de livraison vers la France).

5.1. Mesures *in situ* et observations

Plusieurs étapes préalables aux prélèvements seront réalisées.

1. Remplissage de la fiche de prélèvement (AQUAREF)

Durant toute l'opération il faut bien penser à remplir la fiche de prélèvement et y indiquer :

- La date du prélèvement, l'heure, le lieu, le n° de projet, ...etc. ;
- La typologie du point de prélèvement (marécage, ruisseau, lac, etc.) ;
- Les dimensions du lieu de prélèvement ;
- L'aspect des bords de rive ;
- La tranche d'eau échantillonnée ;
- La couleur de l'eau, la présence ou non de matières en suspension dans l'eau ;
- Les paramètres physico-chimiques de l'eau.

2. Mesure des paramètres physico-chimiques

Pour réaliser les mesures, l'eau est prélevée dans un seau directement ou alors via un préleveur à usage unique (1 usage par point de prélèvement) puis un seau.

Les mesures physico-chimiques sont réalisées à l'aide d'une sonde multi-paramètres (calibrée). Plongée dans un seau. Ces paramètres sont :

- Le pH ;
- La température ;
- La conductivité ;
- Le potentiel d'oxydo-réduction ;
- L'oxygène dissous.

5.2. Prélèvement des échantillons d'eau

5.2.1. Prélèvement d'eau de surface dans les Marais et ravines

La méthode de prélèvement d'eaux de surface dépend de l'accessibilité au point d'eau.

Ils pourront être réalisés par :

- Prélèvement direct par immersion des flacons ;
- Prélèvement à la perche puis remplissage des flacons ;
- Depuis une embarcation.

Pour les eaux superficielles, si les berges sont accessibles et si le flacon de prélèvement ne contient pas d'additif, il sera rincé puis entièrement immergé dans l'eau. Le flacon, une fois rempli, sera bouché dans l'eau, afin d'éviter tout contact avec l'air. Dans le cas contraire, un préleveur à usage unique sera utilisé depuis la berge. Dans tous les cas, des précautions particulières seront prises par le technicien chargé du prélèvement : éviter le prélèvement de grosses particules (attention particulière sur les stations très peu profonde : miroir de chasse et plan d'eau Nord), prélever au centre du point d'eau (si possible), utilisation d'un gilet de sauvetage si nécessaire et en présence d'une autre personne.

Les quantités prélevées ainsi que le contenant dépendront des exigences du laboratoire.

5.2.2. Prélèvement d'eau souterraine – Forage existant

Plusieurs ouvrages de prélèvement et distribution d'eau souterraine ont été identifiés sur site. Dans un objectif de qualifications des eaux souterraines, l'analyse des eaux distribuées par ces ouvrages est prévue.

Il est envisagé de prélever en direct des ouvrages.

Dans cette démarche, un document officialisant les demandes de prélèvements (lettre de mission) par L'Office de l'Eau semble indispensable.

5.3. Conditionnement et expédition des échantillons

Les flacons doivent être soigneusement annotés (couvercle et flacons) et le code barre du laboratoire collé sur le flacon et sur la fiche de prélèvement correspondante.

Dans la mesure du possible et par mesure de sécurité (perte / casse d'échantillon durant le transport), des doublons des échantillons sont réalisés et conservés sur place.

Les flacons seront ensuite rangés dans la glacière adaptée, également transmise par le laboratoire et accompagnée de pains de glace frais.

Les échantillons contenant des composés organiques seront stockés dans la mesure du possible à 4°C environ, à l'abri de la lumière depuis le prélèvement jusqu'à l'analyse.

Le délai de livraison des échantillons au laboratoire sera inférieur à une semaine en ce qui concerne les paramètres organiques.

L'envoi ou la remise d'échantillons à un laboratoire s'accompagne toujours d'un document reprenant :

- Le numéro de projet concerné et le nom de la société,
- Le contact de la société,
- La liste des échantillons transmis.

Une copie du bordereau d'expédition de la glacière est conservée et permet de suivre son trajet jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

5.4. Analyse en laboratoire

Les analyses seront confiées au laboratoire d'analyse TERANA DRÔME en Hexagone, accrédité COFRAC. Les délais d'analyses, après réception des échantillons au laboratoire, sont de 5 à 7 jours en délai standard, selon les paramètres recherchés.

5.4.1. Eau souterraine et eau de surface

Les points suivants sont notés :

- Les méthodes analytiques sont présentées dans le **Tableau 4** ci-dessous ;
- Les seuils et unités sont présentés en **annexe 2** ;
- Le programme analytique pour les échantillons d'eau (souterraine et surface) est présenté dans le **Tableau 5** ci-dessous.

Tableau 4: Eaux (souterraines et de surface) : méthodes analytiques

Méthode	Description
CEA_M104	Méthode interne : dosage d'anions et de cations dissous par chromatographie ionique
CMM_M034	Méthode interne : Dosage par fluorescence atomique
CMO_MT02	Méthode interne: Extraction Liquide/Liquide et Dosage par Chromatographie Gaz (ECD, Spectrométrie de masse) et en Chromatographie Liquide (DAD, Fluorescence, Spectrométrie de masse)
CMO_MT04	Méthode Interne: Dosage par couplage Espace de tête (Statique ou dynamique)/Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse, FID)
CMO_MT15	Méthode interne: Extraction Liquide/Liquide et Dosage par Chromatographie Gaz (FID)
CMO_MT16	Méthode interne: Ethylation et Dosage par Chromatographie Gaz (PFDP, Spectrométrie de masse)
CMO_MT32	Méthode Interne: Dosage par couplage Espace de tête (Statique)/Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse)
CMO_MT43	Méthode interne: Extraction Liquide/Liquide et Identification par Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse) - Dosage par Chromatographie Gaz (Spectrométrie de masse) avec la CMO_MT02
CMO_MT50	Méthode interne: Injection directe de l'échantillon décanté et Dosage par Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
CMO_MT63	Méthode interne: Injection directe de l'échantillon décanté et Dosage par Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse)
CMO_MT73	Méthode interne: Injection directe de l'échantillon décanté et Dosage par Chromatographie Liquide (Spectrométrie de masse en tandem)
CMO_MT89	Méthode interne: Méthode de dosage en direct LC HRMS de micropolluants organiques dans les eaux après filtration
CMO_MT93	Analyse de composés organiques polaires par injection directe et IC-MSMS Electrode spécifique Electrode spécifique
ISO 15705	Détermination de l'indice de demande chimique en oxygène (ST-DCO) - Méthode à petite échelle en tube fermé
NF EN ISO 10304-1	Dosage des anions dissous par chromatographie des ions en phase liquide - Partie 1: Dosage du bromure, chlorure, fluorure, nitrate, nitrite, phosphate et sulfate
NF EN ISO 11885	Qualité de l'eau — Dosage par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-AES)
NF EN ISO 17294-2	Qualité de l'eau — Dosage par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS)
NF EN ISO 7027-1	Turbidité par Spectrométrie
NF EN ISO 9377-2	Détermination de l'indice hydrocarbure - Méthode par extraction au solvant et chromatographie en phase gazeuse

NF EN ISO 9963-1	Alcalinité par Volumétrie
NF EN 1484	Oxydation chimique et détection par Infra-Rouge
NF EN 1899-2	Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours (DBOn) - Méthode pour les échantillons non dilués
NF EN 872	Dosage des matières en suspension - Méthode par filtration sur filtre en fibres de verre (Filtre SODIPRO 1 µm)
NF ISO 15923-1	Détermination de paramètres sélectionnés par des systèmes d'analyse discrète - Partie 1 : Ammonium, nitrate, nitrite, chlorure, orthophosphate, sulfate et silicate par détection photométrique
NF T90-124	Détermination de l'indice hydrocarbure volatil - Méthode par chromatographie en phase gazeuse de l'espace de tête statique avec détection par ionisation de flamme

Tableau 5 : Eaux (souterraines et de surface) : programme analytique

Site	Marais			Ravine Cassis			Forage	
	5 échantillons d'eau de surface			3 échantillons d'eau de surface			2 échantillons d'eau souterraine	
Programme	Aval Marais	Intermédiaire Marais	Amont Marais	Limite Marais	Intermédiaire Ravine	Amont Ravine	Forage Nord	Forage Est)
Mesures <i>In situ</i>	2	1	2	1	1	1	1	1
Paramètres principaux (éléments majeurs, composés azotés, matières en suspension)	2	1	2	1	1	1	1	1
Eléments traces	2	1	2	1	1	1	1	1
Micropolluants organiques	2	1	2	1	1	1	1	1

5.4.2. Identification des échantillons

Les échantillons de seront nommés de la manière suivante :

- Eau de surface Marais – ESMx (ex ESM1)
- Eau de surface Ravine – ESRx (ex ESR1)
- Eau souterraine Forage – EFx (ex : EF1)

5.4.3. Exigence normative et limites

Si des non-conformités par rapport aux normes analytiques sont indiquées par le laboratoire dans les bordereaux des résultats d'analyse, Antea Group commentera ces non-conformités et indiquera l'incidence sur la fiabilité des résultats et donc de leur interprétation.

Pour le respect des délais d'analyse et de la température d'arrivée au laboratoire (généralement exigée inférieure à 8°C par les normes), Antea Group fournit d'ores et déjà les considérations suivantes :

- Compte-tenu de la logistique (transport depuis la Guadeloupe vers l'hexagone), il ne sera pas toujours possible d'assurer une température d'arrivée des échantillons au laboratoire à 8°C. Antea Group prendra toutefois le soin d'insérer un nombre suffisant des pains de glace dans les glacières.

Les analyses ponctuelles ne peuvent offrir une vision continue de l'état des marais.

Leur implantation et leur densité permettent d'avoir une vision représentative de l'état de la qualité de l'eau sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux prélèvements et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations.

Par ailleurs, le diagnostic rend compte de l'état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs anthropiques ou naturels (exemple : variation du niveau de la nappe liée à une saisonnalité) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA GROUP ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par ANTEA GROUP ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

ANTEA GROUP s'est engagée à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. ANTEA GROUP conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise ANTEA GROUP à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, ANTEA GROUP s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

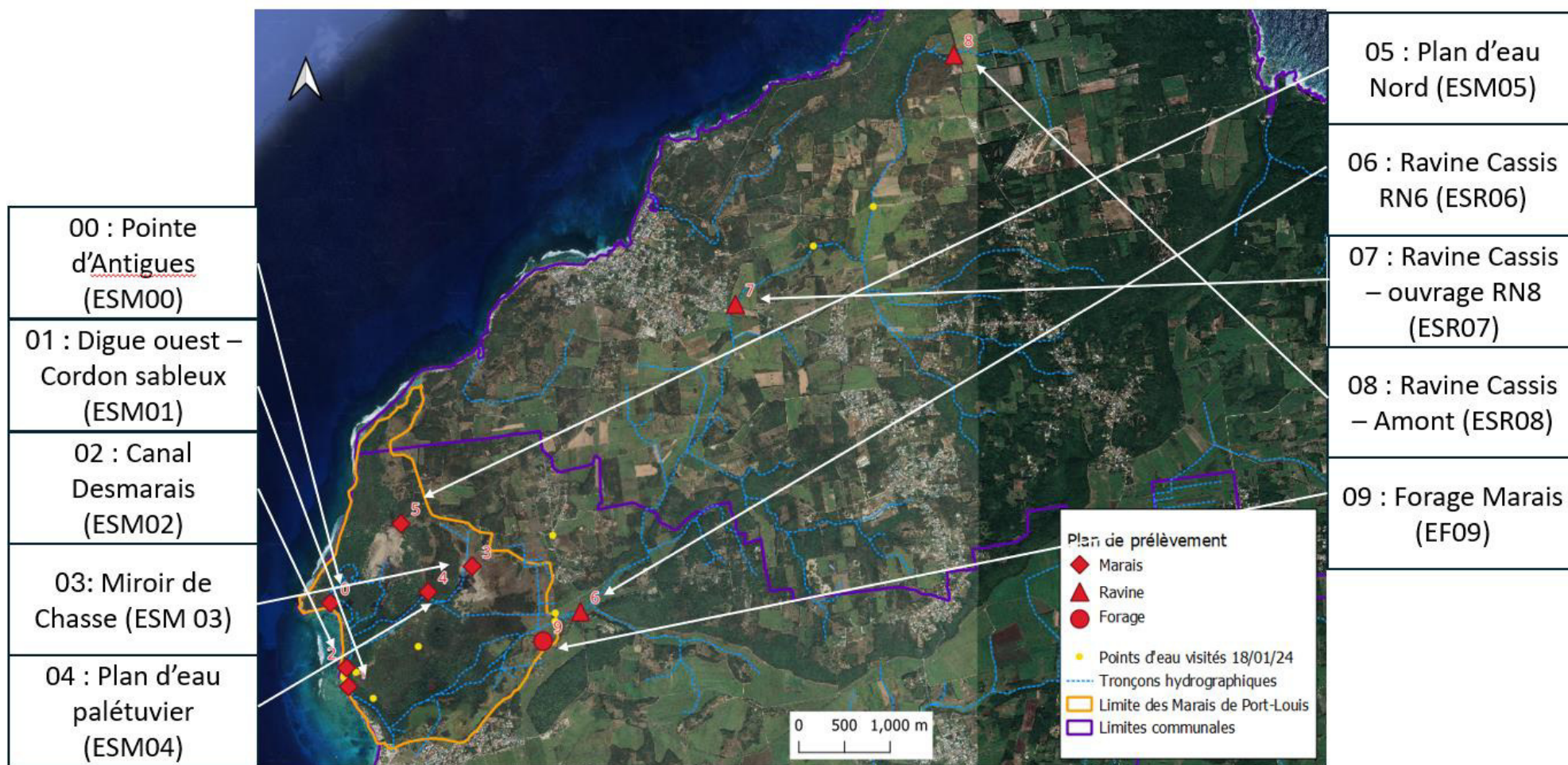
Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

ANNEXES

- Annexe I : Plan de situation des prélèvement
Annexe II : Seuils et unités des paramètre d'analyse

Annexe I : Plan de situation des prélèvements

Marais de Port-Louis, BV et investigations proposées



Annexe II : **Seuils et unités des paramètre d'analyse**

Matrice : Eaux souterraines

HYDROCARBURES TOTAUX INDICES - 2022				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
5935	Equivalent Essence (HSFID)	CMO_MT32	50	µg/L
6096	Equivalent Gas-oil (ou Fuel) (GCFID)	CMO_MT15	50	µg/L
5937	Equivalent Huiles Minérales (GCFID)	CMO_MT15	50	µg/L
7009	Equivalent hydrocarbures totaux (Calcul)	Calcul	50	µg/L
6097	Equivalent Pétrole (HSFID)	CMO_MT32	50	µg/L
5869	Equivalent White Spirit (HSFID)	CMO_MT32	50	µg/L
7007 (*)	Indice hydrocarbure (C10-C40) (GCFID)	NF EN ISO 9377-2	50	µg/L
7006	Indice hydrocarbure volatil (HSFIDINDLEGER)	NF T90-124	20	µg/L
Calcul (Calcul)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1327 (*)	Bicarbonates (Hydrogénocarbonates) (Calcul)	NF EN ISO 9963-1	24	mg(HCO3)/L
1328	Carbonates (Dissous) (Calcul)	Calcul	12	mg/L
1743	Endosulfan (Somme Alpha+Beta) - Calcul (Calcul)	Calcul	0.01	µg/L
2033	Hydrocarbures PolyAromatiques (Somme des 4) (Calcul)	Calcul	0.005	µg/L
3268	Somme des DDT (Calcul)	Calcul	0.010	µg/L
1774	Somme des Trichlorobenzènes (Isomères) (Calcul)	Calcul	0.2	µg/L
5537	Somme HCH (Calcul)	Calcul		µg/L
Calcul Silice (Calcul Silice)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1348	Silice dissous (SiO2) (Calcul Silice)	Calcul	0.11	mg(SiO2)/L
Chromatographie ionique (Chromatographie ionique)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1374 (*)	Calcium (Ca) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg/L
1337 (*)	Chlorures (Cl) (Chromatographie ionique)	NF EN ISO 10304-1	1	mg/L mg/L
1372 (*)	Magnésium (Mg) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg(N)/L
1340 (*)	Nitrates (Chromatographie ionique)	CEA_M104	0.11	mg(NO3)/L
1340 (*)	Nitrates (Chromatographie ionique)	CEA_M104	0.5	mg/L
1367 (*)	Potassium (K) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg/L
1375 (*)	Sodium (Na) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg(SO4)/L
1338 (*)	Sulfates (Chromatographie ionique)	NF EN ISO 10304-1	1	
Chromatographie ionique couplé à la spectrométrie de masse en				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1907 (*)	AMPA (IC-MSMS_GLY)	CMO_MT93CMO_MT93	0.030.03	µg/Lµg/L
DBOn (DBO)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1313 (*)	DBO 5 (DBO)	NF EN 1899-2	0.5	mg(O2)/L
DCO (DCO)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1314 (*)	DCO-ST (DCO)	ISO 15705	10	mg(O2)/L
Dosage du Carbone organique Total (NF EN 1484)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1841 (*)	Carbone organique dissous (Eau) COD (NF EN 1484)	NF EN 1484	0.1	mg(C)/L
Electrode spécifique sulfures (Electrode spécifique sulfures)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1355	Sulfures (S--) (Quantitatif) (Electrode spécifique sulfures)	Electrode spécifique	0.1	mg(S)/L
Espace de tête - MS (HSMS)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1114 (*)	Benzène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1135 (*)	Chloroforme (HSMS)	CMO_MT04		
1168 (*)	Dichlorométhane (HSMS)	CMO_MT04		
1272 (*)	Tétrachloroéthylène (HSMS)	CMO_MT04		
1276 (*)	Tétrachlorure de carbone (HSMS)	CMO_MT04		
1286 (*)	Trichloroéthylène (HSMS)	CMO_MT04		
1161 (*)	1,2 Dichloroéthane (HSMS)	CMO_MT04		
1630 (*)	1,2,3 Trichlorobenzène (HSMS)	CMO_MT04		
1283 (*)	1,2,4 Trichlorobenzène (HSMS)	CMO_MT04		
1629 (*)	1,3,5 Trichlorobenzène (HSMS)	CMO_MT04		
Fluorescence Atomique Vapeurs Froides (AFCV)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité

1387 (*)	Mercuré (Hg) (AFCV)	CMM_M034	0.015	µg/L
GC - ECD (GCECDCHLOROALCA)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1955 (*)	Chloroalcanes C10-C13 (GCECDCHLOROALCA)	CMO_MT02	10	µg/L
GC - PFPD (GCPFPD)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
2879 (*)	Tributylétain Cation (GCPFPD)	CMO_MT16	0.005	µg/L
GCMS (GCMS)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1958	4 Nonylphénols Ramifiés (GCMS)	CMO_MT02	0.040	µg/L
GCMS pour composés médicamenteux (GCMSMEDIC)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
5396	Estrone (GCMSMEDIC)	CMO_MT02CMO_MT02	0.010.01	µg/Lµg/L
5350	Ibuprofène (GCMSMEDIC)			
GCMSMS (GCMSMS)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1453 (*)	Acenaphtene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1622 (*)	Acenaphthylene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1903 (*)	Acetochlor (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1688 (*)	Aclonifen (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1101 (*)	Alachlore (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1103 (*)	Aldrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1458 (*)	Anthracene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
2013 (*)	Anthraquinone (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1082 (*)	Benzo (a) Anthracene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1115 (*)	Benzo (a) Pyrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1116 (*)	Benzo (b) Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1118 (*)	Benzo (ghi) Perylene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1117 (*)	Benzo (k) Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1924	Benzyl Butyl Phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02	0.5	µg/L
1119	Bifenox (GCMSMS)	CMO_MT02	0.04	µg/L
1464 (*)	Chlorfenvinphos (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1083 (*)	Chlorpyriphos Ethyl (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1476 (*)	Chrysene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1140	Cypermethrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1147 (*)	DDT 2,4' (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1148 (*)	DDT 4,4' (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1149	Deltamethrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1462	Di Butyl Phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02	1	µg/L
1527	Di Ethyl Phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02	0.5	µg/L
6616	Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate (DEHP) (GCMSMS)	CMO_MT02	1	µg/L
1621 (*)	Dibenzo (a,h) Anthracene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1170 (*)	Dichlorvos (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1173 (*)	Dieldrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
5325	Diisobutyl phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02		µg/L
1178 (*)	Endosulfan Alpha (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1179 (*)	Endosulfan Beta (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1181 (*)	Endrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1700	Fenpropidine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.05	µg/L
1191 (*)	Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1623 (*)	Fluorene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1200 (*)	HCH Alpha (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1201 (*)	HCH Beta (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1202 (*)	HCH Delta (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1203 (*)	HCH Gamma (Lindane) (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1673 (*)	Hexazinone (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1204 (*)	Indeno (1,2,3-cd) Pyrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1207 (*)	Isodrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1619 (*)	Methyl-2-Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1618 (*)	Methyl-2-Naphtalene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1517 (*)	Naphtalene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.01	µg/L

1959	Octylphenol para-tert (GCMSMS)	CMO_MT02	0.04	µg/L
1667 (*)	Oxadiazon (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1888 (*)	Pentachlorobenzene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1524 (*)	Phenanthrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1709	Piperonyl Butoxide (GCMSMS)	CMO_MT02	0.05	µg/L
1414 (*)	Propyzamide (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1537 (*)	Pyrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
2028 (*)	Quinoxifen (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1269 (*)	Terbutryne (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
5430	Triclosan (5-Chloro-2-Phenol) (GCMSMS)	CMO_MT02	0.1	µg/L
1289 (*)	Trifluraline (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
GCMSMS				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
2766	Bisphenol A (GCMSMSPHENANIL)	CMO_MT02	0.05	µg/L
7594	Bisphénol S (GCMSMSPHENANIL)	CMO_MT02		µg/L
1235 (*)	Pentachlorophenol (GCMSMSPHENANIL)	CMO_MT02	0.01	µg/kg MS
HPLCMS (HPLCMSNEG)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
7527 (*)	Chlordecol (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1866 (*)	Chlordécone (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.010	µg/L
6577	Chlordecone 5b Hydro (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.010	µg/L
1141 (*)	2,4-D (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1212 (*)	2,4-MCPA (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.020	µg/L
HPLCMS (HPLCMSPOS)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1129	Carbendazime (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1935	Cybuthrine (Irgarol) (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1877 (*)	Imidaclopride (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.050	µg/L
1210	Malathion (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.03	µg/L
1221 (*)	Métolachlore (R+S) (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1225 (*)	Métribuzine (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1263 (*)	Simazine (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.020	µg/L
1713	Thiabendazole (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
HPLCMS (HPLCMSRSDEPOS)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
6366	Nonylphénol Monoethoxylate (HPLCMSRSDEPOS)	CMO_MT02	0.1	µg/L
HPLCMS pour enantiomères (HPLCMSENANTMETODIMETHEBENAL)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
2974	S-Métolachlore (12% 1R 88% 1S) (HPLCMSENANTMETODIMETHEBENAL)	CMO_MT43	0.02	µg/L
HPLCMS pour perchlorates (HPLCMSPERCHLORA)		1		
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
6219 (*)	Perchlorates (HPLCMSPERCHLORA)	CMO_MT63	0.3	µg/L
HPLCMS pour perfluorés (HPLCMSPERFLUO)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
6509	Perfluorodecanoic Acid (PFDA) (HPLCMSPERFLUO)	CMO_MT50	0.1	µg/L
HPLCMSMS (HPLCMS_SHIMADZU)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
1107 (*)	Atrazine (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
1109 (*)	Atrazine Deisopropyl (DIA) (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
1108	Atrazine Desethyl (DEA) (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
1136	Chlortoluron (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
1177	Diuron (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.02	µg/L
1832 (*)	Hydroxyatrazine (Hydroxyatrazine (2 Hydroxy)) (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
1208	Isoproturon (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.01	µg/L
1209	Linuron (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
6644	Parabenethyl (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.01	µg/L
6695	Parabenmethyl (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.02	µg/L
6693	Propylparaben (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.02	µg/L
1263	Simazine (HPLCMS_SHIMADZU)	CMO_MT73	0.005	µg/L
LC HRMS (LC HRMS)				
Code sandre / Paramètre		Méthode	LQ	Unité
5296 (*)	Carbamazépine (LC HRMS)	CMO_MT89	0.005	µg/L
6725	Carbamazepine Epoxide (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L

5372	Diazepam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5349 (*)	Diclofenac (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5353	Ketoprofen (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5374	Lorazepam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6755	Metformine (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
7140	Midazolam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6533	Ofloxacin (LC HRMS)	CMO_MT89		µg/L
5375	Oxazepam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5354 (*)	Paracetamol (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6525 (*)	Sulfadimazine (Sulfamethazine ou Sulfadimidine) (LC HRMS)	CMO_MT89	0.005	µg/L
5356 (*)	Sulfamethoxazole (LC HRMS)	CMO_MT89	0.005	µg/L
6989	Triclocarban (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5400	19 Norethindrone (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6870	2-(3-Trifluoromethylphenoxy)Nicotinamide (Acide Niflumique) (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L

MES (NF EN 872)

Code sandre / Paramètre	Méthode	LQ	Unité
1305 (*) Matières en Suspension (MES) (NF EN 872)	NF EN 872	2	mg/L

métaux par ICP AES (ICPAES)

Code sandre / Paramètre	Méthode	LQ	Unité
1370 (*) Aluminium (Al) (ICPAES)	NF EN ISO 11885	5	µg(Al)/L
1393 (*) Fer (Fe) (ICPAES)	NF EN ISO 11885	5	µg(Fe)/L
1394 (*) Manganèse (Mn) (ICPAES)	NF EN ISO 11885	2	µg(Mn)/L
1350 Phosphore total (P) (ICPAES)	NF EN ISO 11885		mg(P)/L
5429 (*) Silicium dissous (Si) (ICPAES)	NF EN ISO 11885	0.025	mg(Si)/L
1383 (*) Zinc dissous(Zn) (ICPAES)	NF EN ISO 11885	2	µg(Zn)/L

métaux par ICP MS (ICPMS)

Code sandre / Paramètre	Méthode	LQ	Unité
1369 (*) Arsenic (As) (ICPMS)	NF EN ISO 17294-2	0.2	µg(As)/L
1388 (*) Cadmium (Cd) (ICPMS)	NF EN ISO 17294-2	0.025	µg/L
1389 (*) Chrome Total (Cr) (ICPMS)	NF EN ISO 17294-2	0.2	µg/L
1392 (*) Cuivre (Cu) (ICPMS)	NF EN ISO 17294-2	0.2	µg/L
1386 (*) Nickel (Ni) (ICPMS)	NF EN ISO 17294-2	0.2	µg/L
1382 (*) Plomb (Pb) (ICPMS)	NF EN ISO 17294-2	0.2	µg/L

Spectrométrie (Gallery)

Code sandre / Paramètre	Méthode	LQ	Unité
1335 (*) Ammonium (Gallery)	NF ISO 15923-1	0.05	mg(NH4)/L
1339 (*) Nitrites (Gallery)	NF ISO 15923-1	0.003	mg(N)/L
1339 (*) Nitrites (Gallery)	NF ISO 15923-1	0.01	mg(NO2)/L
1433 (*) Orthophosphates (Gallery)	NF ISO 15923-1	0.005	mg(P)/L
1433 (*) Orthophosphates (Gallery)	NF ISO 15923-1	0.015	mg(PO4)/L

TITROMETRIE (TITROMETRIE)

Code sandre / Paramètre	Méthode	LQ	Unité
1347 (*) Titre alcalimétrique complet (T.A.C.) (TITROMETRIE)	NF EN ISO 9963-1	2	Degré
1346 (*) Titre alcalimétrique (T.A.) (TITROMETRIE)	NF EN ISO 9963-1	2	Degré
1295 (*) Turbidité (TITROMETRIE)	NF EN ISO 7027-1	0.10	NFU

(*) : Le paramètre est accrédité selon cette méthode. L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

Dans le cas d'un prélèvement effectué par le demandeur, les prestations réalisées in situ (ex : température, pH, chlore, etc.) ne seront pas retranscrites dans le rapport d'analyses.

Note : Les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

Matrice : Eau superficielle

HYDROCARBURES TOTAUX INDICES - 2022

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
5935	Equivalent Essence (HSFID)	CMO_MT32	50	µg/L
6096	Equivalent Gas-oil (ou Fuel) (GCFID)	CMO_MT15	50	µg/L
5937	Equivalent Huiles Minérales (GCFID)	CMO_MT15	50	µg/L
7009	Equivalent hydrocarbures totaux (Calcul)	Calcul	50	µg/L
6097	Equivalent Pétrole (HSFID)	CMO_MT32	50	µg/L
5869	Equivalent White Spirit (HSFID)	CMO_MT32	50	µg/L
7007 (*)	Indice hydrocarbure (C10-C40) (GCFID)	NF EN ISO 937	50	µg/L
7006	Indice hydrocarbure volatil (HSFIDINDLEGER)	NF T90-124	20	µg/L
Calcul (Calcul)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1327 (*)	Bicarbonates (Hydrogénocarbonates) (Calcul)	NF EN ISO 996	24	mg/L
1328	Carbonates (Dissous) (Calcul)	Calcul	12	mg/L
1743	Endosulfan (Somme Alpha+Beta) - Calcul (Calcul)	Calcul	0.01	µg/L
2033	Hydrocarbures PolyAromatiques (Somme des 4) (Calcul)	Calcul	0.005	µg/L
3268	Somme des DDT (Calcul)	Calcul	0.01	µg/L
1774	Somme des Trichlorobenzènes (Isomères) (Calcul)	Calcul	0.2	µg/L
5537	Somme HCH (Calcul)	Calcul	0.01	µg/L
Calcul Silice (Calcul Silice)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1348	Silice dissous (SiO2) (Calcul Silice)	Calcul	0.05	mg(SiO2)/L
Chromatographie ionique (Chromatographie ionique)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1374 (*)	Calcium (Ca) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg/L
1337 (*)	Chlorures (Cl) (Chromatographie ionique)	NF EN ISO	1	mg/L
1372 (*)	Magnésium (Mg) (Chromatographie ionique)	10304-1	1	mg/L
1340 (*)	Nitrates (Chromatographie ionique)	CEA_M104	0.11	mg(N)/L
1340 (*)	Nitrates (Chromatographie ionique)	CEA_M104	0.5	mg(NO3)/L
1367 (*)	Potassium (K) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg/L
1375 (*)	Sodium (Na) (Chromatographie ionique)	CEA_M104	1	mg/L
1338 (*)	Sulfates (Chromatographie ionique)	NF EN ISO	10304-1	
Chromatographie ionique couplé à la spectrométrie de masse en				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1907 (*)	AMPA (IC-MSMS_GLY)	CMO_MT93CM	0.030.03	µg/Lµg/L
DBOn (DBO)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1313 (*)	DBO 5 (DBO)	NF EN 1899-2	0.5	mg(O2)/L
DCO (DCO)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1314 (*)	DCO-ST (DCO)	ISO 15705	10	mg(O2)/L
Dosage du Carbone organique Total (NF EN 1484)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1841 (*)	Carbone organique dissous (Eau) COD (NF EN 1484)	NF EN 1484	0.1	mg(C)/L
Electrode spécifique sulfures (Electrode spécifique sulfures)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1355	Sulfures (S--) (Quantitatif) (Electrode spécifique sulfures)	Electrode spéci	0.1	mg(S)/L
Espace de tête - MS (HSMS)				

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
-------------	--------------	---------	----	-------

1114 (*)	Benzène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1135 (*)	Chloroforme (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1168 (*)	Dichlorométhane (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1272 (*)	Tétrachloroéthylène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1276 (*)	Tétrachlorure de carbone (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1286 (*)	Trichloroéthylène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1161 (*)	1,2 Dichloroéthane (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1630 (*)	1,2,3 Trichlorobenzène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1283 (*)	1,2,4 Trichlorobenzène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
1629 (*)	1,3,5 Trichlorobenzène (HSMS)	CMO_MT04	0.2	µg/L
Fluorescence Atomique Vapeurs Froides (AFCV)				
Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1387 (*)	Mercuré (Hg) (AFCV)	CMM_M034	0.015	µg(Hg)/L
GC - ECD (GCECDCHLOROALCA)				
Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1955 (*)	Chloroalcanes C10-C13 (GCECDCHLOROALCA)	CMO_MT02	10	µg/L
GC - PFPD (GCPFPD)				
Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
2879 (*)	Tributylétain Cation (GCPFPD)	CMO_MT16	0.005	µg/L
GCMS (GCMS)				
Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1958	4 Nonylphénols Ramifiés (GCMS)	CMO_MT02	0.040	µg/L
GCMS pour composés médicamenteux (GCMSMEDIC)				
Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
5396	Estrone (GCMSMEDIC)	CMO_MT02CM	0.010.01	µg/Lµg/L
5350	Ibuprofène (GCMSMEDIC)			
GCMSMS (GCMSMS)				
Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1453 (*)	Acenaphtene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1622 (*)	Acenaphthylene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1903 (*)	Acetochlor (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1688 (*)	Aclonifen (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1101 (*)	Alachlore (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1103 (*)	Aldrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1458 (*)	Anthracene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
2013 (*)	Anthraquinone (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1082 (*)	Benzo (a) Anthracene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1115 (*)	Benzo (a) Pyrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1116 (*)	Benzo (b) Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1118 (*)	Benzo (ghi) Perylene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1117 (*)	Benzo (k) Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1924	Benzyl Butyl Phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02	0.5	µg/L
1119	Bifenox (GCMSMS)	CMO_MT02	0.04	µg/L
1464 (*)	Chlorfenvinphos (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1083 (*)	Chlorpyriphos Ethyl (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1476 (*)	Chrysene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1140	Cypermethrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1147 (*)	DDT 2,4' (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1148 (*)	DDT 4,4' (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1149	Deltamethrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1462	Di Butyl Phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02	1	µg/L
1527	Di Ethyl Phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02	0.5	µg/L
6616	Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate (DEHP) (GCMSMS)	CMO_MT02	1	µg/L
1621 (*)	Dibenzo (a,h) Anthracene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1170 (*)	Dichlorvos (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1173 (*)	Dieldrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.01	µg/L

5325	Diisobutyl phtalate (GCMSMS)	CMO_MT02		µg/L
1178 (*)	Endosulfan Alpha (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1179 (*)	Endosulfan Beta (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1181 (*)	Endrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1700	Fenpropidine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.05	µg/L
1191 (*)	Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1623 (*)	Fluorene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1200 (*)	HCH Alpha (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1201 (*)	HCH Beta (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1202 (*)	HCH Delta (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1203 (*)	HCH Gamma (Lindane) (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1673 (*)	Hexazinone (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1204 (*)	Indeno (1,2,3-cd) Pyrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1207 (*)	Isodrine (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1619 (*)	Methyl-2-Fluoranthene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.001	µg/L
1618 (*)	Methyl-2-Naphtalene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1517 (*)	Naphtalene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1959	Octylphenol para-tert (GCMSMS)	CMO_MT02	0.04	µg/L
1667 (*)	Oxadiazon (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1888 (*)	Pentachlorobenzene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1524 (*)	Phenanthrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
1709	Piperonyl Butoxide (GCMSMS)	CMO_MT02	0.05	µg/L
1414 (*)	Propyzamide (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1537 (*)	Pyrene (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L
2028 (*)	Quinoxifen (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
1269 (*)	Terbutryne (GCMSMS)	CMO_MT02	0.002	µg/L
5430	Triclosan (5-Chloro-2-Phenol) (GCMSMS)	CMO_MT02	0.1	µg/L
1289 (*)	Trifluraline (GCMSMS)	CMO_MT02	0.005	µg/L

GCMSMS

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
2766	Bisphenol A (GCMSMSPHENANIL)	CMO_MT02	0.05	µg/L
7594	Bisphénol S (GCMSMSPHENANIL)	CMO_MT02		µg/L
1235 (*)	Pentachlorophenol (GCMSMSPHENANIL)	CMO_MT02	0.01	µg/kg MS

HPLCMS (HPLCMSNEG)

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
7527 (*)	Chlordecol (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1866 (*)	Chlordécone (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.010	µg/L
6577	Chlordecone 5b Hydro (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.010	µg/L
1141 (*)	2,4-D (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1212 (*)	2,4-MCPA (HPLCMSNEG)	CMO_MT02	0.020	µg/L

HPLCMS (HPLCMSPOS)

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1129	Carbendazime (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1935	Cybuthrine (Irgarol) (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1877 (*)	Imidaclopride (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.050	µg/L
1210	Malathion (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.03	µg/L
1221 (*)	Métolachlore (R+S) (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.02	µg/L
1225 (*)	Métribuzine (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.01	µg/L
1263 (*)	Simazine (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.020	µg/L
1713	Thiabendazole (HPLCMSPOS)	CMO_MT02	0.02	µg/L

HPLCMS (HPLCMSRSDEPOS)

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
6366	Nonylphénol Monoethoxylate (HPLCMSRSDEPOS)	CMO_MT02	0.1	µg/L

HPLCMS pour enantiomères (HPLCMSSEANANTMETODIMETHEBENAL)

<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>
2974	S-Métolachlore (12% 1R 88% 1S) (HPLCMS _{ENANTMETODIMETHEBENAL})	CMO_MT43	0.02	µg/L
HPLCMS pour perchlorates (HPLCMS _{PERCHLORA})				
<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>
6219 (*)	Perchlorates (HPLCMS _{PERCHLORA})	CMO_MT63	0.3	µg/L
HPLCMS pour perfluorés (HPLCMS _{PERFLUO})				
<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>
6509	Perfluorodecanoic Acid (PFDA) (HPLCMS _{PERFLUO})	CMO_MT50	0.1	µg/L
HPLCMS _{SMS} (HPLCMS _{SHIMADZU})				
<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>
1107 (*)	Atrazine (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
1109 (*)	Atrazine Deisopropyl (DIA) (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
1108	Atrazine Desethyl (DEA) (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
1136	Chlortoluron (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
1177	Diuron (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.02	µg/L
1832 (*)	Hydroxyatrazine (Hydroxyatrazine (2 Hydroxy)) (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
1208	Isoproturon (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.01	µg/L
1209	Linuron (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
6644	Parabenethyl (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.01	µg/L
6695	Parabenmethyl (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.02	µg/L
6693	Propylparaben (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.02	µg/L
1263	Simazine (HPLCMS _{SHIMADZU})	CMO_MT73	0.005	µg/L
LC HRMS (LC HRMS)				
<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>
5296 (*)	Carbamazépine (LC HRMS)	CMO_MT89	0.005	µg/L
6725	Carbamazepine Epoxide (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5372	Diazepam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5349 (*)	Diclofenac (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5353	Ketoprofen (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5374	Lorazepam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6755	Metformine (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
7140	Midazolam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6533	Ofloxacin (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5375	Oxazepam (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5354 (*)	Paracetamol (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6525 (*)	Sulfadimerazine (Sulfamethazine ou Sulfadimidine) (LC HRMS)	CMO_MT89	0.005	µg/L
5356 (*)	Sulfamethoxazole (LC HRMS)	CMO_MT89	0.005	µg/L
6989	Triclocarban (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
5400	19 Norethindrone (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
6870	2-(3-Trifluoromethylphenoxy)Nicotinamide (Acide Niflumique) (LC HRMS)	CMO_MT89	0.01	µg/L
MES (NF EN 872)				
<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>
1305 (*)	Matières en Suspension (MES) (NF EN 872)	NF EN 872	2	mg/L
métaux par ICP AES (ICPAES)				
<i>Code sandre</i>	<i>/ Parametres</i>	<i>Méthode</i>	<i>LQ</i>	<i>Unité</i>

1370 (*)	Aluminium (Al) (ICPAES)	NF EN ISO 118 5	µg(Al)/L
1393 (*)	Fer (Fe) (ICPAES)	NF EN ISO 118 5	µg(Fe)/L
1394 (*)	Manganèse (Mn) (ICPAES)	NF EN ISO 118 2	µg(Mn)/L
1350	Phosphore total (P) (ICPAES)	NF EN ISO 11885	mg(P)/L
5429 (*)	Silicium dissous (Si) (ICPAES)	NF EN ISO 118 0.025	mg(Si)/L
1383 (*)	Zinc dissous(Zn) (ICPAES)	NF EN ISO 118 2	µg(Zn)/L

métaux par ICP MS (ICPMS)

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1369 (*)	Arsenic (As) (ICPMS)	NF EN ISO 172 0.2		µg/L
1388 (*)	Cadmium (Cd) (ICPMS)	NF EN ISO 172 0.2		µg/L
1389 (*)	Chrome Total (Cr) (ICPMS)	NF EN ISO 172 0.2		µg/L
1392 (*)	Cuivre (Cu) (ICPMS)	NF EN ISO 172 0.2		µg/L
	Nickel (Ni) (ICPMS)	NF EN ISO 172 0.2		µg/L
	Plomb (Pb) (ICPMS)	NF EN ISO 1729 0.2		µg/L

Spectrometrie (Gallery)

Code sandre	/ Parametres	Méthode	LQ	Unité
1335 (*)	Ammonium (Gallery)	NF ISO 15923-1 0.05		mg(NH4)/L
1339 (*)	Nitrites (Gallery)	NF ISO 15923-1 0.003		mg(N)/L
1339 (*)	Nitrites (Gallery)	NF ISO 15923-1 0.01		mg(NO2)/L
1433 (*)	Orthophosphates (Gallery)	NF ISO 15923-1 0.005		mg(P)/L
1433 (*)	Orthophosphates (Gallery)	NF ISO 15923-1 0.015		mg(PO4)/L

TITROMETRIE (TITROMETRIE)

Code sandre	/ Parametres		
1347 (*)	Titre alcalimétrique complet (T.A.C.) (TITROMETRIE)	NF EN ISO 996 2	Degré français
1346 (*)	Titre alcalimétrique (T.A.) (TITROMETRIE)	NF EN ISO 996 2	Degré français
1295(*)	Turbidité (TITROMETRIE)	NF EN ISO 702 0.10	NFU

(*) : Le paramètre est accrédité selon cette méthode. L'accréditation atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

Dans le cas d'un prélèvement effectué par le demandeur, les prestations réalisées in situ (ex : température, pH, chlore,

Annexe VIII : **Note de prospection des ouvrages souterrains**

Note bibliographique et de terrain



Marais de Port-Louis

Inventaires des ouvrages souterrains en Nord
Grande-Terre

Sommaire

1. Recueil de données bibliographiques.....	3
1.1. Contexte géologique et hydrogéologique.....	3
1.2. Inventaire bibliographique des forages en nord Grande Terre	4
2. Prospection sur le terrain	7

Table des figures

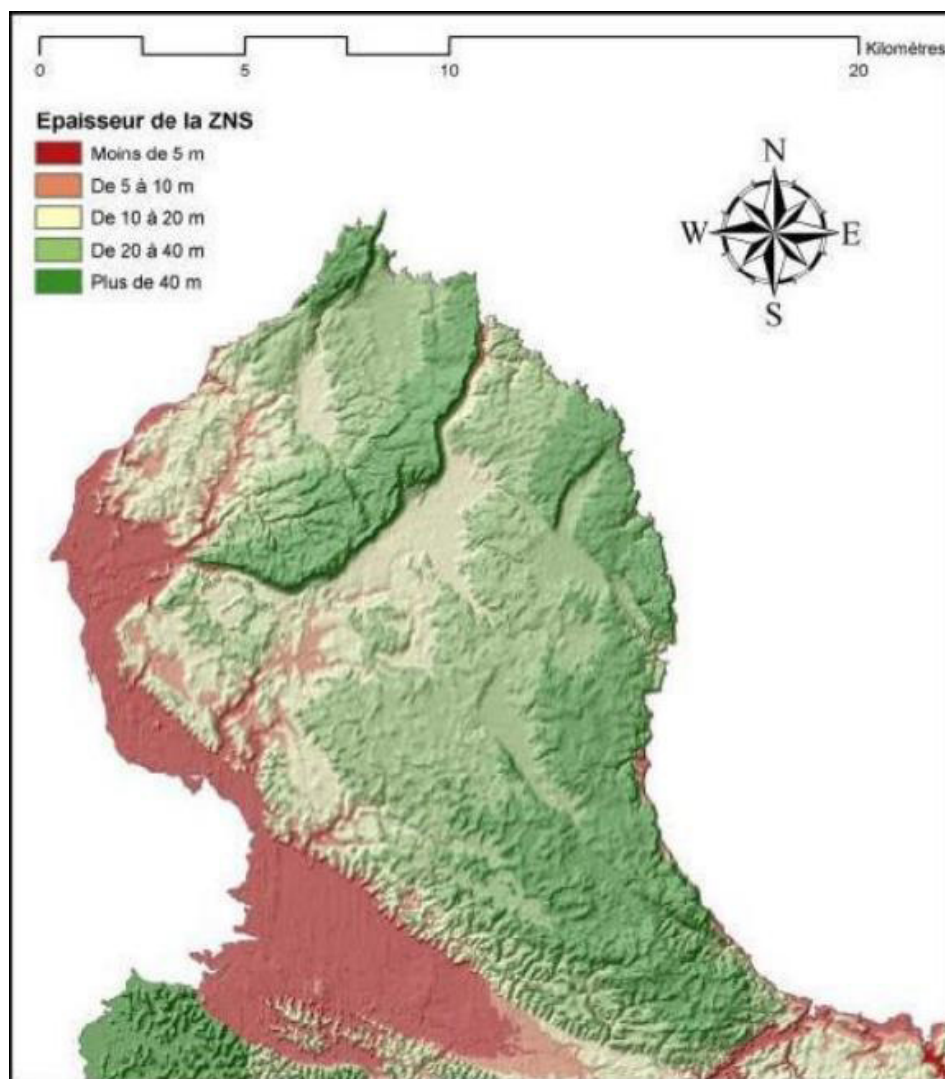
Figure 1 : Extrait de la carte d'état des ouvrages inventoriés et diagnostiqués en Grande-Terre (BRGM, 2015)	6
Figure 2 : Extrait de la carte représentant l'équipement et l'exploitation des ouvrages en Grande-Terre (BRGM, 2015)	6

1. Recueil de données bibliographiques

1.1. Contexte géologique et hydrogéologique

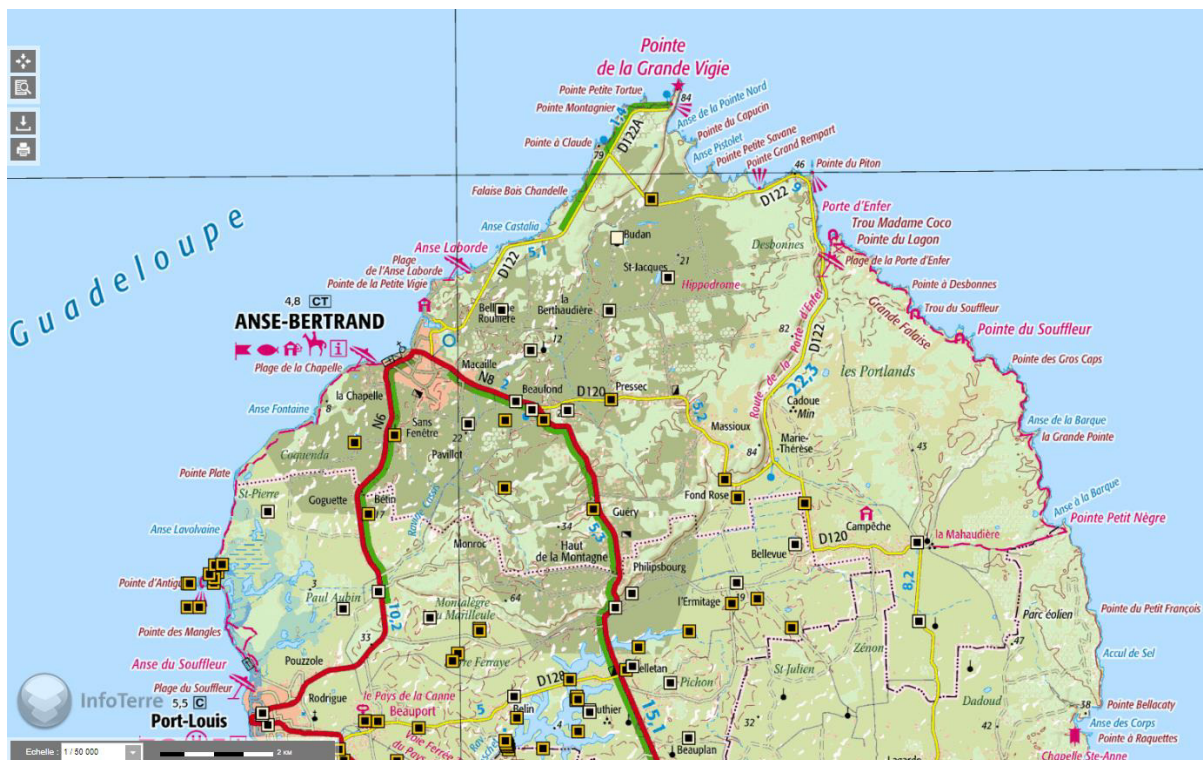
La géologie et l'hydrogéologie de la Grande Terre a été étudiée et détaillée dans de nombreux rapports du BRGM. Seront retenus les éléments suivants :

- La Grande-Terre correspond à une vaste plate-forme carbonatée d'âge Plio-Pléistocène, reposant sur un substratum volcanique d'âge miocène. Deux niveaux de calcaires sont superposés : les calcaires dits « supérieurs » et les calcaires dits « inférieurs » séparés par un niveau volcano-sédimentaire peu perméable. Les calcaires dits supérieurs constituent l'aquifère principal des plateaux du nord, en relation étroite avec le niveau marin (BRGM, 2015).
- Le secteur d'étude constitue une plaine piézométrique, où la surface de nappe y est relativement plate et basse (altitude dépassant rarement les 2 m NGG). L'écoulement souterrain se fait avec un gradient extrêmement faible (BRGM, 2015).
- Dans le cadre de l'étude de la vulnérabilité des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante par le BRGM en 2004, une cartographie de l'épaisseur de la zone non saturée a été réalisée. Elle a été calculée par la soustraction de la cote topographique de la zone d'étude et de la cote du toit de la nappe. En amont du marais, l'épaisseur de la ZNS atteint plus de 10 mètres. Elle est inférieure à 5 m au droit du marais.



1.2. Inventaire bibliographique des forages en nord Grande Terre

L'ensemble des forages recensés sur la base de données InfoTerre est recensé sur la cartographie ci-dessous.



Le rapport du BRGM de 2009, inventaire et évaluation des prélèvements non AEP sur les masses d'eau souterraine de Grande-Terre et de Marie-Galante, indique les éléments suivants.

Les prélèvements d'eau à usages agricoles et industriels étant moins bien connus, un inventaire a été effectué en 2015 à l'échelle de la Grande terre et de Marie Galante par le BRGM. Cet inventaire a été réalisé à partir d'informations recueillies auprès d'organismes privés et publics et à partir des données répertoriées dans la BSS.

En Grande-Terre, de nombreux forages non déclarés ont été repérés. Ceux-ci, réalisés de manière artisanale ne respectent pas ou partiellement les normes d'équipement. Le risque de contamination de la ressource en eau souterraine est alors exacerbé.

L'inventaire a permis d'intégrer 40 ouvrages non référencés à la BSS.

Le bilan des visites en termes d'état des ouvrages et de l'exploitabilité de ceux-ci est présenté ci-dessous.

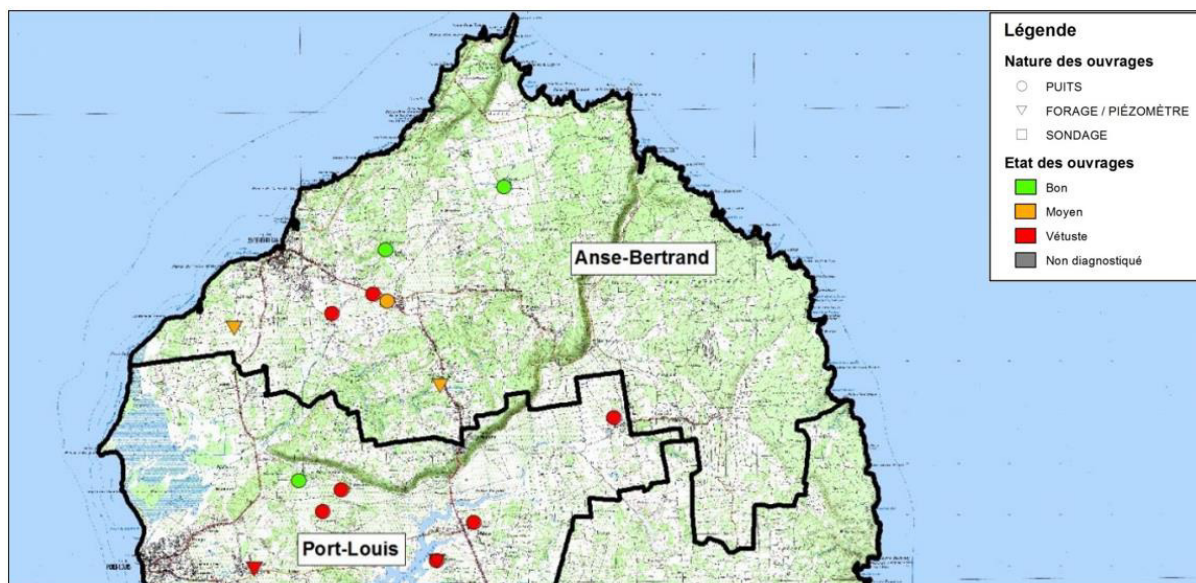


Figure 1 : Extrait de la carte d'état des ouvrages inventoriés et diagnostiqués en Grande-Terre (BRGM, 2015)

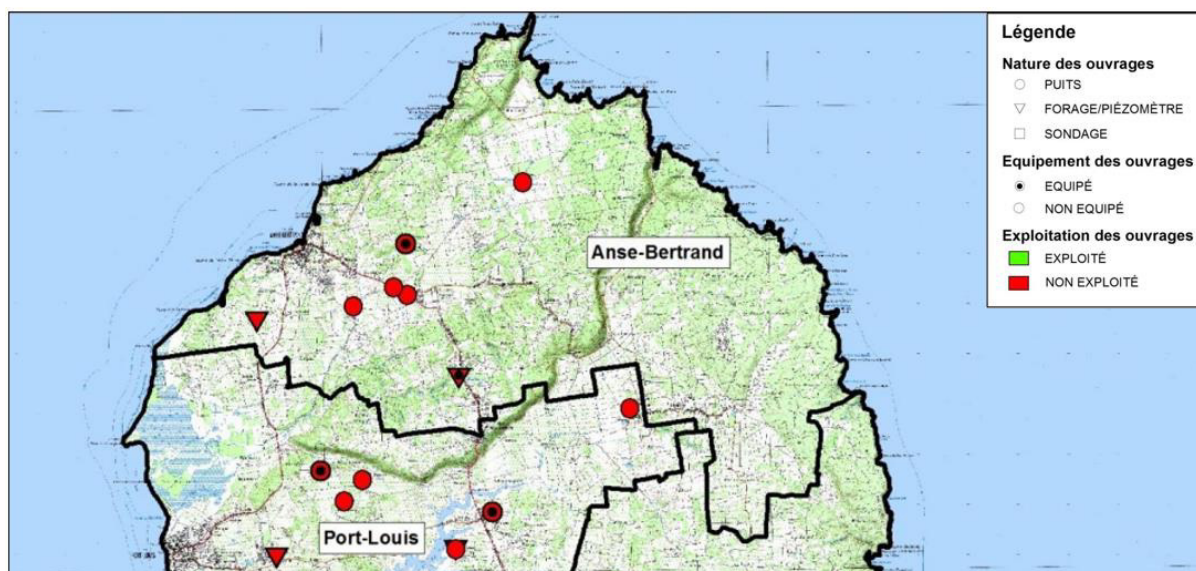
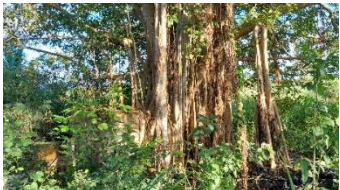


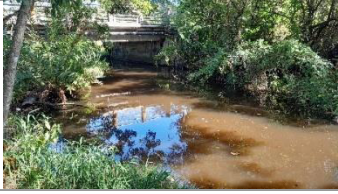
Figure 2 : Extrait de la carte représentant l'équipement et l'exploitation des ouvrages en Grande-Terre (BRGM, 2015)

En considérant le secteur amont des marais de Port-Louis, constituant son secteur d'alimentation, 8 ouvrages ont été relevés mais ont été diagnostiqués non exploités. Parmi eux, seulement 3 sont équipés.

- 6 Puits : dont 3 en bon état (dont 2 équipés), 1 en moyen état et 2 en état vétuste.
- 2 forages en état moyen, dont 1 équipé.

2. Prospection sur le terrain

Ouvrage	Etat	Photo environnement	Photo ouvrage
BSS002NGLR Puits spontané de quatimodo X = 16.43653774 Y = -61.51275598	Absence d'ouvrage		
BSS002NGLT Saint Pierre X = 16.44886124 Y = -61.53017492	Puits à sec		
BSS002NGLP Sans fenêtre X = 16.46037748 Y = -61.5100456	Inaccessible (Propriété privée)		
BSS002NGLQ Puits Betin X = 16.44838752 Y = -61.51425779	Inaccessible (Végétation)		
BSS002NGKU Puits le mercier X = 16.46202064 Y = -61.49837821	Puits à sec		
BSS002NGLA Forage le mercier X = 16.46251141 Y = -61.4925154	Absence d'ouvrage		
BSS002NGQD Piézomètre ravine Cassis X = 16.45220999 Y = -61.49268865	Inaccessible (végétation) Cf autre chemin d'accès ?		
BSS002NGRZ Puits Beau fond X = 16.46539136 Y = -61.49080343	Puits à sec		
BSS002NGLE 	Absence d'ouvrage	(à côté d'un ancien moulin)	

X = 16.4902167 Y = -61.47459742			
BSS002NGKY X = 16.48410336 Y = -61.46658627	Forage exploitable ?		 
BSS002NGKS Berthaudiere X = 16.47911028 Y = -61.47590205	Non visité		
BSS002NGKV Forage Beaufond X = 16.46255787 Y = -61.48642734	Absence d'ouvrage		
BSS002NGLY Piézomètre gouette X = 16.45929301 Y = -61.51637168			
Non référencé sur la BSS ?	Forage exploitable ?		



Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement
et de la valorisation des territoires



Références :



Portées
communiquées
sur demande

Annexe IX : Liste des paramètres analysés

- Liste "Paramètres généraux":

CODE SANDRE	PARAMETRE
1335	Ammonium
1327	Bicarbonates
1374	Calcium (Ca)
1328	Carbonates (Dissous)
1841	Carbone organique dissous (Eau) COD
1337	Chlorures
1313	DBO 5
1314	DCO-ST
1372	Magnesium (Mg)
1305	Matieres en Suspension
1340	Nitrates
1339	Nitrites
1433	Orthophosphates
6219	Perchlorates
1350	Phosphore (P)
1350	Phosphore total (P)
1367	Potassium (K)
1348	Silice dissous (SiO ₂)
1375	Sodium (Na)
1338	Sulfates
1355	Sulfures
1346	Titre alcalimétrique (T,A,)
1347	Titre alcalimétrique complet (T,A,C,)
1295	Turbidite

- Liste "Éléments traces"

CODE SANDRE	PARAMETRE
1370	Aluminium (Al)
1369	Arsenic (As)
1388	Cadmium (Cd)
1389	Chrome Total (Cr)
1392	Cuivre (Cu)
1393	Fer (Fe)
1372	Magnesium (Mg)
1394	Manganese (Mn)
1387	Mercure (Hg)
1386	Nickel (Ni)
1382	Plomb (Pb)
5429	Silicium dissous (Si)
1383	Zinc dissous (Zn)

Liste molécule recherchée

CODE SAND	PARAMETRE
1161	1,2 Dichloroethane
1630	1,2,3 Trichlorobenzene
1283	1,2,4 Trichlorobenzene
1629	1,3,5 Trichlorobenzene
5400	19 Norethindrone
6870	2-(3-Trifluoromethylphenoxy)Nicotinamide (Acide Niflumique)
1147	2,4' DDT
1141	2,4-D
1212	2,4-MCPA
1619	2-Methyl Fluoranthene
1618	2-Methyl Naphtalene
1958	4 Nonylphenols Ramifies
1148	4,4' DDT
1453	Acenaphtene
1622	Acenaphtylene
1903	Acetochlor
1688	Acionifen
1101	Alachlore
1103	Aldrine
1907	AMPA
1458	Anthracene
2013	Anthraquinone
1107	Atrazine
1109	Atrazine Deisopropyl (DIA)
1108	Atrazine Desethyl (DEA)
1114	Benzene
1082	Benzo (a) Anthracene
1115	Benzo (a) Pyrene
1116	Benzo (b) Fluoranthene
1118	Benzo (ghi) Perylene
1117	Benzo (k) Fluoranthene
1924	Benzyl Butyl Phtalate
1119	Bifenox
2766	Bisphenol A
7594	Bisphenol S
5296	Carbamazepine
6725	Carbamazepine Epoxide
1129	Carbendazime
7527	Chlordecol
1866	Chlordecone
6577	Chlordecone 5b Hydro
1464	Chlorfenvinphos
1955	Chloroalcane C10-C13
1135	Chloroforme
1083	Chlorpyrifos Ethyl
1136	Chlortoluron
1476	Chrysene
1935	Cybuthrine (Irgarol)
1140	Cypermethrine
1149	Deltamethrine
6616	Di (2 Ethyl Hexyl) Phtalate (DEHP)
5372	Diazepam
1621	Dibenzo (a,h) Anthracene
1168	Dichloromethane
1170	Dichlorvos
5349	Diclofenac
1173	Dieldrine
1527	Diethyl Phtalate
5325	Diisobutyl phtalate
1177	Diuron
1743	Endosulfan (somme des isomeres alpha et beta)
1178	Endosulfan Alpha
1179	Endosulfan Beta
1181	Endrine
5935	Equivalent Essence
6096	Equivalent Gazole
5937	Equivalent Huiles Minerale
7009	Equivalent hydrocarbures totaux
6097	Equivalent Petrole
5869	Equivalent White Spirit
5396	Estrone

1700	Fenpropidine
1191	Fluoranthene
1623	Fluorene
1506	Glyphosate
1200	HCH Alpha
1201	HCH Beta
1202	HCH Delta
1203	HCH Gamma (Lindane)
1673	Hexazinone
1832	Hydroxyatrazine (Hydroxyatrazine (2 Hydroxy))
5350	Ibuprofene
1877	Imidaclopride
1204	Indeno (1,2,3-cd) Pyrene
7007	Indice hydrocarbure (C10-C40)
7006	Indice hydrocarbure volatil
1207	Isodrine
1208	Isoproturon
5353	Ketoprofen
1209	Linuron
5374	Lorazepam
1210	Malathion
6755	Metformine
1221	Metolachlore (R+S)
1225	Metribuzine
7140	Midazolam
1517	Naphtalene
1462	n-Butyl Phtalate (Dibutyl phthalate)
6366	Nonylphenol Monoethoxylate
1959	Octylphenol para-tert
6533	Ofloxacin
1667	Oxadiazon
5375	Oxazepam
6644	Parabenethyl
6695	Parabenmethyl
5354	Paracetamol
1888	Pentachlorobenzene
1235	Pentachlorophenol
6509	Perfluorodecanoic Acid (PFDA)
1524	Phenanthrene
1709	Piperonyl Butoxide
6693	Propylparaben
1414	Propyzamide
1537	Pyrene
2028	Quinoxifen
1263	Simazine
2974	S-Metolachlore (12% 1R 88% 1S)
2033	Somme des 4 HAPs
3268	Somme des DDT
1774	Somme des Trichlorobenzenes (Isomeres)
5537	Somme HCH
6525	Sulfamethazine
5356	Sulfamethoxazole
1269	Terbutryne
1272	Tetrachloroethylene
1276	Tetrachlorure de carbone
1713	Thiabendazole
2879	Tributyletain Cation
1286	Trichloroethylene
6989	Triclocarban
5430	Triclosan
1289	Trifluraline

Annexe X : Texte en vigueur utilisé pour caractériser la qualité des eaux du bassin versant

Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

Arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) dans le cadre de la DCE (février 2018, Ifremer, AFB)

Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau) Décembre 2023

Arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'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.

Guide eau sout

Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Annexe II concernant les limites de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R. 1321-7 (II), R. 1321-17 ET R. 1321-38 À R. 1321-42

Ratsimihara T., Ducreux L., Clair L. et Pinson S. 2014 – Etude des fonds géochimiques des eaux souterraines et des cours d'eau de Guadeloupe. Rapport final. BRGM/RP-63817-FR, 86p., 18ill., 13 tab., 7 ann.



Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement
et de la valorisation des territoires



Références :



Portées
communiquées
sur demande