

Document public



Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2008 – Analyse des évolutions observées

Rapport final

BRGM/RP-56638-FR

Février 2009







Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2008 – Analyse des évolutions observées

Rapport final

BRGM/RP-56638-FR
Février 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2008 EAUD10

A. Brugeron
Avec la collaboration de
B. Vittecoq

Vérificateur :

Nom : N. Baran, L. Gourcy

Date : 06/02/2009

Approbateur :

Nom : JP. Comte

Date : 17/02/2009

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Martinique, DOM, réseau de surveillance, DCE, qualité, eau souterraine, physico-chimie, éléments majeurs, micropolluants minéraux, micropolluants organiques, produits phytosanitaires

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

Brugeron A., Vittecoq B. (2009) – Contrôle de surveillance de la qualité des eaux souterraines de la Martinique – saison sèche 2008 – Analyse des évolutions observées. BRGM/RP-56638-FR.

© BRGM, 2008, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La campagne d'analyse de saison sèche 2008 a été menée dans le cadre du réseau de **contrôle de surveillance qualitatif des eaux souterraines**. Ce réseau, dressé selon les exigences de la DCE (article 8 – 2000/60/CE) comporte 18 sites (3 sources et 15 forages et piézomètres). Deux sites sont également suivis au titre du contrôle opérationnel. Toutes les analyses ont été effectuées auprès du laboratoire « Métrologie Monitoring et Analyses » du BRGM, accrédité COFRAC. Ces analyses, moins nombreuses que celles de l'analyse photographique de 2007, concernent néanmoins un nombre important de paramètres, destinés à fournir l'état le plus exhaustif possible de la qualité des eaux souterraines. Ainsi, les analyses ont concerné les paramètres physico-chimiques des eaux, les teneurs en éléments majeurs, en matières organiques, les matières en suspension, les paramètres de minéralisation et de salinité, les composés azotés, les micropolluants minéraux et les pesticides.

L'état qualitatif des eaux souterraines de Martinique a ainsi été dressé. D'un point de vue physico-chimique, les eaux analysées sont souvent pauvres en oxygène dissous et présentent des températures supérieures à 25°C. Le pH des eaux est très proche de la neutralité sur l'ensemble des sites du réseau. Aucun site ne se différencie de manière notable concernant les paramètres physico-chimiques.

Aucune variation significative n'est à signaler entre les analyses de 2007 et celles de saison sèche 2008. D'importantes teneurs **en chlorures** sont observées dans le sud de l'île (pics de concentration sur les sites de Rivière Pilote et des Trois Ilets). De même, **1/3 des sites présente toujours des teneurs en nitrates révélatrices d'une contamination d'origine anthropique** (supérieures à 20 mg/l). **Le site de Rivière Falaise** (commune de Basse Pointe) **a d'ailleurs atteint pour la première fois la norme de qualité de 50 mg/l fixée par la Directive Cadre**.

Concernant les teneurs en matières organiques oxydables, le site du Diamant qui présentait de fortes teneurs (17 mg/l puis 8 mg/l en 2 campagnes de 2007) est revenu à une valeur nettement inférieure de 2 mg/l. A contrario, les teneurs des sites de Fond Canal (commune du Carbet) et de Vert Pré (commune du Robert) sont en augmentation, dépassant le seuil indicatif de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine. Pour ces deux sites, d'autres indicateurs de conditions réductrices liées à la présence de cette matière organique sont observables : des teneurs élevées en COD, en fer total (respectivement 18,1 et 33,8 mg/l), en manganèse total (respectivement 700 et 900 µg/l) et **en ammonium pour Vert Pré avec une teneur de 2,1 mg/l, 4 fois supérieure à la norme DCE de 0,5 mg/l**.

Des teneurs importantes en éléments traces métalliques (arsenic, fer et manganèse) sont à signaler sur de nombreux sites du réseau. Pour l'arsenic, une teneur importante de 59 µg/l a été détectée sur le site de l'Anse Charpentier à Marigot (teneur supérieure à la valeur du seuil provisoire de la DCE fixé à 10 µg/l - Circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006).

Les concentrations en **produits phytosanitaires (notamment pour des molécules les plus rémanentes : Chlordécone, beta HCH et Dieldrine) dépassent la norme DCE pour 7 stations** (dont 6 sont dans les masses d'eau Nord et Nord Atlantique). Il faut également noter que le beta HCH a été détecté sur 16 sites sur les 20 analysés au cours de cette campagne. De plus, **la part des herbicides retrouvés est en net diminution** (15 fois détecté en saison sèche 2007 contre 6 fois en saison sèche 2008). Le glyphosate (herbicide) et l'AMPA (son métabolite de dégradation) n'ont plus été détectés lors de cette campagne de saison sèche 2008.

Les eaux souterraines de Martinique présentent un état chimique souvent altéré par la présence de pesticides (80 % des points du réseau ont relevé leur présence). Néanmoins, la campagne de saison sèche 2008 révèle une nette diminution du pourcentage de sites en mauvais état d'un point de vue produits phytosanitaires (35% par rapport aux 7 dernières campagnes (toutes supérieures à 50%).

Tous produits confondus, le nombre de points en mauvais état est passé de 76 % en saison sèche 2007 à 56% en saison des pluies 2007 et à 28% en saison sèche 2008. Cette tendance reste à confirmer lors des prochaines campagnes.

A ce jour, une minorité de paramètres analysés disposent de valeurs seuils définies conformément à la DCE et à sa directive fille 2006/118/CE. En effet, l'échéance prévue par cette dernière pour l'établissement de valeurs seuils par masse d'eau est fin 2008. Des normes de qualité sont présentées d'une manière générale dans l'Annexe 1 de la directive fille 2006/118/CE et dans l'Annexe 4 de la circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006.

Par conséquent, les normes de qualités employées pour caractériser l'état chimique des masses d'eau souterraine en Martinique seront celles définies pour les nitrates et les pesticides. Les autres éléments seront étudiés à l'aide des valeurs seuils provisoires de la directive fille (Circulaire DCE 2006/18) et des seuils appliqués pour les eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007), sans toutefois constituer des paramètres déclassant pour les masses d'eau concernées. Dans ce contexte, une mise à jour de l'évaluation du bon état chimique au regard des paramètres autres que nitrates et pesticides sera nécessaire en 2009, une fois les valeurs seuils de la DCE définies.

Sommaire

1. Introduction	13
1.1. LE RESEAU DCE.....	14
1.2. PARAMETRES ANALYSES.....	17
1.3. SEUILS ET VALEURS GUIDES.....	18
1.4. PLUVIOMETRIE DEPUIS 1998.....	19
2. Résultats et interprétations	21
2.1. PHYSICO-CHIMIE IN SITU.....	21
2.1.1. Température.....	21
2.1.2. Conductivité	23
2.1.3. pH	26
2.1.4. Oxygène dissous.....	27
2.2. ELEMENTS MAJEURS	29
2.2.1. Contrôle de la cohérence des analyses.....	29
2.2.2. Diagramme de Piper	31
2.2.3. Chlorures (Cl ⁻)	31
2.2.4. Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	36
2.2.5. Sulfates (SO ₄ ²⁻)	37
2.2.6. Calcium (Ca ²⁺).....	39
2.2.7. Magnésium (Mg ²⁺).....	40
2.2.8. Sodium (Na ⁺).....	41
2.2.9. Potassium (K ⁺)	42
2.3. MATIERES ORGANIQUES OXYDABLES.....	43
2.3.1. Oxydabilité au permanganate à chaud en milieu acide.....	43
2.3.2. Carbone organique dissous (COD)	45
2.4. FER TOTAL	46
2.5. MANGANESE TOTAL.....	48
2.6. SILICIUM (H ₄ SiO ₄).....	49
2.7. COMPOSES AZOTES	50

2.7.1. Nitrates (NO ₃ ⁻)	50
2.7.2. Ammonium (NH ₄ ⁺)	55
2.8. MICROPOLLUANTS MINERAUX.....	57
2.8.1. Méthodologie.....	57
2.8.2. Synthèse des micropolluants minéraux détectés en saison sèche 2008.	58
2.9. PRODUITS PHYTOSANITAIRES.....	65
3. Synthèse des résultats au titre de la DCE	91
3.1. ETAT DES MASSES D'EAU SELON LES PRESCRIPTIONS DE LA DCE EN SAISON SECHE 2008.....	91
3.2. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN SAISON SECHE 2008	94
3.2.1. Depuis la mise en place du réseau DCE (2007)	94
3.2.2. Depuis l'existence d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines en Martinique (2004)	95
4. Conclusion.....	101
5. Bibliographie	103

Liste des illustrations

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées depuis 2004.....	14
Illustration 2 : Liste des sites du réseau DCE. Les points N4 et C1 sont suivis uniquement au titre du contrôle opérationnel anticipé, les autres au titre du contrôle de surveillance.....	15
Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau DCE en 2008, les points N4 et C1 surlignés en jaune sont suivis uniquement au titre du contrôle opérationnel anticipé.....	16
Illustration 4 : Catégories de paramètres analysés à l'issue de la campagne saison sèche 2008	17
Illustration 5: Cumuls pluviométriques en fonction des saisons.....	19
Illustration 6 : Températures relevées in situ lors des campagnes de 2007 et celle de saison sèche 2008.....	21
Illustration 7 : Analyse statistique des données de températures, depuis 2005	22
Illustration 8 : Conductivités mesurées in situ en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, référence de qualité maxi de 1100 µS/cm conseillée pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007).....	24

Illustration 9 : Analyse statistique des données de conductivité, depuis 2004	25
Illustration 10 : PH mesurés in situ en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, seuil minimum de 6,5 admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007).....	26
Illustration 11 : Teneurs en oxygène dissous mesurées in situ en 2007 et lors de la campagne de saison sèche 2008	27
Illustration 12 : Analyse statistique des données d'oxygène dissous, depuis 2005	28
Illustration 13 : Représentation des balances ioniques calculées	30
Illustration 14 : Diagramme de Piper des eaux souterraines prélevées lors de la campagne de saison sèche 2008	31
Illustration 15 : Répartition des teneurs en chlorures sur le réseau en saison sèche 2008	33
Illustration 16 : Histogramme des concentrations en chlorures mesurées en 2007 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	34
Illustration 17 : Concentrations en chlorures sur la station SC2-Trois-Ilets – Vatable de 2004 à 2008	35
Illustration 18 : Histogramme des concentrations en bicarbonates mesurées en 2007 et en saison sèche 2008	36
Illustration 19 : Histogramme des concentrations en sulfates mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007).....	38
Illustration 20 : Histogramme des concentrations en calcium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008	39
Illustration 21 : Histogramme des concentrations en magnésium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008	41
Illustration 22 : Histogramme des concentrations en sodium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, le seuil maximal de 200 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007).....	42
Illustration 23 : Histogramme des concentrations en potassium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008	43
Illustration 24 : Oxydabilité des eaux du réseau mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, la limite maximale de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	44
Illustration 25 : Histogramme des teneurs en carbone organique dissous mesurées en 2007 et en saison sèche 2008	45
Illustration 26 : Histogramme des teneurs en fer total mesurées en 2007 et en saison sèche 2008.....	47
Illustration 27 : Proportion de fer dissous et de fer complexé pour les stations du réseau ayant plus de 1 mg/l de fer total.....	47
Illustration 28 : Histogramme des teneurs en manganèse total mesurées en 2007 et en saison sèche 2008	48

Illustration 29 : Histogramme des concentrations en silice mesurées en 2007 et en saison sèche 2008.....	49
Illustration 30 : Histogramme des concentrations en nitrates mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18).....	50
Illustration 31 : Evolution des teneurs en nitrates sur 5 sites, depuis 2006 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18).....	51
Illustration 32 : Diagramme nitrates versus chlorures (en mg/l) d'après les mesures effectuées en 2007 et en saison sèche 2008 (N.B. : en 2008, les points NA4, C1, C2, C3 et SC2 ont des teneurs en nitrates inférieures à la limite de quantification égale à 0,5 mg/l).....	52
Illustration 33 : Carte des teneurs en nitrates mesurées en saison sèche 2008.....	54
Illustration 34 : Histogramme des concentrations en ammonium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008.....	55
Illustration 35 : Synthèse des micropolluants minéraux recherchés.....	57
Illustration 36 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur le réseau en saison sèche 2008.....	58
Illustration 37 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur chaque masse d'eau en saison sèche 2008.....	60
Illustration 38 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux retrouvés dans les eaux souterraines en saison sèche 2008.....	64
Illustration 39 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Chalvet.....	66
Illustration 40 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Source Socco Gradis.....	68
Illustration 41 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Macouba – Source Grande Plage.....	69
Illustration 42 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Rivière Falaise.....	70
Illustration 43 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Marigot – Anse Charpentier.....	72
Illustration 44 : Evolution de la concentration (µg/l) en Beta HCH sur le site de Marigot – Anse Charpentier.....	73
Illustration 45 : Evolution des concentrations (µg/l) en Chlordécone et Beta HCH sur le site du Lorrain – Fond Brûlé.....	74
Illustration 46 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lorrain – Fond Brulé (hors chlordécone et beta HCH).....	75
Illustration 47 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Gros Morne – La Borelli (plus le congénère 138 qui est un pesticide organochloré).....	76
Illustration 48 : Evolution de la concentration en chlordécone sur le site de Trinité – Source Morne Figue.....	77
Illustration 49 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Trinité – Morne Figue (hors chlordécone).....	78

Illustration 50 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de St Pierre - CDST	79
Illustration 51 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Schoelcher – Fond Lahaye	80
Illustration 52 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et produits de dégradation détectés sur le site du Prêcheur – Rivière du Prêcheur	81
Illustration 53 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires sur le site du Robert – Vert Pré	82
Illustration 54 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lamentin – Habitation Ressource	83
Illustration 55 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Rivière Salée - Nouvelle Cité	84
Illustration 56 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site du Marin – Grand Fond	85
Illustration 57 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de François - Victoire	86
Illustration 58 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produit de dégradation détectés sur le site de Rivière Pilote – Fougainville	87
Illustration 59 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Trois Ilets - Vatable	88
Illustration 60 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Diamant - Dizac	89
Illustration 61 : Carte récapitulative des molécules détectées sur le réseau en saison sèche 2008	90
Illustration 62 : Carte récapitulative de l'état patrimonial de la ressource en eau souterraine en saison sèche 2008 (les 2 points de contrôle opérationnel sont indiqués sur la carte)	92
Illustration 63 : Etat qualitatif des eaux souterraines de Martinique en saison sèche 2008	93
Illustration 64 : Molécules détectées et nombre de détections sur le réseau depuis 2007	94
Illustration 65 : Somme des concentrations ($\mu\text{g/l}$) pour 111 produits phytosanitaires recherchés depuis la campagne de saison des pluies 2004, hors glyphosate et AMPA (en rouge : le maxima / en bleu : le minima)	98
Illustration 66 : Comparaison des sommes de produits phytosanitaires détectés sur les 7 sites les plus anciennement suivis avec la pluviométrie saisonnière	99

Liste des annexes

Annexe 1 Paramètres analysés	107
Annexe 2 Tableaux récapitulatifs des résultats d'analyses	111

1. Introduction

L'article 8 de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 (2000/60/CE) imposait aux Etats membres d'établir, avant fin 2006, « des programmes de surveillance de l'état des eaux afin de dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque district hydrographique ».

La DIREN Martinique s'est chargée de leur mise en place au niveau local en partenariat avec le BRGM. Le réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines mis en place depuis 2004 (Illustration 1) a ainsi évolué afin de répondre aux prescriptions de la directive cadre sur l'eau reportées dans les guides nationaux et européens. Les résultats de cette étude sont présentés dans le rapport « Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique, conforme aux prescriptions de la Directive Cadre sur l'Eau. BRGM/RP-55098-FR, 2006 ».

Le contrôle de surveillance comprend :

- ⇒ une analyse de **type « photographique »** réalisée tous les **6 ans** (au début de chaque nouveau programme de mesure) : elle s'applique à une liste complète de paramètres et permet de disposer régulièrement d'un état complet de la masse d'eau. Les paramètres retenus pour cette analyse sont ceux listés dans l'annexe 1.
- ⇒ **deux analyses réalisées chaque année** (un prélèvement en période de hautes eaux / saison des pluies et un en période de basses eaux / saison sèche) **mais sur un nombre plus restreint de paramètres. Ces fréquences sont données à titre de valeurs minimales.**

Depuis 2007, le suivi réalisé correspond au réseau de contrôle de surveillance au titre de la directive cadre européenne sur l'eau, et tel que défini dans le rapport BRGM/RP-55098-FR. Les analyses réalisées en 2007 entraient dans le cadre de l'analyse de type photographique. Cette analyse de type photographique a été réalisée en saison sèche et en saison des pluies 2007.

En 2008, le suivi réalisé correspond encore au contrôle de surveillance enrichi d'un contrôle opérationnel anticipé (également défini dans le rapport BRGM/RP-55098-FR). La DCE stipule que le contrôle opérationnel s'applique à « toutes les masses d'eau ou tous les groupes de masses d'eau souterraine qui, sur la base de l'étude d'incidence et d'un contrôle de surveillance, sont identifiées comme risquant de ne pas répondre aux objectifs visés à l'article 4 ». Pour mémoire, il a été convenu que le futur réseau de contrôle opérationnel serait constitué des sites du réseau de surveillance éventuellement complétés par d'autres sites judicieusement sélectionnés pour suivre les pollutions identifiées (en aval des sources de pollution).

La campagne de prélèvement décrite dans le présent rapport a été effectuée au cours de la saison sèche 2008 (avril 2008). L'objectif est donc d'analyser la qualité des eaux souterraines sur **18 points au titre du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel et sur 2 points au titre du contrôle opérationnel anticipé uniquement** (sur des masses d'eau à risque).

Date de prélèvements	Nombre total de stations prélevées	Nombre de molécules phytosanitaires recherchées	N° de rapports correspondant
Saison sèche 2004 (janv-mars 04)	34	5	Rapport BRGM/RP-52997-FR
Saison des pluies 2004 (oct-nov 04)	34	111	Rapport BRGM/RP-52997-FR
Saison des pluies 2005 (nov-janv 06)	35	120	Rapport BRGM/RP-54717-FR
Saison sèche 2006 (avr-mai 06)	34	120	Rapport BRGM/RP-54909-FR
Saison des pluies 2006 (oct-nov 06)	34	129	Rapport BRGM/RP-55499-FR
Contrôle de surveillance DCE	Saison sèche 2007 (avril 2007)	19	Rapport BRGM/RP-55812-FR
	Saison des pluies 2007 (novembre 2007)	20	Rapport BRGM/RP-56728-FR
	Saison sèche 2008 (avril 2008)	20	Rapport BRGM/RP-56638-FR

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées depuis 2004

A ce jour, les normes de qualité à employer dans le cadre de la DCE pour caractériser les analyses ne sont pas définies pour tous les paramètres. L'interprétation des données a donc été effectuée à l'aide des seuils provisoires retenus au niveau national pour la définition de l'état chimique des eaux souterraines, mais aussi des seuils proposés dans l'Arrêté du 11 janvier 2007 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

1.1. LE RESEAU DCE

L'illustration 2 indique les caractéristiques géographiques et typologiques des stations des réseaux de contrôle de surveillance et opérationnel des eaux souterraines.

La méthodologie de définition du réseau est présentée dans le cadre du rapport « Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique, conforme aux prescriptions de la Directive Cadre sur l'Eau. BRGM/RP-55098-FR ».

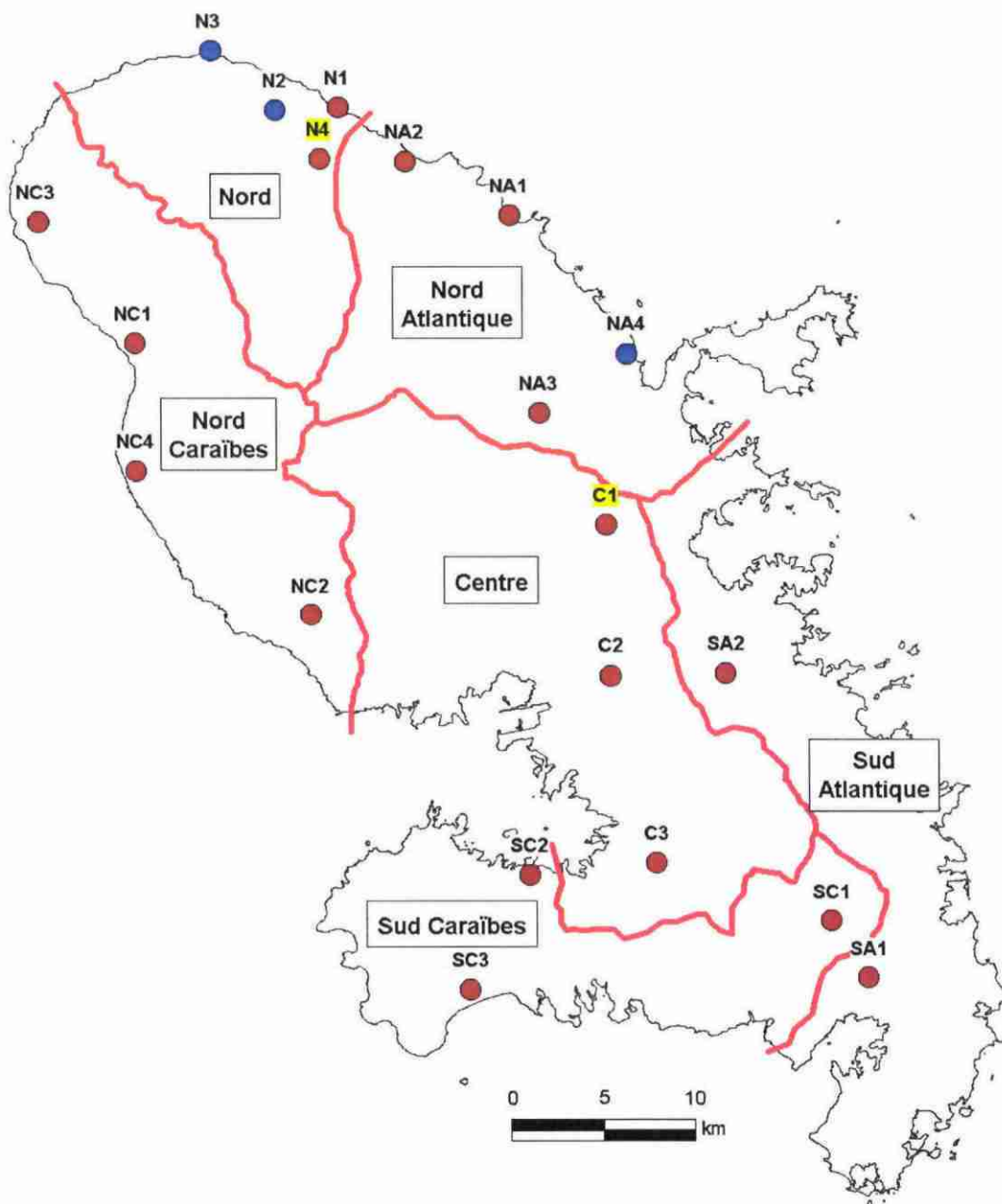
Par souci de lisibilité, des indices de terrain ont été attribués à chaque station. Ces indices sont constitués d'une lettre en référence à la masse d'eau (N pour la masse d'eau Nord, C pour la masse d'eau Centre, NC pour la masse d'eau Nord Caraïbes, etc....) et d'un numéro.

Masses d'eau	Indices terrain	Indice BSS	Commune	Lieu-dit	Typologie du point
Nord	N1	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	Piézomètre BRGM
	N2	1166ZZ0019	Basse Pointe	Source Socco Gradis	Source
	N3	1166ZZ0023	Macouba	Source Nord Plage	Source
	N4	1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	Piézomètre BRGM
Nord Atlantique	NA1	1169ZZ0006	Marigot	Anse Charpentier	Piézomètre BRGM
	NA2	1169ZZ0084	Le Lorrain	Fond Brulé	Piézomètre BRGM
	NA3	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli	Piézomètre BRGM
	NA4	1175ZZ0153	Trinité	Source Morne Figue	Source
Nord Caraïbes	NC1	1167ZZ0045	St Pierre	CDST	Piézomètre BRGM
	NC2	1177ZZ0161	Schœlcher	Fond Lahaye	Piézomètre BRGM
	NC3	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	Piézomètre BRGM
	NC4	1172ZZ0050	Le Carbet	Fond Canal	Forage SCCNO
Centre	C1	1175ZZ0106	Le Robert	Vert Pré	Forage industriel
	C2	1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource	Forage CACEM
	C3	1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle cité	Forage DDAF
Sud Atlantique	SA1	1186ZZ0118	Le Marin	Grand Fond	Forage agricole
	SA2	1179ZZ0228	Le François	Habitation Victoire	Forage agricole
Sud Caraïbes	SC1	1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville	Piézomètre BRGM
	SC2	1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable	Piézomètre BRGM
	SC3	1184ZZ0001	Diamant	Dizac	Piézomètre BRGM

Illustration 2 : Liste des sites du réseau DCE. Les points N4 et C1 sont suivis uniquement au titre du contrôle opérationnel anticipé, les autres au titre du contrôle de surveillance

Le contrôle de surveillance se fait sur les 18 sites en « non-gras » et le contrôle opérationnel anticipé sur les 2 sites en « gras ».

L'illustration 3 présente la localisation géographique des stations prélevées et leur typologie.



- Sources
- Forages ou piézomètres
- Limites des masses d'eau



Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau DCE en 2008, les points N4 et C1 surlignés en jaune sont suivis uniquement au titre du contrôle opérationnel anticipé

1.2. PARAMETRES ANALYSES

Contrairement aux campagnes de contrôle de surveillance de 2007 qui se caractérisaient par une analyse de type « photographique », les paramètres analysés lors des campagnes de 2008 sont moins nombreux mais plus ciblés. Les catégories de paramètres analysés sont détaillées ci-dessous. Leur liste exhaustive est disponible en Annexe 1.

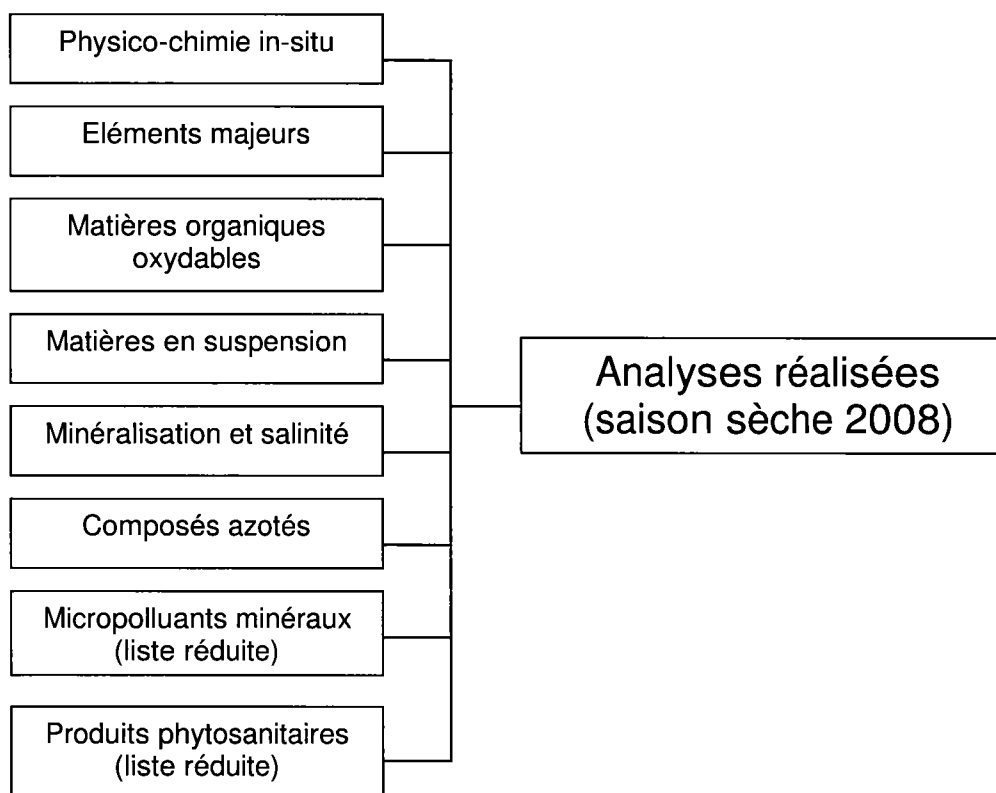


Illustration 4 : Catégories de paramètres analysés à l'issue de la campagne saison sèche 2008

• Prélèvements en forage

Les prélèvements en forage (ou piézomètre) ont été réalisés à l'aide d'une pompe électrique immergée de 2 pouces (type Grundfos MP1), reliée à un convertisseur de fréquence et alimentée par un groupe électrogène à 4 kVa.

Un pompage préalable à l'échantillonnage a été réalisé sur chaque site afin de vidanger si possible au moins trois fois les colonnes d'eau présentes dans les ouvrages. Pour tous les sites, dans la mesure du possible, la pompe a été disposée toujours à la même profondeur et le débit de pompage était toujours sensiblement le même. Parallèlement, les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité et température) ont été suivis à l'aide d'une sonde multi-paramètres pendant le pompage.

Le prélèvement n'a été effectué qu'après stabilisation de ces paramètres, au niveau du tuyau d'exhaure de la pompe.

• **Prélèvements en source**

Les prélèvements réalisés en source ont été effectués directement au griffon.

1.3. SEUILS ET VALEURS GUIDES

Afin de disposer de critères d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine, des normes de qualité et des valeurs seuils sont nécessaires.

A ce jour, une minorité de paramètres analysés disposent de valeurs seuils définies conformément à la DCE et à sa directive fille 2006/118/CE. En effet, l'échéance prévue par cette dernière pour l'établissement de valeurs seuils par masse d'eau est fin 2008. Des normes de qualité sont présentées d'une manière générale dans l'Annexe 1 de la directive fille 2006/118/CE et dans l'Annexe 4 de la circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006.

Ces normes concernent les paramètres suivants :

- **Nitrates** : 50 mg/l
- Substances actives des **pesticides** : 0,1 µg/l par substance active et 0,5 µg/l pour la somme des concentrations des substances actives.

Des valeurs seuils provisoires ont également été retenues au niveau national pour les paramètres suivants :

- Arsenic : 10 µg/l
- Cadmium : 5 µg/l
- Plomb : 10 µg/l
- Mercure : 1 µg/l
- Trichloréthylène : 10 µg/l
- Tétrachloréthylène : 10 µg/l
- Ammonium : 0,5 mg/l.

Ces valeurs seuils n'existent pas pour tous les paramètres. De plus, elles ne prennent pas en compte les spécificités du milieu naturel. Plusieurs paramètres étudiés sont ainsi susceptibles de présenter des teneurs élevées influencées par le contexte géologique (exemple de certains métaux lourds comme l'arsenic).

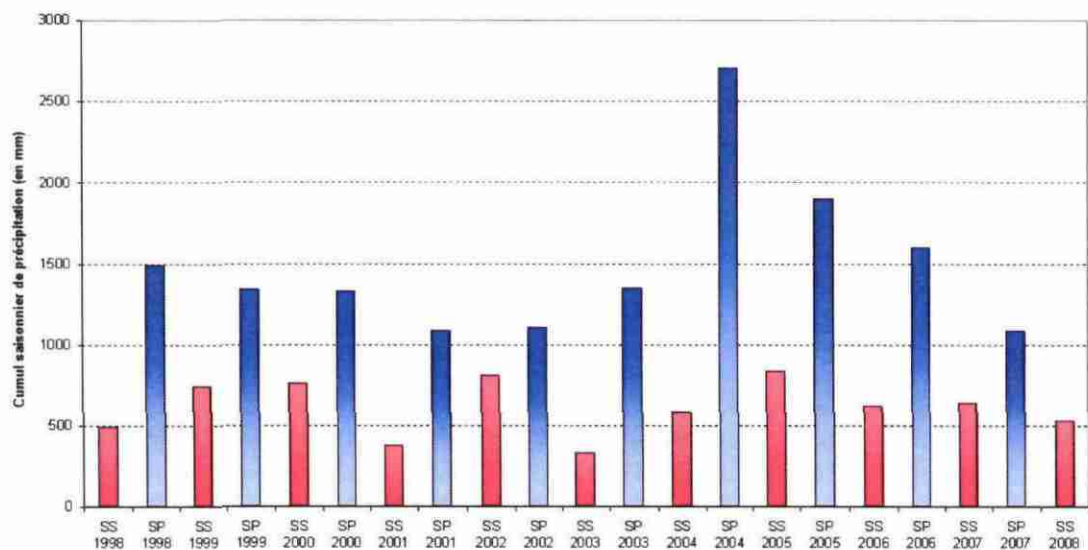
Par conséquent, les normes de qualités employées pour caractériser l'état chimique des masses d'eau souterraine en Martinique seront celles définies pour les nitrates et les pesticides. Les autres éléments seront étudiés à l'aide des valeurs seuils provisoires de la directive fille (Circulaire DCE 2006/18) et des seuils appliqués pour les eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007), sans toutefois constituer des paramètres déclassant pour les masses d'eau concernées. Dans ce contexte, une mise à jour de l'évaluation du bon état chimique au regard des paramètres autres que nitrates et pesticides sera nécessaire en 2009, une fois les valeurs seuils de la DCE définies.

1.4. PLUVIOMETRIE DEPUIS 1998

La pluviométrie joue un rôle primordial dans le lessivage des sols et la mobilisation des produits éventuellement présents dans ces sols. Une étude des cumuls de précipitations permet ainsi d'avoir la vision des conditions climatiques qui régnaient avant chacune des campagnes de prélèvements.

L'illustration 5 représente ces cumuls en découpant chacune des années en deux périodes principales :

- la période « de carême » entre décembre et avril, ce dernier étant généralement le mois des prélèvements de saison sèche,
- la période « d'hivernage » entre mai et novembre, ce dernier étant généralement le mois des prélèvements de saison des pluies.



Source : site du conseil général de la Martinique

Illustration 5: Cumuls pluviométriques en fonction des saisons

Pour le calcul des cumuls saisonniers, la moyenne mensuelle issue des 42 stations pluviométriques du réseau du Conseil Général de la Martinique a été calculée. Ceci permet de s'affranchir de certaines lacunes imputées à des problèmes techniques (par exemple, celles liées au passage du cyclone Dean le 17 août 2007 qui entraîna l'arrêt de 14 stations pendant au moins 1 mois).

Même si le carême 2008 a été la saison sèche la plus prononcée depuis 5 ans, c'est surtout la diminution importante des cumuls de saison des pluies depuis 3 ans qui est à signaler.

2. Résultats et interprétations

2.1. PHYSICO-CHIMIE IN SITU

Les paramètres physico-chimiques mesurés in situ sont la température, la conductivité, l'oxygène dissous et le pH.

2.1.1. Température

Les températures relevées sur le réseau ont été mesurées au moment des prélèvements. L'illustration 6 compare les températures relevées sur chaque site lors de la campagne de saison des pluies 2007 et lors de celle réalisée en saison sèche 2008. Les températures relevées en 2008 sont comprises entre 24,5 et 30,7 °C.

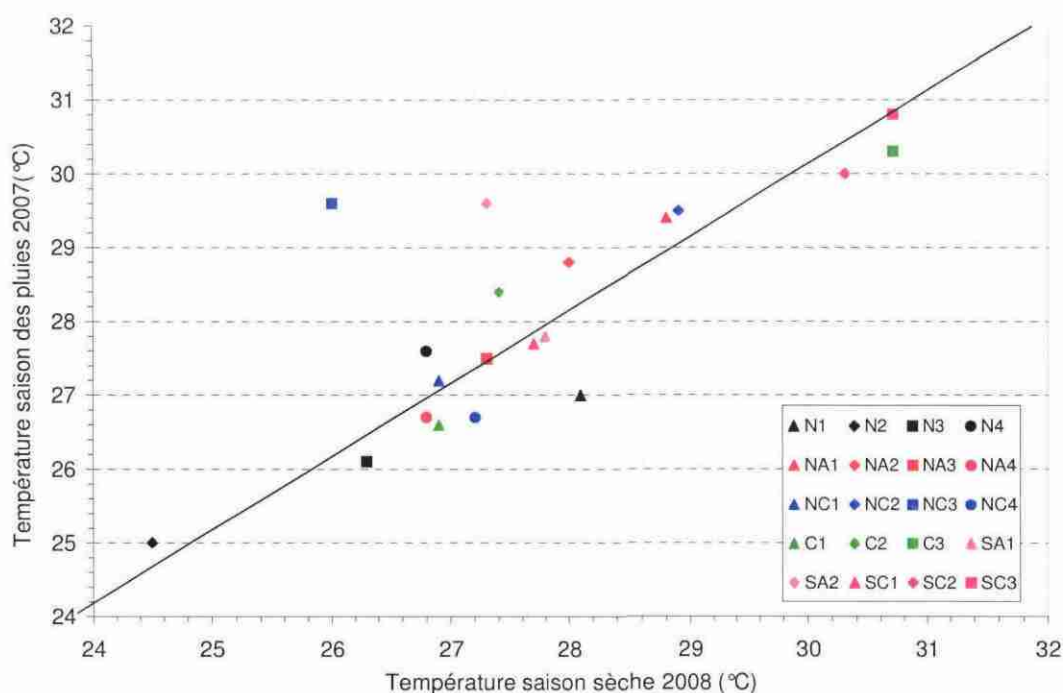


Illustration 6 : Températures relevées in situ lors des campagnes de 2007 et celle de saison sèche 2008

De nombreux facteurs tels que l'altitude du site, l'heure de prélèvement et les conditions climatiques au moment du prélèvement peuvent entrer également en jeu.

Une analyse statistique des données de température depuis la campagne de saison des pluies 2005 est présentée dans l'illustration 7.

Indice terrain	n° BSS	Température (en °C)					
		SS 2008	Statistiques par stations depuis SP 2005				Ecart par rapport à la moyenne interannuelle (27,8 °C)
			Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	27	26,7	28,1	27,1	0,52	-0,7
N2	1166ZZ0019	25	24,5	26,4	25,3	0,98	-2,5
N3	1166ZZ0023	26,1	26,1	26,4	26,3	0,15	-1,5
N4	1168ZZ0054	27,6	25,6	27,6	26,6	0,64	-1,2
NA1	1169ZZ0006	29,4	27,8	29,4	28,5	0,60	0,6
NA2	1169ZZ0084	28,8	27,2	29,2	28,4	0,74	0,6
NA3	1174ZZ0088	27,5	26,4	27,5	27	0,47	-0,9
NA4	1175ZZ0153	26,7	25,2	27,5	26,6	0,85	-1,2
NC1	1167ZZ0045	27,2	26,3	27,9	27,2	0,59	-0,6
NC2	1177ZZ0161	29,5	28,1	29,5	28,8	0,57	1
NC3	1167ZZ0024	29,6	25,5	29,6	26,9	1,59	-0,9
NC4	1172ZZ0050	26,7	26,7	27,2	27	0,35	-0,9
C1	1175ZZ0106	26,6	26,6	32,7	29,3	2,38	1,5
C2	1179ZZ0070	28,4	26,9	28,4	27,6	0,55	-0,2
C3	1182ZZ0160	30,3	29,3	30,7	30,1	0,72	2,3
SA1	1186ZZ0118	27,8	27,7	28,3	27,9	0,24	0,1
SA2	1179ZZ0228	29,6	25,0	29,6	28,2	1,79	0,4
SC1	1183ZZ0052	27,7	27,3	28,4	27,8	0,36	0
SC2	1181ZZ0132	30	28,2	30,3	29,3	0,81	1,5
SC3	1184ZZ0001	30,8	30,4	30,8	30,6	0,21	2,8

Illustration 7 : Analyse statistique des données de températures, depuis 2005

De manière générale, la température de l'eau souterraine est élevée en Martinique (moyenne interannuelle sur l'île de 27,8 °C) et varie peu d'une année sur l'autre (Annexe 2). En effet, la variabilité saisonnière, caractérisée par l'écart-type de l'ensemble des températures mesurées pour une station depuis 2005, est inférieure à 1 °C pour 17 stations sur 20.

Une variabilité spatiale est cependant mise en évidence par le calcul, pour chaque station depuis 2005, de l'écart de leur moyenne de température intrinsèque par rapport à la moyenne interannuelle de 27,8 °C. On constate que les stations de la partie Nord de l'île (Nord, Nord Caraïbes, Nord Atlantique) ont majoritairement des moyennes de températures en-dessous de la médiane alors que celles du Sud (Sud Atlantique et Sud Caraïbes) sont supérieures à la médiane. Ce phénomène est lié principalement aux conditions climatiques différentes entre les deux parties de l'île ainsi qu'aux altitudes des points de prélèvements (sensiblement plus élevées au Nord). On constate ainsi une différence de 5 °C entre les extrêmes Nord et Sud.

2.1.2. Conductivité

La conductivité électrique, ici exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$, est une expression de la minéralisation de l'eau. Une conductivité élevée est signe d'une importante minéralisation (également appelée salinité).

La minéralisation est fortement dépendante du temps de transit et de la lithologie des roches mises en contact avec l'eau. Mais d'autres paramètres tels que l'intrusion d'eau saline (eau de mer) ou d'éventuelles pollutions peuvent influencer la minéralisation et donc la conductivité. L'illustration 8 présente les conductivités mesurées en 2007 et en saison sèche 2008.

La comparaison des moyennes interannuelles de chaque station avec la médiane¹ de conductivité pour la Martinique (430 $\mu\text{S}/\text{cm}$) révèle une grande variabilité spatiale des conductivités des eaux souterraines de Martinique (Illustration 9).

Les masses d'eau Centre, Sud Atlantique et Sud Caraïbes présentent les conductivités les plus élevées, toutefois inférieures au seuil maximum de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine. Ces plus fortes conductivités pourraient être d'origine naturelle (intrusion marine, lentille d'eau de mer ancienne, fortes interactions eau/roche) ou anthropique ; la seule mesure de conductivité ne permet cependant pas de caractériser ces origines.

¹ L'utilisation de la médiane et non de la moyenne interannuelle/interstations pour l'analyse des conductivités permet de s'affranchir des valeurs « hors norme » et rend mieux compte d'une tendance générale en Martinique. L'illustration 7 en témoigne.

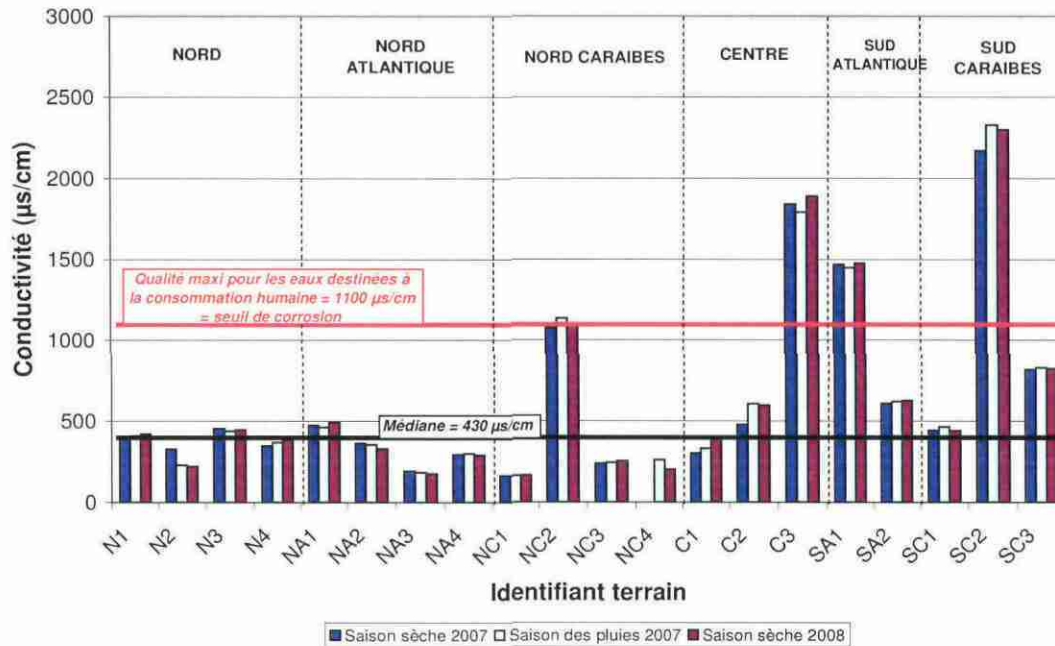


Illustration 8 : Conductivités mesurées in situ en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, référence de qualité maxi de 1100 µS/cm conseillée pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

Les conductivités mesurées s'échelonnent entre 168 et 2300 µS/cm en saison sèche 2008, les plus fortes conductivités étant observées dans le Sud de l'île.

Les stations du réseau se caractérisent par une grande stabilité des valeurs de conductivité depuis la saison sèche 2004. En effet, les écart-type des conductivités mesurées pour chaque station depuis 2004, sont inférieure à 60 µS/cm pour 17 stations sur 20

Les conductivités relevées en Martinique sont toutes inférieures au seuil de potabilité de 2500 µS/cm.

Indice terrain	n° BSS	Conductivité (en $\mu\text{s}/\text{cm}$)					
		SS 2008	Statistiques par stations depuis SS 2004				Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (430 $\mu\text{s}/\text{cm}$)
			Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	424	394	492	425	36	-5
N2	1166ZZ0019	222	222	331	262	60	-168
N3	1166ZZ0023	448	440	455	448	8	18
N4	1168ZZ0054	387	285	387	328	38	-102
NA1	1169ZZ0006	494	394	494	444	34	14
NA2	1169ZZ0084	333	318	365	348	18	-82
NA3	1174ZZ0088	178	170	213	190	14	-240
NA4	1175ZZ0153	293	153	304	279	56	-151
NC1	1167ZZ0045	168	166	193	176	11	-254
NC2	1177ZZ0161	1092	651	1137	1011	158	581
NC3	1167ZZ0024	256	201	256	226	21	-204
NC4	1172ZZ0050	204	204	262	233	41	-197
C1	1175ZZ0106	405	299	405	323	35	-107
C2	1179ZZ0070	597	481	609	558	51	128
C3	1182ZZ0160	1890	1790	1890	1840	50	1410
SA1	1186ZZ0118	1477	1334	1477	1401	60	971
SA2	1179ZZ0228	628	610	1176	687	198	257
SC1	1183ZZ0052	442	413	496	444	27	14
SC2	1181ZZ0132	2300	1340	2330	1973	342	1543
SC3	1184ZZ0001	825	780	831	813	20	383

Illustration 9 : Analyse statistique des données de conductivité, depuis 2004

2.1.3. pH

Les valeurs de pH enregistrées en saison sèche 2008 sont représentées dans l'illustration 10.

Les eaux analysées montrent des valeurs comprises entre 6,2 et 7,7 pour la saison sèche 2008. Une légère acidification des eaux a globalement été observée lors de la saison des pluies 2007 pour retourner en saison sèche 2008 vers un état comparable à celui de saison sèche 2007 (Illustration 10).

Sur 18 stations qui ont des valeurs pour les trois campagnes, 14 présentent des pH de saison sèche 2008 supérieurs aux pH de saison des pluies 2007 et inférieurs ou égaux aux pH de saison sèche 2007.

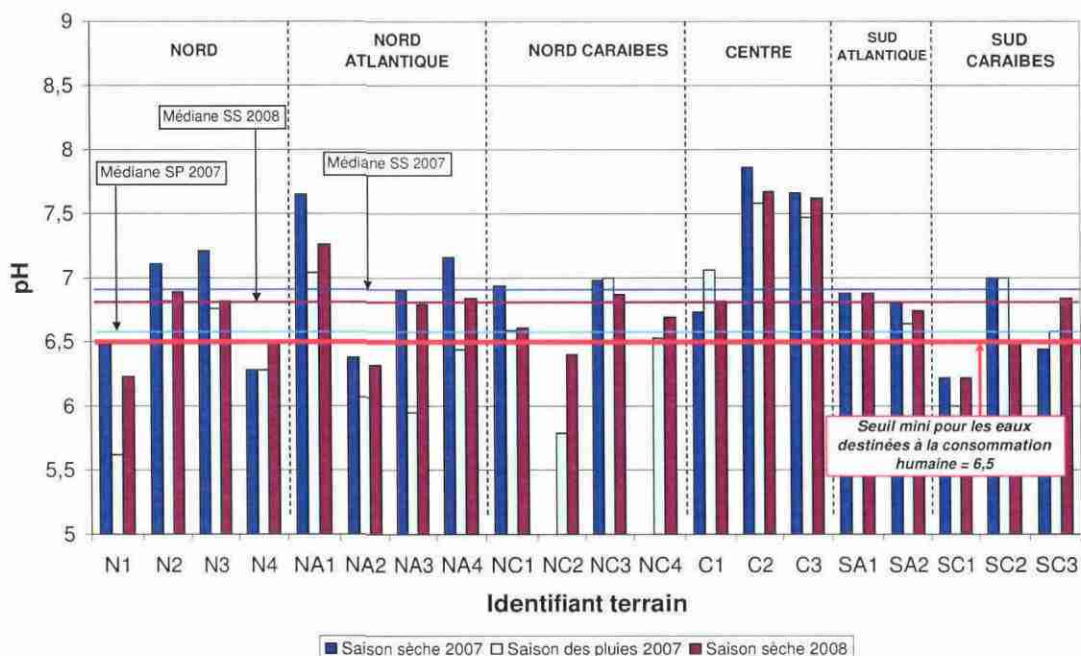


Illustration 10 : PH mesurés in situ en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, seuil minimum de 6,5 admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

Le seuil minimum de 6,5 admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine n'est pas respecté sur les stations N1, NA2, NC2 et SC1. Toutes les stations respectent néanmoins le seuil maximum de 9,5.

2.1.4. Oxygène dissous

Dans les tableaux de résultats (Annexe 2), l'oxygène dissous est exprimé en mg/l et en pourcentage du seuil de saturation. Ce seuil de saturation dépend, entre autres, de la température, de la pression et de la minéralisation de l'eau.

Les nappes libres présentent généralement des teneurs en oxygène dissous de l'ordre de 5 à 10 mg/l, à l'exception des zones humides.

Les nappes captives présentent quant à elle un déficit en oxygène dissous, celui-ci pouvant être consommé par l'oxydation de la matière organique (activité bactérienne) ou des sulfures présents dans l'aquifère. Les teneurs en oxygène dissous pour ces types de nappe sont souvent inférieures au seuil des 5 mg/l. L'expérience a montré qu'en dessous de 2 mg/l, le milieu peut être réducteur, dans le contexte martiniquais.

Les valeurs mesurées sur le réseau, en saison sèche 2008 s'échelonnent entre 0,06 et 1,88 mg/l (Illustration 11).

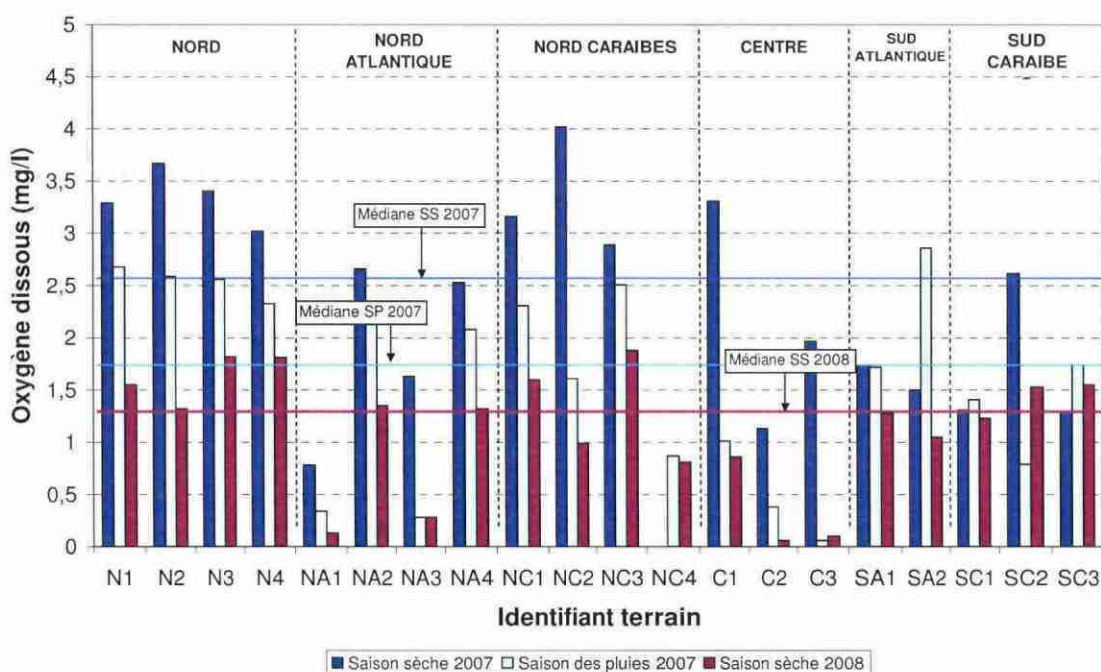


Illustration 11 : Teneurs en oxygène dissous mesurées in situ en 2007 et lors de la campagne de saison sèche 2008

Ces valeurs sont cependant toutes caractéristiques d'eaux appauvries en oxygène (Illustration 12).

Indice terrain	n° BSS	Oxygène dissous (en mg/l)					
		SS 2008	Statistiques par stations depuis SP 2005				Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (2,3 mg/l)
			Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	1,55	1,55	8,20	4,27	2,4	2,0
N2	1166ZZ0019	1,32	1,32	3,67	2,53	1,2	0,2
N3	1166ZZ0023	1,82	1,82	3,41	2,60	0,8	0,3
N4	1168ZZ0054	1,81	1,81	7,97	4,43	2,4	2,1
NA1	1169ZZ0006	0,13	0,13	2,55	1,20	0,9	-1,1
NA2	1169ZZ0084	1,35	1,35	7,95	4,17	2,5	1,9
NA3	1174ZZ0088	0,28	0,28	4,00	1,84	1,6	-0,5
NA4	1175ZZ0153	1,32	1,32	7,30	3,56	2,4	1,3
NC1	1167ZZ0045	1,6	1,60	7,72	4,26	2,3	2,0
NC2	1177ZZ0161	0,99	0,99	4,46	2,85	1,4	0,5
NC3	1167ZZ0024	1,88	1,88	7,23	3,99	2,0	1,7
NC4	1172ZZ0050	0,81	0,81	0,87	0,84	0,0	-1,5
C1	1175ZZ0106	0,86	0,86	8,74	3,56	3,0	1,3
C2	1179ZZ0070	0,06	0,06	4,81	1,71	1,7	-0,6
C3	1182ZZ0160	0,1	0,06	1,97	0,71	1,1	-1,6
SA1	1186ZZ0118	1,28	1,28	4,17	2,61	1,2	0,3
SA2	1179ZZ0228	1,05	0,57	2,86	1,49	0,8	-0,8
SC1	1183ZZ0052	1,23	1,23	5,62	2,64	1,8	0,3
SC2	1181ZZ0132	1,53	0,79	8,93	2,84	3,0	0,5
SC3	1184ZZ0001	1,55	1,29	1,74	1,53	0,2	-0,8

Illustration 12 : Analyse statistique des données d'oxygène dissous, depuis 2005

2.2. ELEMENTS MAJEURS

2.2.1. Contrôle de la cohérence des analyses

Le calcul des balances ioniques permet de contrôler la qualité des analyses effectuées sur les éléments majeurs. Cette démarche de validation est un préalable indispensable à une présentation fiable des résultats d'analyse et à leur interprétation.

La balance ionique est l'expression d'une différence entre les charges positives (cations) et les charges négatives (anions). La théorie physique suppose la neutralité des charges au sein des échantillons d'eau, c'est-à-dire une égalité entre la somme des charges positives (cations) et la somme des charges négatives (anions).

Autrement dit, au sein d'un échantillon d'eau, la somme des charges négatives équilibre la somme des charges positives. La balance ionique de tout échantillon d'eau doit donc nécessairement être proche de 0%.

Le calcul des balances ioniques se fonde sur la relation suivante :

$$\text{NICB} = 100 * \frac{[\sum \text{cations} - \sum \text{anions}]}{[\sum \text{cations} + \sum \text{anions}]}$$

où :

NICB (Normalized Inorganic Charge Balance) : La balance ionique exprimée en pourcentage,

\sum Cations : La somme des cations (unités en meq),

\sum Anions : La somme des anions (unités en meq).

Tout écart doit ainsi être interprété comme un biais induit lors de l'analyse. En règle générale, les résultats des analyses sont considérés de la manière suivante :

- $-1\% < \text{NICB} < 1\%$: Fiabilité excellente.
- $-5\% < \text{NICB} < 5\%$: Fiabilité acceptable.
- $-10\% < \text{NICB} < 10\%$: Fiabilité médiocre.
- $\text{NICB} < 10\%$ ou $\text{NICB} > 10\%$: Mauvaise fiabilité.

L'illustration 13 suivante représente les balances ioniques calculées sur chacun des échantillons d'eau analysés.

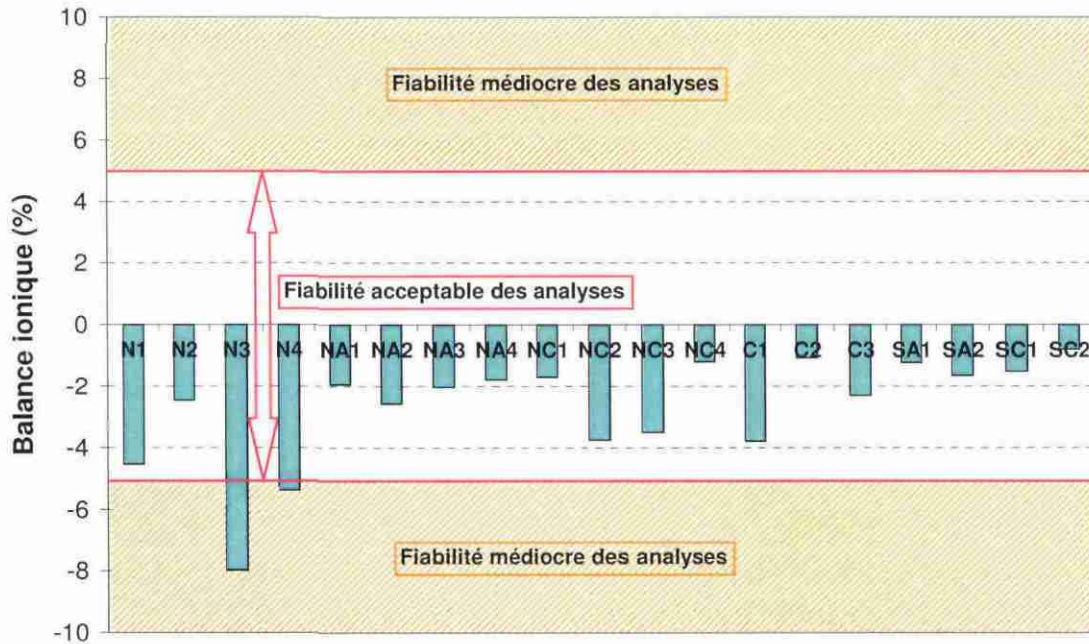


Illustration 13 : Représentation des balances ioniques calculées

Pour 18 stations, les balances ioniques sont toutes inférieures à 5%. **Leurs résultats d'analyse sont donc corrects.**

Pour 2 stations, N3 et N4, les balances ioniques dépassent la marge des 5%. La fiabilité de leurs résultats est donc moins bonne.

Ces résultats sont dus au fait que certains cations comme le NH_4^+ qui rentrent normalement dans le calcul de la balance ionique n'ont pas été recherchés pour cette campagne de saison sèche 2008. Cet élément n'était pas sur la liste des molécules obligatoire à analyser au titre de la DCE. Afin de s'affranchir de cette incertitude, le NH_4^+ sera à nouveau recherché à partir de la saison des pluies 2008.

2.2.2. Diagramme de Piper

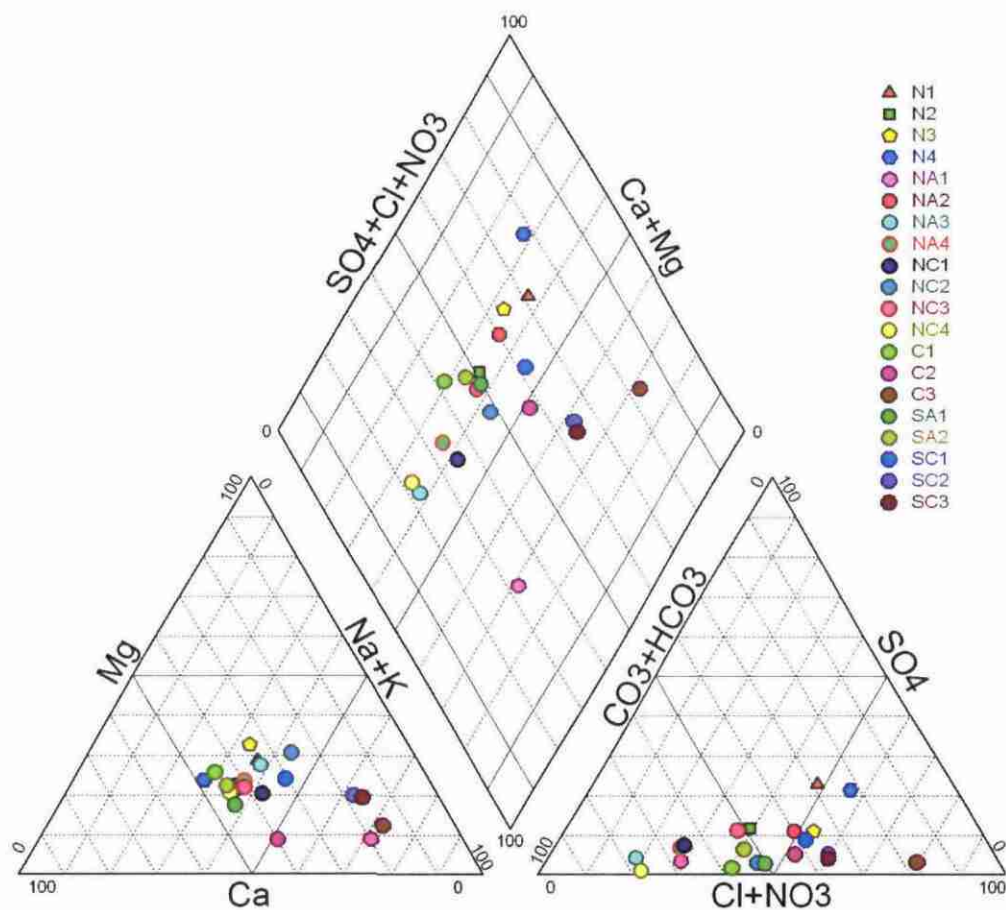


Illustration 14 : Diagramme de Piper des eaux souterraines prélevées lors de la campagne de saison sèche 2008

Les eaux souterraines de la Martinique sont globalement bicarbonatées calciques et magnésiennes sans cations réellement dominants et peu sulfatées. Quelques points se démarquent tels que NA1 (carbonaté sodique et potassique), C3 (chlorurée sodique et potassique) ou N4 (chlorurée et sulfatée, calcique et magnésienne).

2.2.3. Chlorures (Cl⁻)

• Origine des chlorures dans les eaux

Les chlorures peuvent avoir de multiples origines dans les eaux souterraines.

- **Les aérosols :**

De nombreux aérosols contenus dans l'eau de pluie présentent une teneur importante en chlorures. Il a été démontré une relation forte entre la distance à la mer et les concentrations en chlorures mesurées dans l'eau de pluie.

- **Les interactions eau/roche :**

Certaines roches ignées et volcaniques contiennent des minéraux riches en chlorures (ex : la sodalite de formule $[\text{Na}_8[\text{Cl}_2(\text{AlSiO}_4)_6]]$). Il est également admis de possibles apports de chlorures par les inclusions fluides de certains minéraux rencontrés en contexte volcanique.

- **Le biseau salé :**

L'intrusion d'eau salée est un phénomène pouvant se produire dans les aquifères littoraux.

- **Les eaux connées :**

Ces eaux marines anciennes piégées pourraient, à la faveur de fissures ou de forages, influencer les concentrations en chlorures des eaux prélevées.

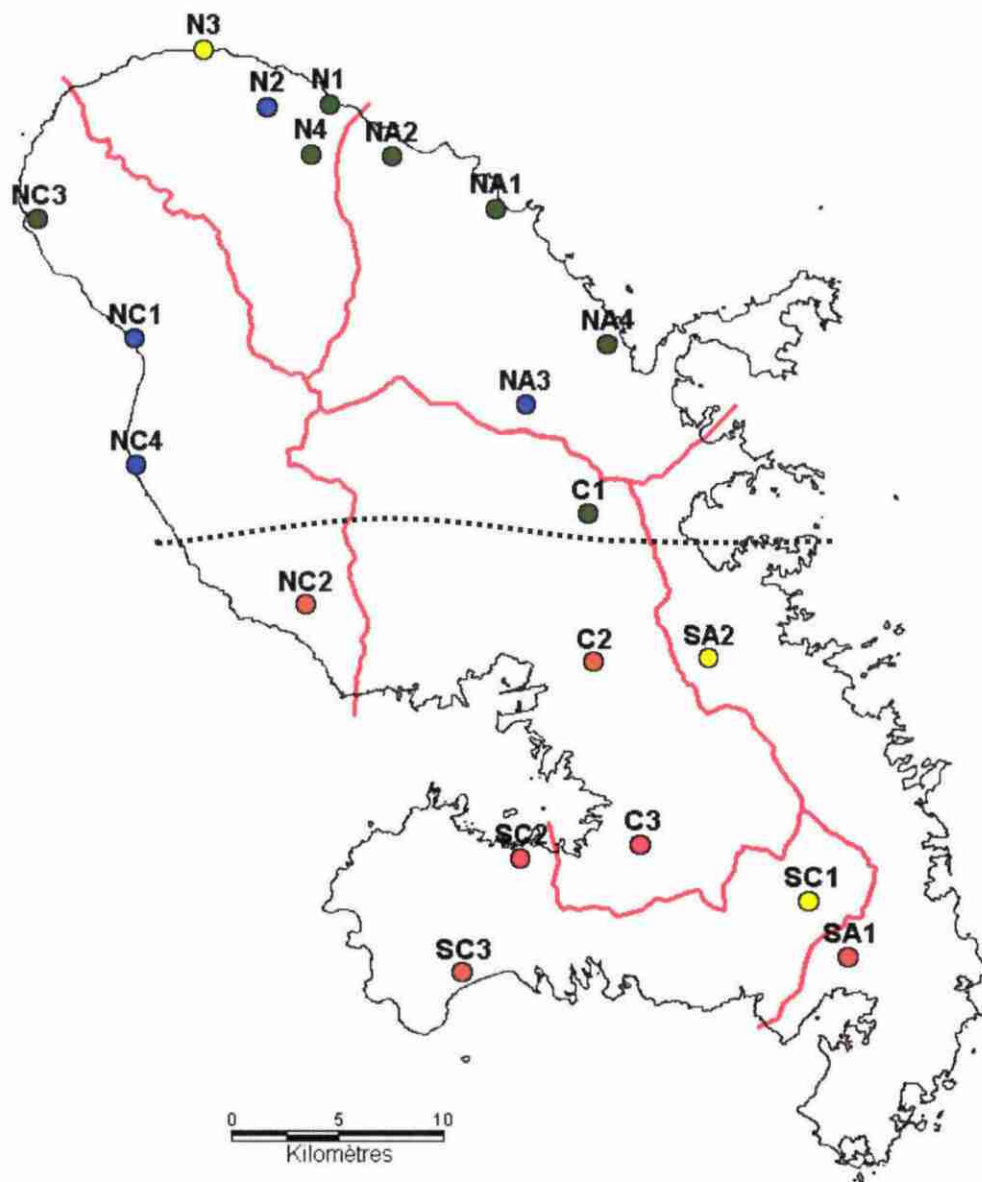
- **Les engrais :**

De nombreux fertilisants minéraux et organiques présentent des teneurs importantes en chlorures. Leur lessivage par les eaux de pluie peut être à l'origine d'apports en chlorures dans les eaux souterraines.

- **Les eaux usées**

• **Résultats des analyses**

L'illustration 15 présente une carte des concentrations moyennes en chlorures mesurées en saison sèche 2008.



LEGENDE

- 0 mg/l < [Cl] < 20 mg/l
- 20 mg/l < [Cl] < 50 mg/l
- 50 mg/l < [Cl] < 100 mg/l
- 100 mg/l < [Cl] < 250 mg/l
- [Cl] < 250 mg/l



O.D.E
Office De l'Eau Martinique



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Illustration 15 : Répartition des teneurs en chlorures sur le réseau en saison sèche 2008

La carte révèle la répartition inégale des concentrations en chlorures sur le réseau, les plus fortes concentrations étant observées dans la moitié sud de l'île. Aucun lien direct entre la distance des stations au littoral et les concentrations en chlorures ne se distingue. L' *Illustration 16* présente les données acquises en 2007 et en saison sèche 2008.

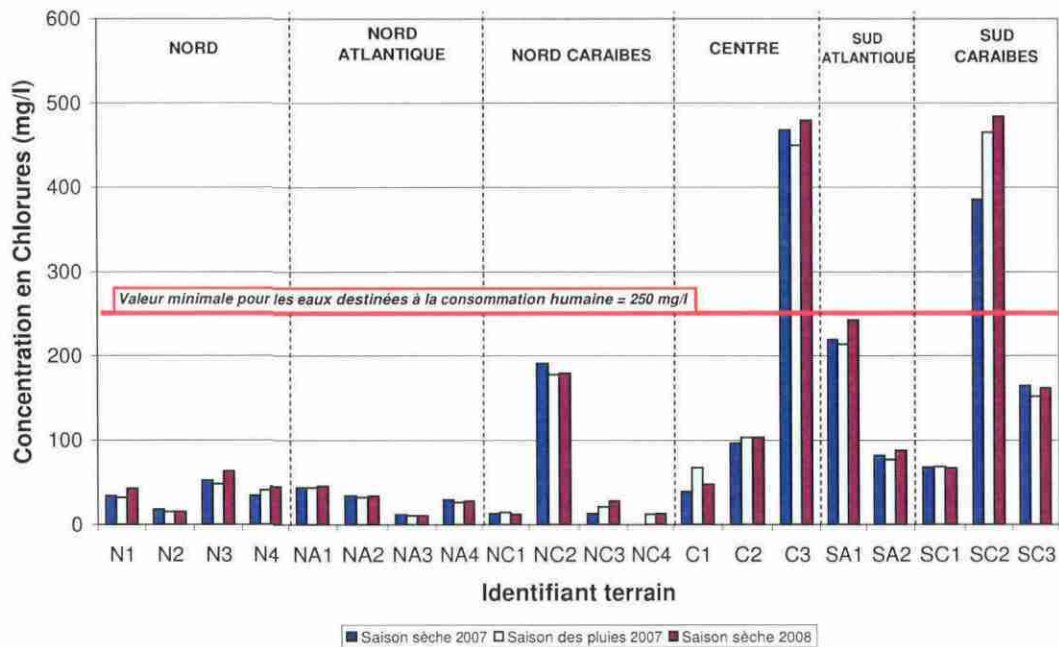


Illustration 16 : Histogramme des concentrations en chlorures mesurées en 2007 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

Au Sud d'un axe Case Pilote – Le François toutes les valeurs dépassent 50 mg/l et au Nord toutes les valeurs (à une exception près de la source Nord plage de Macouba) sont inférieures à 50 mg/l.

Les teneurs évoluent entre 10,7 et 484 mg/l. La valeur minimale de 250 mg/l pour des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007) est représentée à titre indicatif.

Les concentrations en chlorures les plus élevées sont détectées sur les masses d'eau Centre et Sud Caraïbes. Deux stations (C3 et SC2) y présentent des concentrations supérieures aux normes de qualités définies pour l'AEP. Les analyses géochimiques et isotopiques réalisées par Brenot et al, 2008 (Rapport BRGM/RP-56266-Fr) ont montré que la principale source d'éléments dissous pour ces deux points était de l'eau salée, de l'eau de mer pour le point SC2 à priori via un biseau salée, et de l'eau de mer fossile (piégée) ou du géothermalisme pour le point C3.

Les stations du réseau ne montrent pas de nette variation depuis 2007, hormis la station SC2 qui présente une légère tendance à la hausse de la concentration en chlorure, surtout depuis 2006 (données issues du réseau de suivi patrimonial). Cette hausse est représentée sur l'illustration 17.

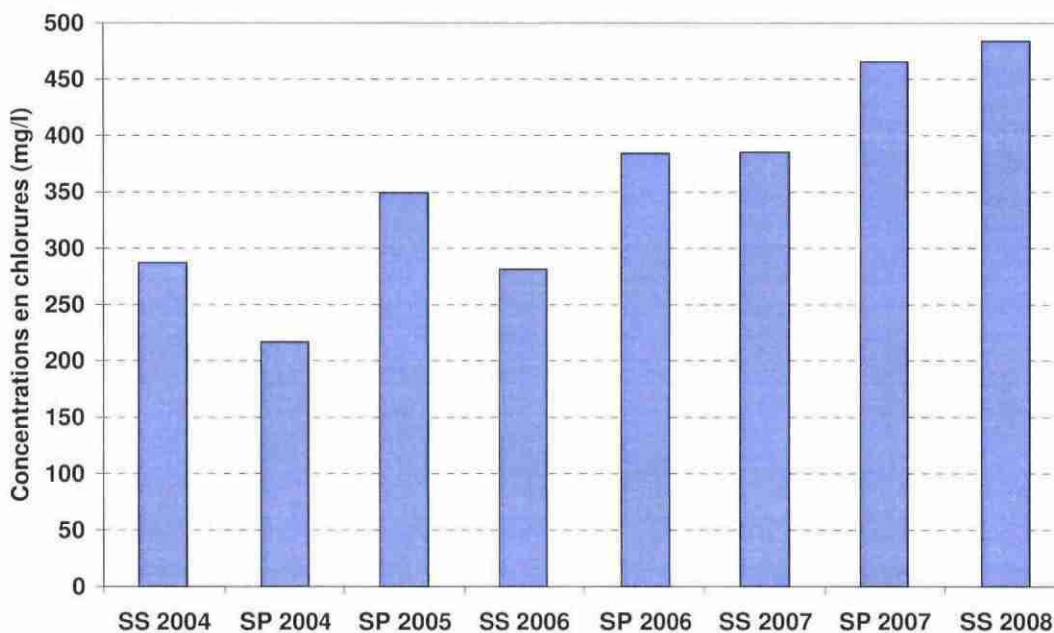


Illustration 17 : Concentrations en chlorures sur la station SC2-Trois-Ilets – Vatable de 2004 à 2008

Cette tendance à la hausse des concentrations en chlorures depuis 2006 pour cette station pourrait être due à une diminution de la recharge et donc à une remontée du biseau salé. Cette hypothèse semble d'autant plus probable que, lors du pompage effectué à un débit d'environ 1 m³/h pour le prélèvement, le rabattement fut particulièrement important (22 m au bout de 30 min de pompage) et le retour au niveau statique a nécessité près d'une journée.

2.2.4. Bicarbonates (HCO₃⁻)

• Origine des bicarbonates dans les eaux

La dissolution des minéraux carbonatés et l'action combinée du CO₂ des eaux météoriques et du sol sont, d'une manière générale les principales origines des bicarbonates. D'autres origines, telles que des apports de CO₂ profond volcanique ou l'hydrolyse des espèces minérales silicatées ont également été identifiées.

• Résultats des analyses

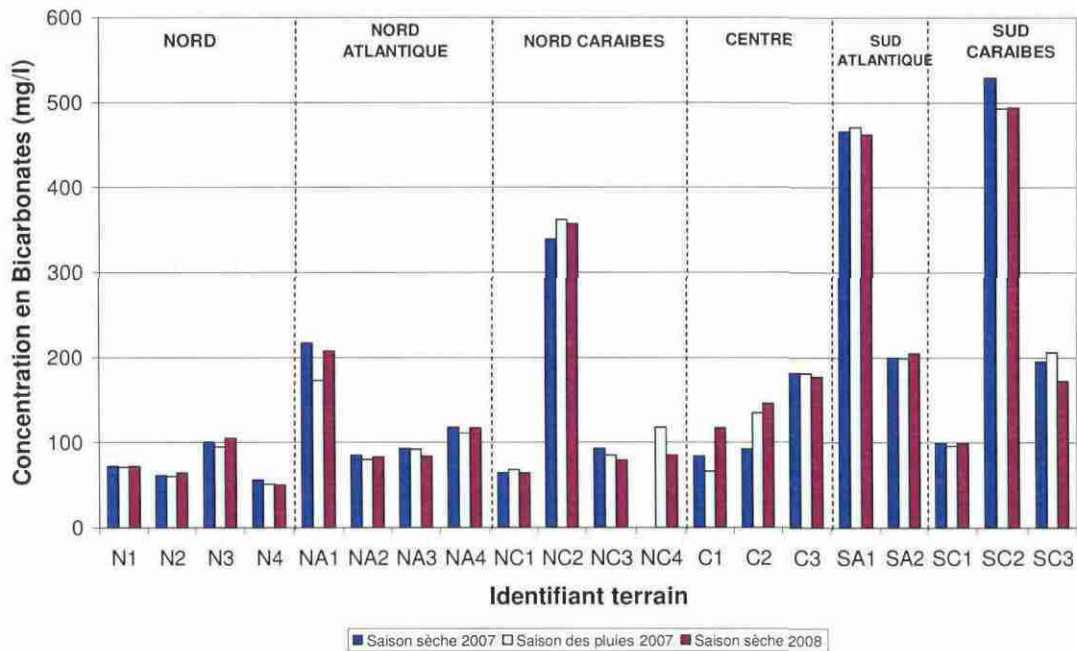


Illustration 18 : Histogramme des concentrations en bicarbonates mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

Les concentrations en bicarbonates sont très variables, comprises entre 50 et 494 mg/l en saison sèche 2008. L'importance des interactions eau/roche dans les différents aquifères étudiés et les processus de dissolution/précipitation conditionnent les concentrations en bicarbonates. La majorité des stations qui présentent les plus fortes concentrations en bicarbonates (SC2, SA1, NC2, NA1 et SC3) présentent également de fortes concentrations en calcium et magnésium (Cf. §2.2.6, §2.2.7), deux autres traceurs d'interactions eau/roche.

Par ailleurs, aucune norme de qualité n'est définie pour les concentrations en bicarbonates. Leur présence dans l'aquifère présente une origine naturelle, et leur abondance éventuelle ne représente pas un risque majeur pour le milieu.

2.2.5. Sulfates (SO_4^{2-})

• Origine des sulfates dans les eaux

L'ion sulfate SO_4^{2-} est la forme prédominante du soufre dans les eaux souterraines. Sa présence peut avoir plusieurs origines.

- **L'oxydation des minéraux riches en soufre** (ex : La pyrite (FeS_2)) :

Les teneurs mesurées dans les eaux souterraines s'échelonnent alors de quelques mg/l à quelques dizaines de mg/l.

- **Le lessivage d'hypothétiques formations évaporitiques** (ex : Le gypse ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$)) :

Les teneurs en sulfates des eaux souterraines peuvent alors atteindre quelques centaines, voire quelques milliers de mg/l.

- **L'oxydation de sulfures dans les précipitations atmosphériques (pluies acides)**
- **L'utilisation d'engrais.**

• Résultats des analyses

Les concentrations en sulfates mesurées sont comprises entre 0,9 et 56,8 mg/l en saison sèche 2008. Le détail des résultats est présenté dans l'illustration 19. Le seuil de potabilité de 250 mg/l est présenté à titre indicatif. L'intégralité des stations du réseau est située largement en dessous de ce seuil. Les concentrations en sulfates mesurées sur le réseau ne posent donc pas de problématique particulière.

Les plus fortes concentrations en sulfates sont observées sur les stations SC2 (Commune de Trois Ilets) et N1 (Commune de Basse Pointe).

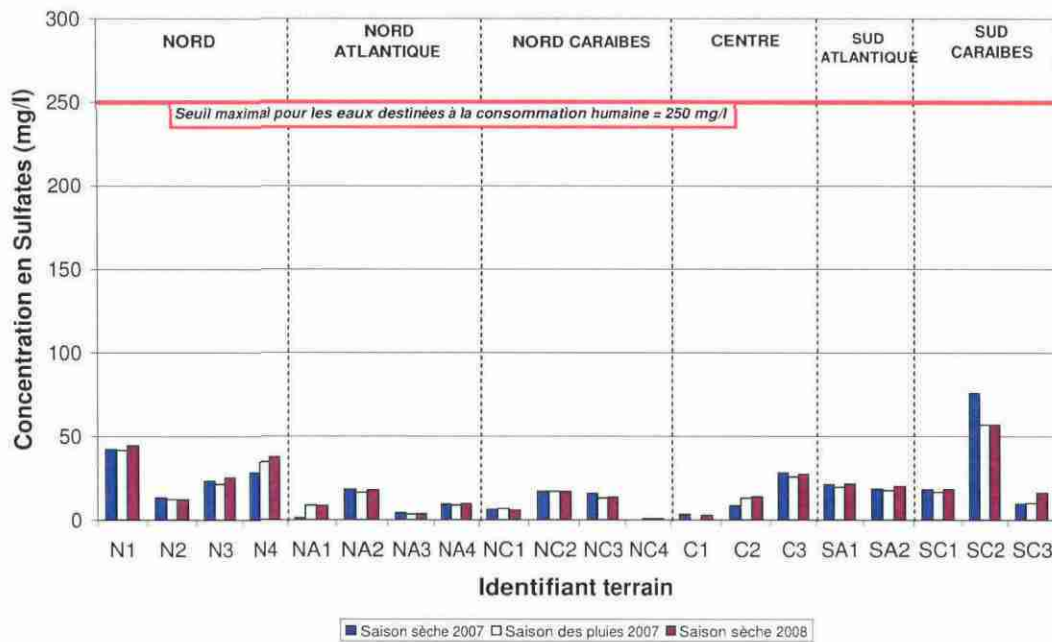


Illustration 19 : Histogramme des concentrations en sulfates mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

La station SC2 (commune des Trois Ilets) présente les plus fortes teneurs non seulement en chlorure, sodium, magnésium et carbonates, mais aussi en sulfates (> 50 mg/l). Au regard des arguments précédemment émis concernant l'origine du chlorure (§2.2.3), une influence du biseau salé à proximité semble envisageable.

Les stations situées sur la masse d'eau Nord présentent des concentrations en sulfate globalement supérieures aux autres stations et accompagnées de produits phytosanitaires (§ 2.9) et de nitrates (§ 2.7.1). La présence de ces deux derniers paramètres pourrait corroborer l'hypothèse d'une origine anthropique d'une partie des sulfates détectés sur cette masse d'eau.

De manière générale, les gammes de concentrations en sulfates observées ne semblent pas présenter un problème majeur concernant les eaux souterraines de l'île puisqu'elles sont toutes très largement en-dessous du seuil maximal de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007).

A noter que Brenot et al, 2008 (Rapport BRGM/RP-56266-Fr) ont indiqué que des concentrations inférieures à 250 mg/l en sulfates correspondaient à un fond géochimique faible.

2.2.6. Calcium (Ca²⁺)

• Origine du calcium dans les eaux

Le calcium est présent principalement dans les roches carbonatées mais se rencontre également dans un grand nombre de minéraux constitutifs de roches volcaniques. Il est possible de citer, parmi ces minéraux les clinopyroxènes calciques (Ca, Fe, Mg) (SiO₃)₂ mais également l'ensemble des minéraux constitutifs de la série isomorphe Albite-Anorthite (Na[Si₃AlO₈] => Ca[Si₂Al₂O₈]).

• Résultats des analyses

Les teneurs en calcium mesurées dans les eaux souterraines sont comprises entre 11,8 et 130,4 mg/l en saison sèche 2008.

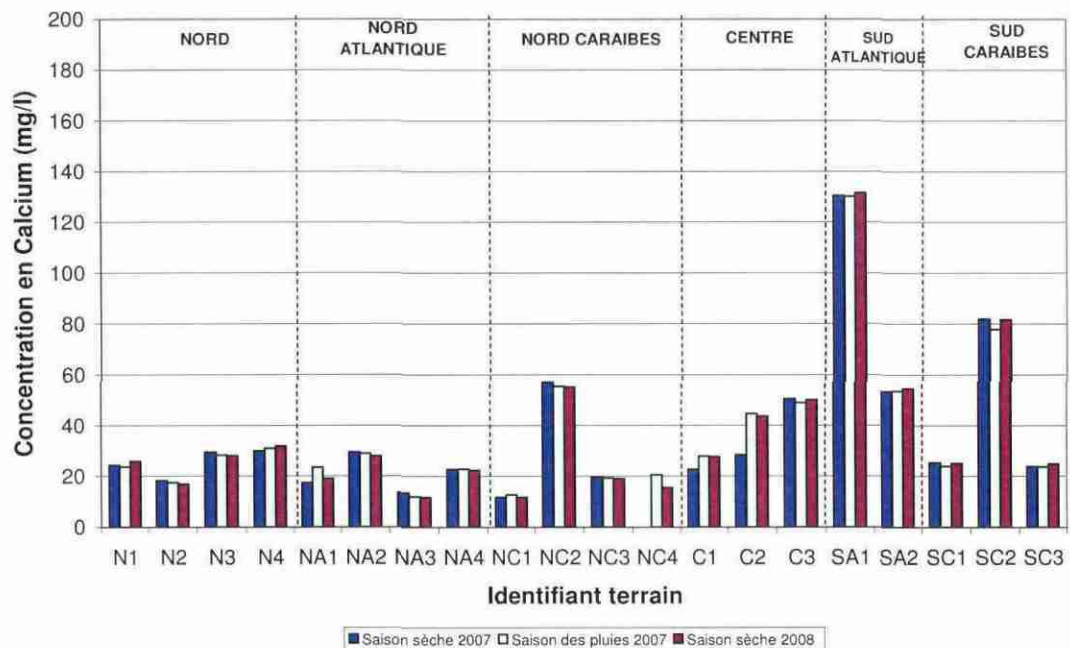


Illustration 20 : Histogramme des concentrations en calcium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

Les teneurs en calcium mesurées sont spatialement variables mais restent dans des gammes de valeurs caractéristiques du milieu naturel. L'intégralité des stations du réseau est située largement en-dessous du seuil de potabilité maximal de 160 mg/l (issu du SEQ-Eaux souterraines et présenté ici à titre indicatif).

Les teneurs en calcium marquent ici l'importance des interactions eau/roche et des processus de dissolution/précipitation (spécialement pour les stations SA1, SC2 et NC2 déjà citées pour leurs fortes teneurs en HCO₃⁻). L'absence de variation nette des

concentrations entre les campagnes de mesures montre par ailleurs la stabilité de ce paramètre dans les eaux souterraines.

La présence de calcium, probablement d'origine naturelle, ne constitue pas un paramètre déclassant la qualité des masses d'eau souterraines concernées.

2.2.7. Magnésium (Mg^{2+})

• Origine du magnésium dans les eaux

L'élément magnésium est présent dans de nombreux minéraux constitutifs des roches volcaniques. On distingue en particulier l'olivine $(Fe, Mg)_2 [SiO_4]$, les clinopyroxènes et les orthopyroxènes $(Mg, Fe)_2 (SiO_3)_2$, l'amphibole $(Mg, Fe)_7 [Si_8O_{22}] (OH, F)_2$ et les biotites $K (Mg, Fe)_3 [Si_3AlO_{10} (OH, F)_2]$. Les équilibres naturels qui contrôlent sa mise en solution dans les eaux souterraines, sous la forme dissoute Mg^{2+} , sont complexes. De nombreuses réactions d'échanges cationiques, d'adsorption et de désorption (sur des minéraux argileux) influencent la mise en solution du magnésium dans le milieu souterrain. Dans les roches ignées, les roches volcaniques et les roches d'altération contenant de l'argile, la mise en solution du magnésium est plus difficile que dans les roches carbonatées.

• Résultats des analyses

Les concentrations en magnésium mesurées sont toutes inférieures à 50 mg/l, à l'exception de la station SC2. Cette gamme de valeurs semble compatible avec les lithologies des roches rencontrées en Martinique (principalement roche volcanique et/ou d'altération).

Les sites présentant les plus fortes concentrations en magnésium sont également ceux présentant les plus fortes concentrations en calcium et en bicarbonates (SC2 notamment). La dissolution des minéraux magnésiens est donc l'origine la plus probable du magnésium dans les eaux souterraines.

Aucune variation significative des concentrations entre les saisons n'est à signaler, hormis pour la station SC2 qui présente une tendance à la hausse.

La présence de magnésium, probablement d'origine naturelle, ne constitue pas un paramètre déclassant la qualité des masses d'eau souterraines concernées.

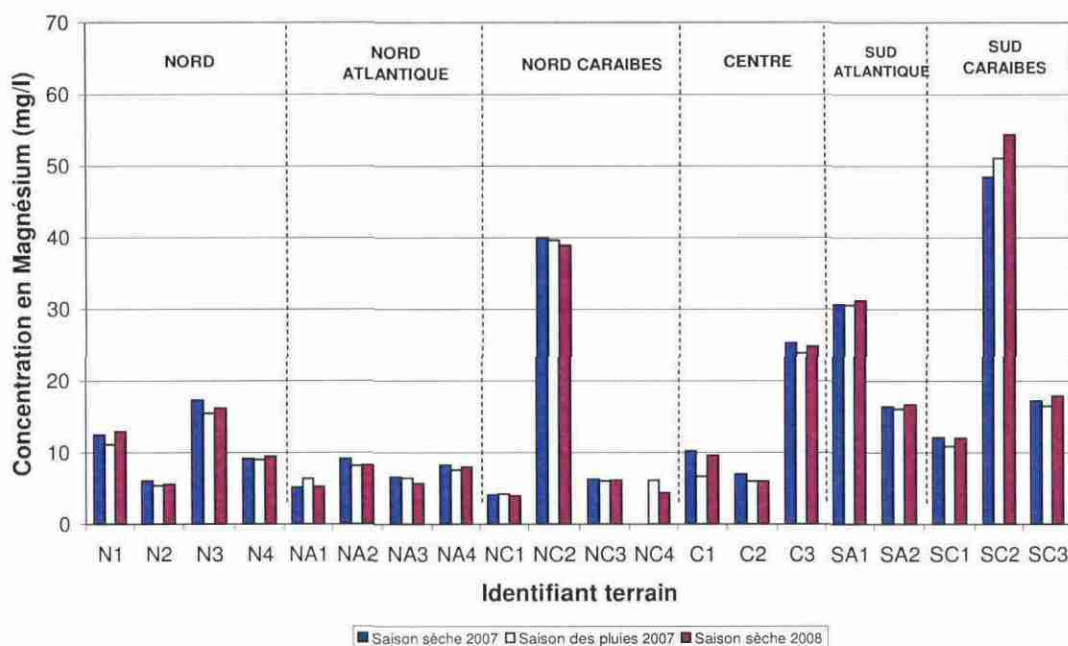


Illustration 21 : Histogramme des concentrations en magnésium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

2.2.8. Sodium (Na⁺)

• Origine du sodium dans les eaux

Le sodium est présent dans de nombreux minéraux constitutifs des roches volcaniques. Les feldspaths sodiques sont parmi les plus abondants (formule de base Na[Si₃AlO₈]). Dans les eaux souterraines, le sodium est présent sous la forme ionique Na⁺. Il est soumis aux mêmes types de phénomènes d'adsorption / désorption / dissolution / précipitation... que le calcium et le magnésium. Sa mise en solution présente donc une complexité comparable. En l'absence d'affleurement de roches évaporitiques, les fonds géochimiques couramment rencontrés en contexte volcanique et de socle en métropole montrent des teneurs comprises entre quelques mg/l et quelques dizaines de mg/l. Dans le contexte martiniquais, l'origine marine (NaCl) peut également être importante, surtout pour les stations proches du littoral.

• Résultats des analyses

Les concentrations en sodium sont comprises entre 13 et 318 mg/l. Cette importante variabilité montre la diversité des origines possibles du sodium rencontré. Les interactions eau/roche peuvent être à l'origine d'une partie des concentrations mesurées. Cependant, les stations les plus chargées en sodium sont par ailleurs très riches en chlorures. C'est le cas des stations SC2 et C3, pour lesquelles l'hypothèse d'une intrusion saline ou d'une eau marine ancienne est envisageable (cf. chapitre 2.2.3).

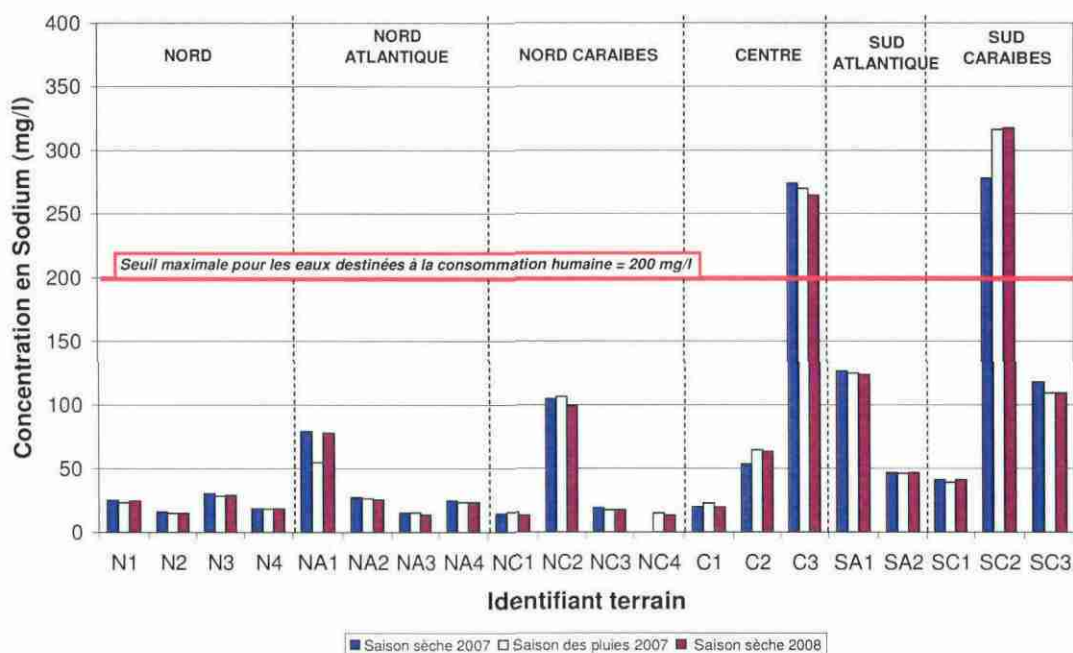


Illustration 22 : Histogramme des concentrations en sodium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, le seuil maximal de 200 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

2.2.9. Potassium (K⁺)

• Origine naturelle du potassium dans les eaux

Dans le contexte de la Martinique, le potassium est un élément principalement présent dans les roches ignées (dont les roches volcaniques) et les argiles par altération de minéraux potassiques. Dans les roches silicatées, on le trouve essentiellement sous forme d'orthose [KAlSi₃O₈], de micas et de feldspathoïdes (ex : la leucite [KAlSi₂O₆]). D'une manière générale, les eaux souterraines présentent rarement des teneurs en potassium supérieures à 10mg/l (Meybeck, 1986).

• Résultats des analyses

Les concentrations en potassium sont comprises entre 0,8 mg/l et 12,2 mg/l en saison sèche 2008. L'absence de régionalisation notable des teneurs en potassium ne permet cependant pas de caractériser l'origine du potassium détecté. Une origine anthropique (engrais, décharge) de cet élément n'est pas à exclure pour la station N1 située sur la commune de Basse Pointe. Le secteur présente en effet une intense activité agricole.

Par ailleurs, 15 stations sur 20 montrent des concentrations en potassium en baisse par rapport à la campagne de saison des pluies 2007.

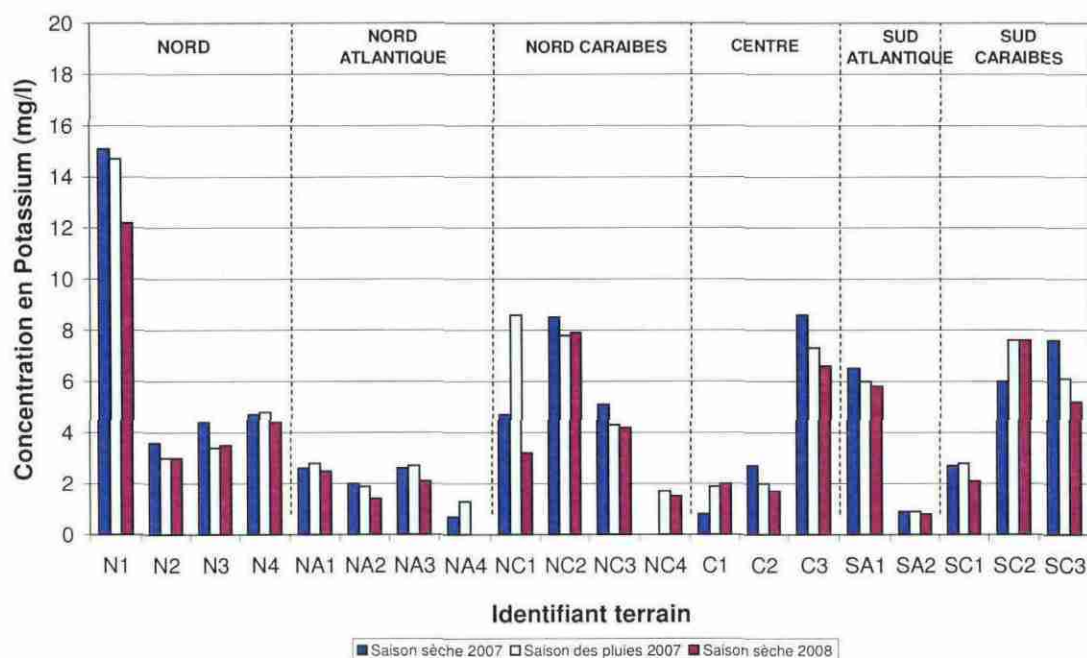


Illustration 23 : Histogramme des concentrations en potassium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

La présence de potassium à ces concentrations révèle une origine majoritairement naturelle, et ne constitue pas un paramètre déclassant la qualité des masses d'eau souterraines concernées.

2.3. MATIERES ORGANIQUES OXYDABLES

2.3.1. Oxydabilité au permanganate à chaud en milieu acide

L'oxydabilité est une mesure de la quantité d'oxygène consommée par les matières organiques. Elle s'exprime en mg/l et rend compte indirectement de l'abondance de matière organique dans un milieu. La matière organique peut provenir aussi bien des rejets en surface des systèmes d'assainissements que des rejets d'origines agricoles ou industriels. La dégradation des matières organiques sous influence bactérienne entraîne un changement des conditions d'oxydo-réduction du milieu qui peut permettre la transformation de certains éléments dissous et ainsi la formation de substances toxiques (nitrites, ammoniac, hydrogène sulfuré, etc.), soulignant ainsi la nécessité du suivi de ce paramètre.

Le dosage de l'oxydabilité a été effectué en utilisant comme oxydant le permanganate de potassium. L'oxydabilité au permanganate ($KMnO_4$) est mesurée après 10 minutes en milieu acide à chaud.

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine recommandent une teneur maximale de 5 mg/l. Dans les eaux souterraines, la teneur est généralement inférieure à 1 mg/l. C'est le cas pour 13 stations sur 20 en saison sèche 2008. L'illustration 24 présente les teneurs mesurées.

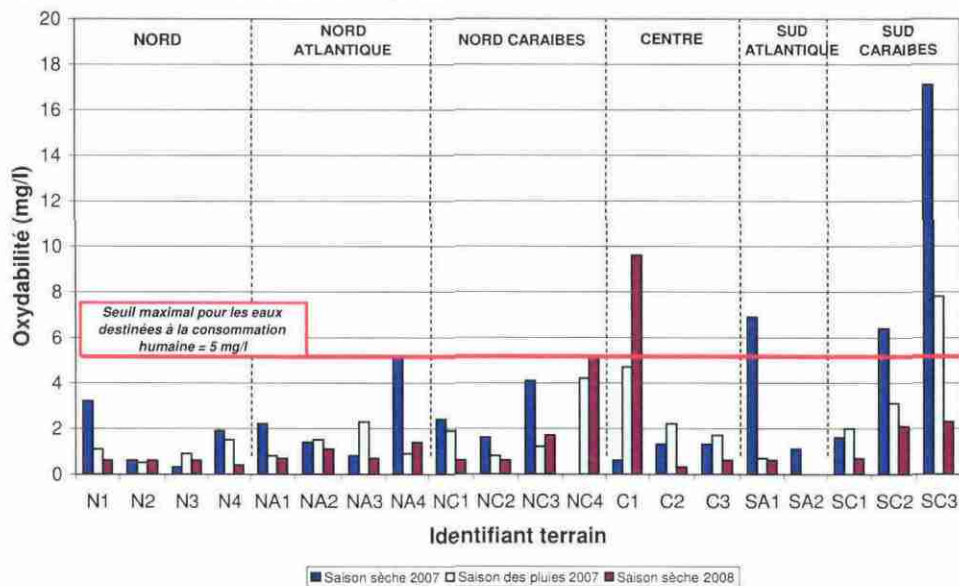


Illustration 24 : Oxydabilité des eaux du réseau mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, la limite maximale de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

La majorité des stations qui présentaient des teneurs supérieures à 4 mg/l en saison sèche 2007, ont désormais des teneurs proches voire en-dessous de 2 mg/l (contamination locale en 2007 ?).

A l'inverse, les stations NC4 et C1 montrent des teneurs plus importantes, signes d'accumulations importantes de matières organiques dans les milieux concernés. Les limites maximales autorisées pour l'AEP sont même désormais dépassées.

L'augmentation de l'oxydabilité pourrait trouver une explication pour le site C1. En effet, l'ouvrage n'est plus utilisé par l'usine Yoplait, située à proximité, depuis mi-2007 et n'est donc plus entretenu. Sa détérioration est nettement visible (rouille importante) et il semble que le forage soit même obstrué. L'eau est stagnante (odeur, eau chargée en particule) et pourrait favoriser la prolifération de bactéries. Cette hypothèse est confirmée par la faible teneur en nitrate (dénitrification) et les fortes teneurs en COD, en fer total et en manganèse total.

Malgré cela, il ne semble donc pas y avoir pas de réelle problématique de pollution des masses d'eau par les matières organiques puisque seules 2 stations sur 20 dépassent le seuil maximal autorisé pour les eaux destinées à la consommation humaine. Un suivi au minimum semestriel de ce paramètre est toutefois recommandé afin de prévenir toute variation anormale au cours du temps.

2.3.2. Carbone organique dissous (COD)

Le carbone organique, présent dans les eaux naturelles, est composé en majeure partie de substances humiques, de matériaux végétaux et animaux partiellement dégradés ainsi que de substances organiques provenant de divers effluents d'assainissement ou industriels. Pour un effluent donné, une corrélation peut être établie entre le carbone organique dissous et la demande chimique ou biochimique en oxygène. La mesure du carbone organique dissous permet donc de détecter et de suivre, le cas échéant une pollution organique du milieu aquatique.

L'effet principal de la présence de matière organique dans un milieu est la consommation d'oxygène induite par sa dégradation. Elle est ainsi susceptible de modifier les conditions physico-chimiques du milieu. Dans les eaux naturelles (de surface ou souterraines), la teneur en COD peut varier de 1 à 30 mg/l. Les valeurs proches de 30 mg/l sont cependant signes d'une pollution organique. L'illustration 25 ci-dessous présente les teneurs en carbone organique dissous détectées en 2007 et en saison sèche 2008.

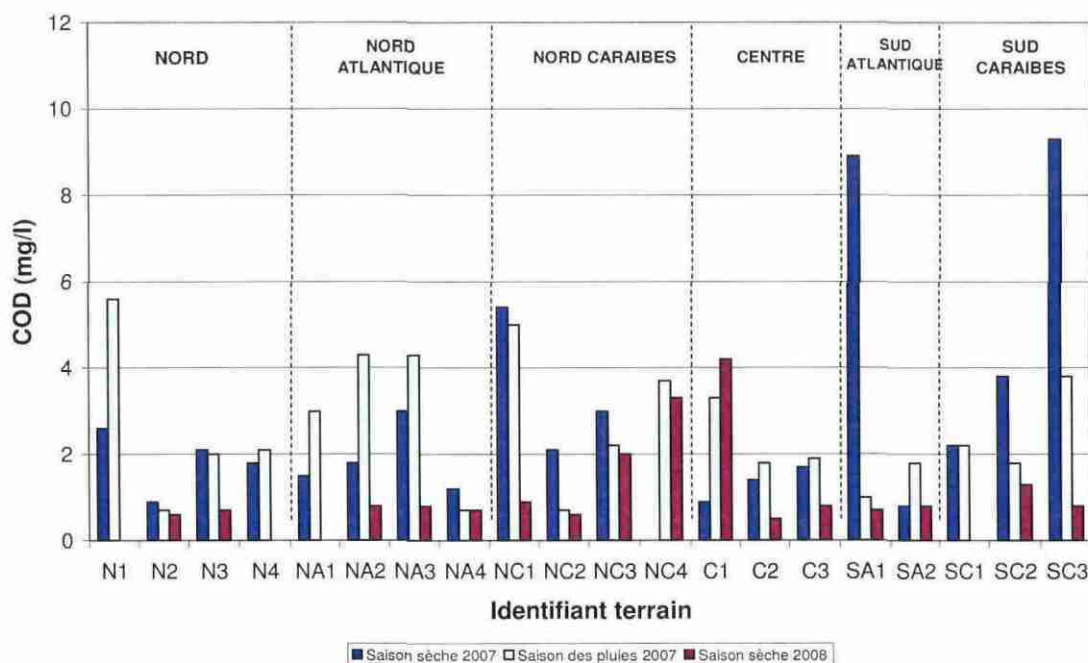


Illustration 25 : Histogramme des teneurs en carbone organique dissous mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

Seules 2 stations sur 20 dépassent 2 mg/l de COD. Ce sont les mêmes stations que celles qui ont les plus fortes valeurs en oxydabilité. Ceci corrobore l'hypothèse de la présence de matière organique en cours de dégradation.

La station SA1 présentait en saison sèche 2007 des traces d'animal en décomposition au fond du forage pouvant expliquer la forte teneur de l'époque et sa nette diminution 6 mois plus tard. La campagne de saison sèche 2008 confirme le retour à des teneurs naturelles. Le forage a en outre été utilisé plusieurs fois avant le prélèvement par l'exploitant agricole (renouvellement de la colonne d'eau).

L'ensemble des stations du réseau montre des teneurs en COD relativement faibles. Ce paramètre devrait toutefois bénéficier d'un suivi au moins semestriel afin de détecter toute variation anormale.

2.4. FER TOTAL

Analyser le fer total correspond à déterminer la quantité de fer sous sa forme dissoute et sous sa forme « complexée » sur des échantillons non filtrés.

En effet, les deux états d'oxydation du fer que sont le fer ferreux (Fe^{II}), forme la plus courante, et le fer ferrique (Fe^{III}), ont la propriété de former de nombreux complexes avec des oxydes (FeOH^+ , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, HFeO_2^- , etc...) mais aussi avec la matière organique. Les complexes ferreux formés dans ce dernier cas sont d'ailleurs très résistants à l'oxydation et sont souvent abondants dans les eaux naturelles. L'analyse en eau filtrée ne permet pas de les quantifier car ces complexes sont retenus par le filtre.

La concentration du fer total dans les eaux souterraines est également largement influencée par le pH et le potentiel d'oxydoréduction du milieu. Les résultats des analyses sont présentés dans l'illustration 28.

La présence de fer dans les eaux souterraines à des très fortes concentrations (plusieurs mg/l) n'est pas forcément révélatrice d'une pollution anthropique mais elle peut être issue d'un **processus naturel lié aux contextes des aquifères captifs ou semi-captifs**.

Les stations concernées par les plus fortes concentrations en saison sèche 2008 sont les stations NA1, NC2, NC4, C1, et SC3. Pour les stations C1 et NC4, un accroissement de leur teneur en COD et oxydabilité est également observé, ce qui témoigne ainsi de la présence de matière organique pouvant favoriser la formation de complexes ferreux.

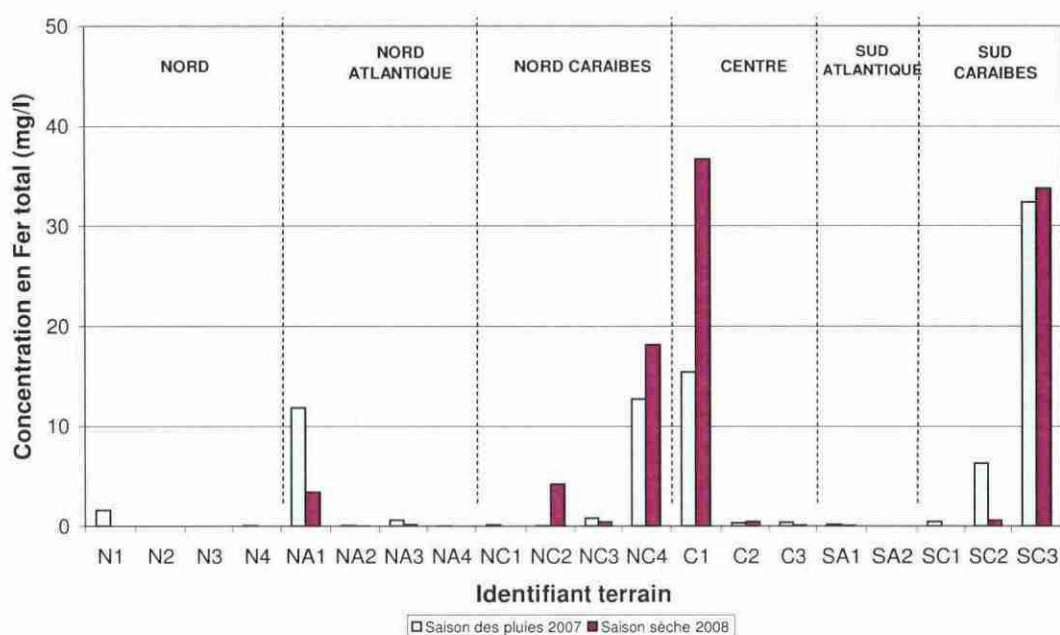


Illustration 26 : Histogramme des teneurs en fer total mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

Il faut également noter que la proportion fer dissous / fer « complexé » est variable selon les points (Illustration 27).

Indice terrain	n° BSS	Fer dissous	Fer total	% Fer dissous	% Fer complexé
NA1	1169ZZ0006	0,89	3,42	26%	74%
NC2	1177ZZ0161	0,21	4,21	5%	95%
NC4	1172ZZ0050	9,46	18,13	52%	48%
C1	1175ZZ0106	10,02	36,69	27%	73%
SC3	1184ZZ0001	0,71	33,81	2%	98%

Illustration 27 : Proportion de fer dissous et de fer complexé pour les stations du réseau ayant plus de 1 mg/l de fer total

Seule la station NC4 présente une part égale de fer dissous et de fer complexé. Pour les autres stations, la proportion de fer complexé dépasse les 70 %.

2.5. MANGANESE TOTAL

Comme pour le fer total, analyser le manganèse total correspond à déterminer la quantité de manganèse sous sa forme dissoute et sous sa forme « complexée » sur des échantillons non filtrés.

Comme pour le fer, la teneur en manganèse est essentiellement contrôlée par les conditions de pH et de Eh. Un milieu acide, réducteur et riche en matière organique est favorable à la mise en solution du manganèse. Au contraire, en milieu oxygéné, le manganèse est complexé par la précipitation de minéraux et la co-précipitation avec des hydroxydes. Les résultats des analyses sont présentés dans l'illustration 28.

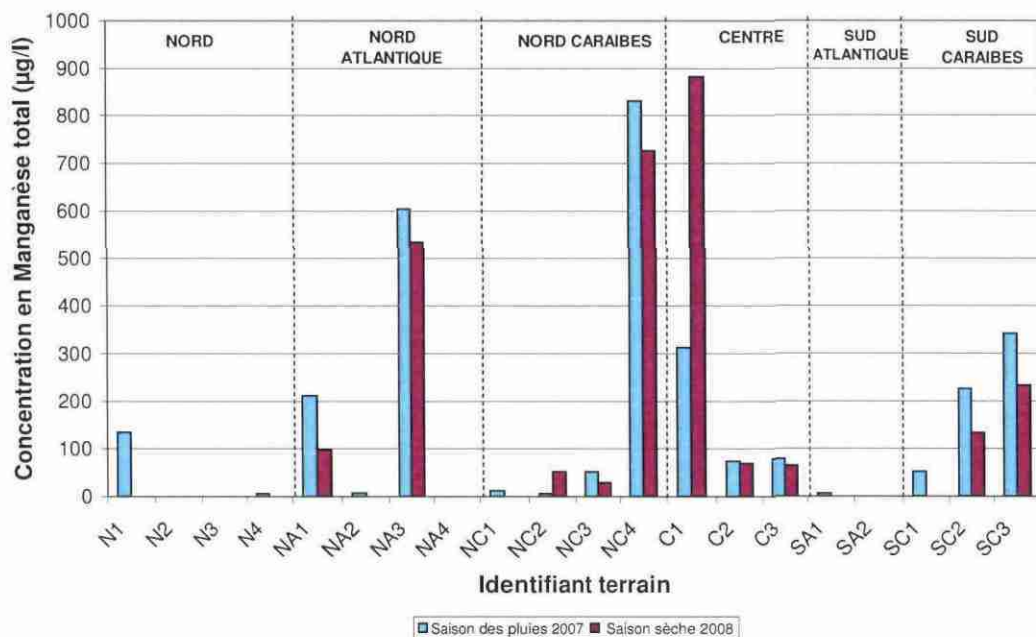


Illustration 28 : Histogramme des teneurs en manganèse total mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

Les stations concernées par les plus fortes concentrations en manganèse le sont généralement également pour le fer. La station C1 présente d'ailleurs une hausse simultanée de ses teneurs pour ces deux éléments. Mais, contrairement au fer, le manganèse ne forme pas de complexe résistant avec la matière organique ; C'est pourquoi la proportion de manganèse complexé reste assez faible (inférieure à 20-30 %).

Les paramètres fer et manganèse peuvent ainsi être utilisés pour classer l'état chimique des masses d'eau concernées mais pas vraiment pour déterminer leur degré d'altération.

2.6. SILICIUM (H₄SiO₄)

Le silicium est, après l'oxygène, l'élément le plus abondant de la croûte terrestre. Il constitue en outre un élément essentiel de nombreux minéraux, en particulier dans les roches ignées, les grès et les argiles (silicates, silicates d'alumines). D'une manière générale, les minéraux silicatés sont peu altérables si bien que les teneurs mesurées dans les eaux sont souvent faibles (quelques dizaines de mg/l). L'altération des silicates s'accompagne d'une augmentation des concentrations en silice dans les eaux. En milieu tropical, ce phénomène est d'ailleurs accentué.

L'illustration 29 montre que les concentrations en silice mesurées en saison sèche 2008 sont comprises entre 30 mg/l et près de 120 mg/l. L'altération des roches silicatées est un processus lent et les eaux jeunes sont donc moins riches en SiO₂ que les eaux plus anciennes. Cet élément peut être, en l'absence de thermalisme, un bon indicateur des temps de résidence des eaux dans les systèmes aquifères.

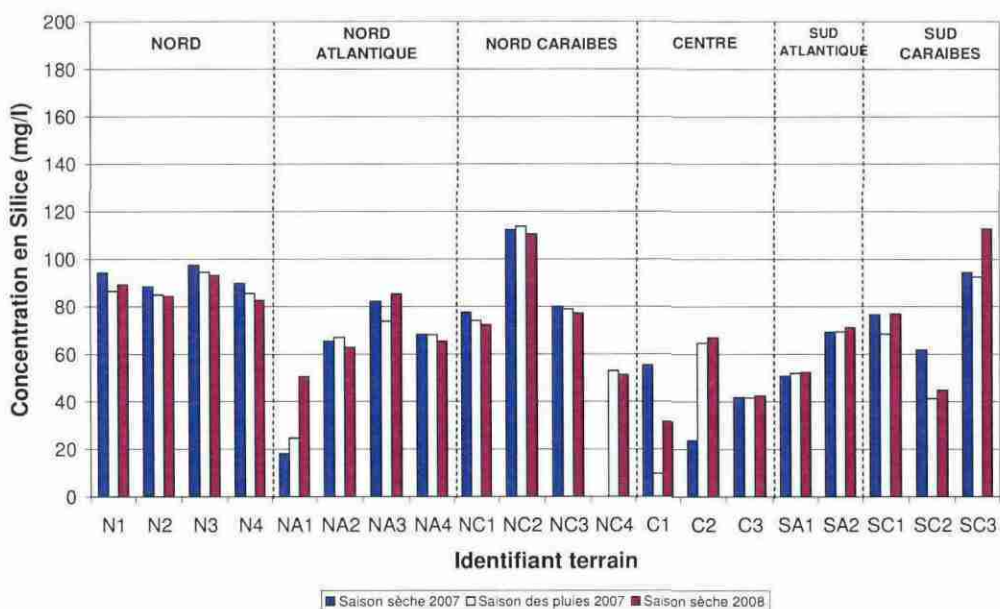


Illustration 29 : Histogramme des concentrations en silice mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

On ne constate pas d'évolution claire depuis 3 campagnes. Seules les stations NA1 et SC3 présentent une hausse nette de leur teneur en silicium.

Plus que le lessivage des minéraux silicatés dû à des facteurs climatiques, c'est leur solubilité, liée à d'autres paramètres physico-chimiques des eaux (pH, T°, etc.) qui influencerait d'avantage la concentration en silicates des eaux souterraines.

La présence de silice à ces concentrations révèle une origine naturelle des eaux et ne constitue donc pas un paramètre déclassant la qualité des masses d'eau souterraines concernées.

2.7. COMPOSES AZOTES

2.7.1. Nitrates (NO₃⁻)

• Origine des nitrates dans les eaux

L'ion nitrate est la forme la plus oxydée de l'azote. Ses sources naturelles sont principalement la dégradation de la matière organique des sols, les activités biologiques et les pluies. Les sources anthropiques sont par ailleurs nombreuses, le plus souvent liées au lessivage d'engrais, d'effluents d'élevage et aux rejets domestiques et industriels. Les teneurs en nitrate des eaux souterraines dépendent également beaucoup des processus biogéochimiques qui régissent le cycle de l'azote. En milieu tempéré et sur terrains en herbe, une teneur supérieure à 10 mg/l traduit un apport anthropique. **La norme de qualité fixée par la DCE s'élève à 50 mg/l** (Circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006).

• Résultats et interprétation des analyses

L'illustration 30 ci-dessous présente les teneurs en nitrates mesurées en 2007 et lors de la campagne de saison sèche 2008.

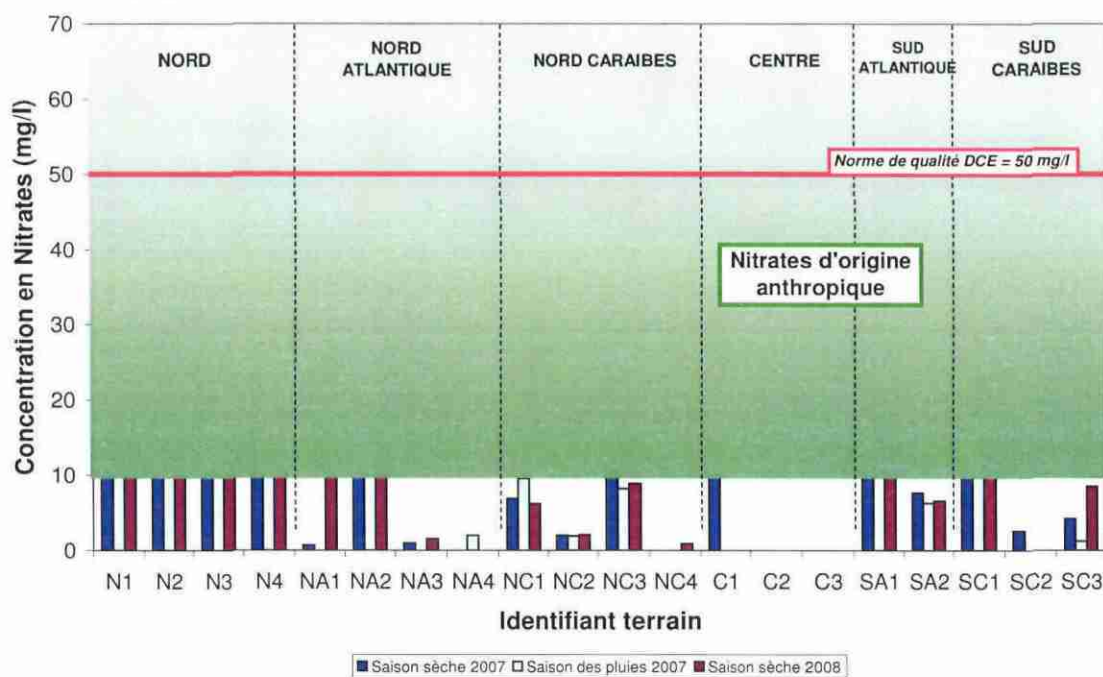


Illustration 30 : Histogramme des concentrations en nitrates mesurées en 2007 et en saison sèche 2008 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)

50% des eaux étudiées montre la présence de nitrates d'origine anthropique en saison sèche 2008. Les eaux des stations du Nord de l'île (masse d'eau Nord et la station NA2) présentent des teneurs en nitrates proche de la limite de 50 mg/l, **la station N4 a**

d'ailleurs atteint pour la première fois cette norme de qualité fixée par la Directive Cadre (limite rouge du graphique).

Une attention particulière doit donc être portée sur le comportement à la hausse des concentrations observées sur la masse d'eau Nord (N1, N3, N4) et dans une moindre mesure NA2 et N2 qui semblent, malgré leur forte teneur en NO_3 , présenter une tendance à la baisse (Illustration 31).

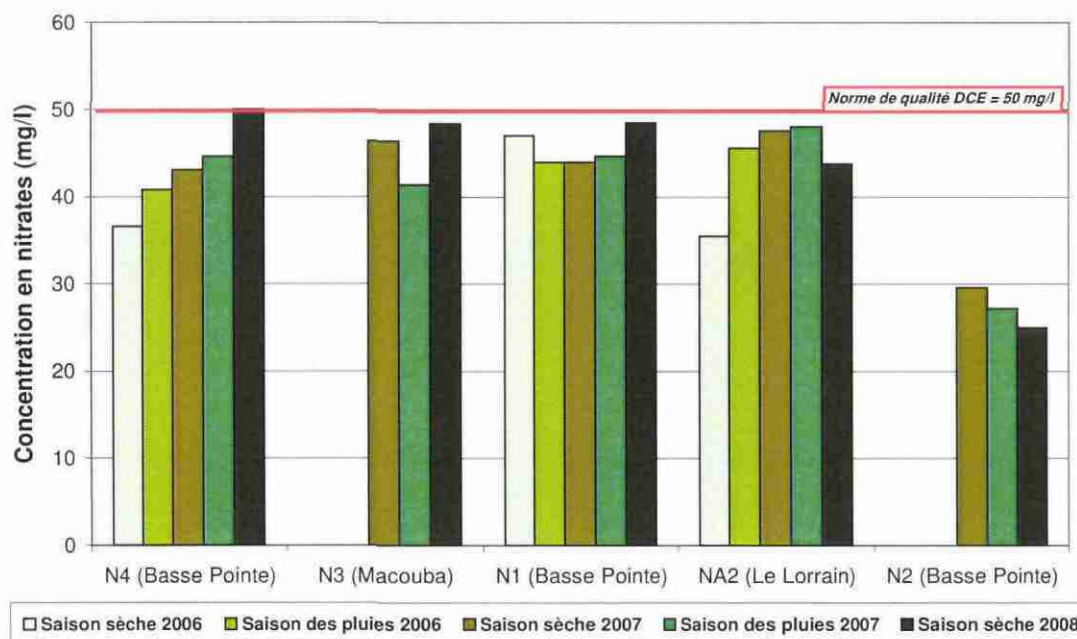


Illustration 31 : Evolution des teneurs en nitrates sur 5 sites, depuis 2006 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)

La proximité de ces concentrations mesurées avec le seuil DCE de 50 mg/l laisse présager d'un risque de dépassement de ce seuil à courte échéance pour toutes les stations de la masse d'eau Nord et pour la station NA2.

• Réflexion sur les origines de l'élément nitrate

Il est possible de mettre en évidence les processus de dénitrification ou de contamination anthropique par les nitrates à l'aide de diagrammes représentant les concentrations en nitrates en fonction des concentrations en chlorures (Illustration 32). Pour mémoire, le processus de dénitrification est généralement possible en milieu réducteur, c'est-à-dire des nappes dans lesquelles le potentiel d'oxydo-réduction est inférieur à 100 mV NHE.

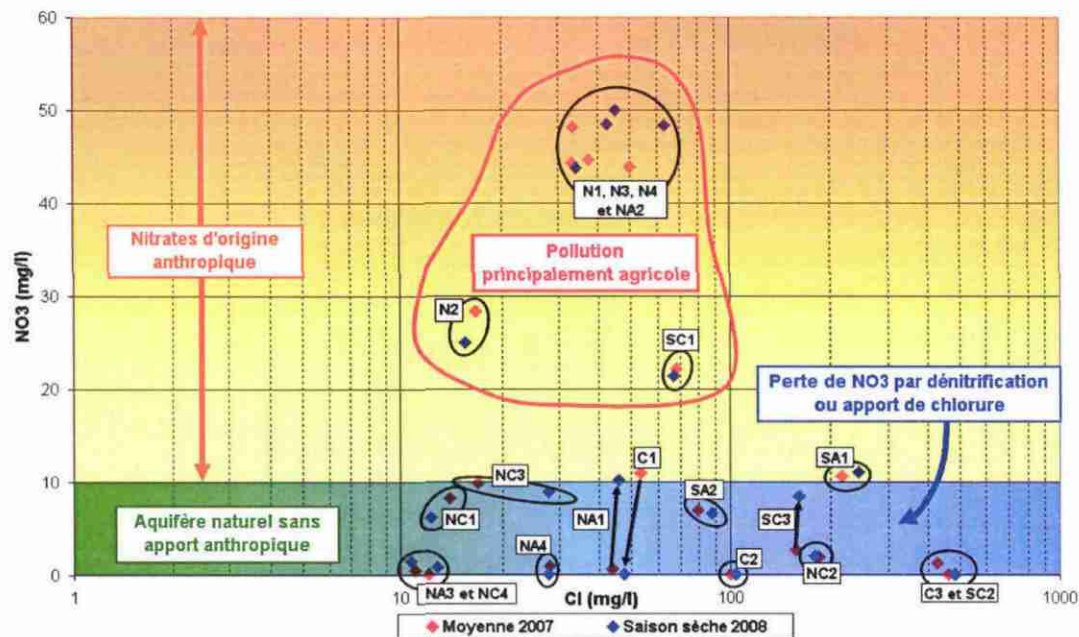


Illustration 32 : Diagramme nitrates versus chlorures (en mg/l) d'après les mesures effectuées en 2007 et en saison sèche 2008 (N.B. : en 2008, les points NA4, C1, C2, C3 et SC2 ont des teneurs en nitrates inférieures à la limite de quantification égale à 0,5 mg/l)

Les fortes concentrations en nitrates d'origine anthropique sont corrélées avec de fortes concentrations en chlorures dans le cas d'apports majoritairement agricoles et urbaines. C'est le cas de l'ensemble des stations de la masse d'eau Nord, de NA2 et de SC1.

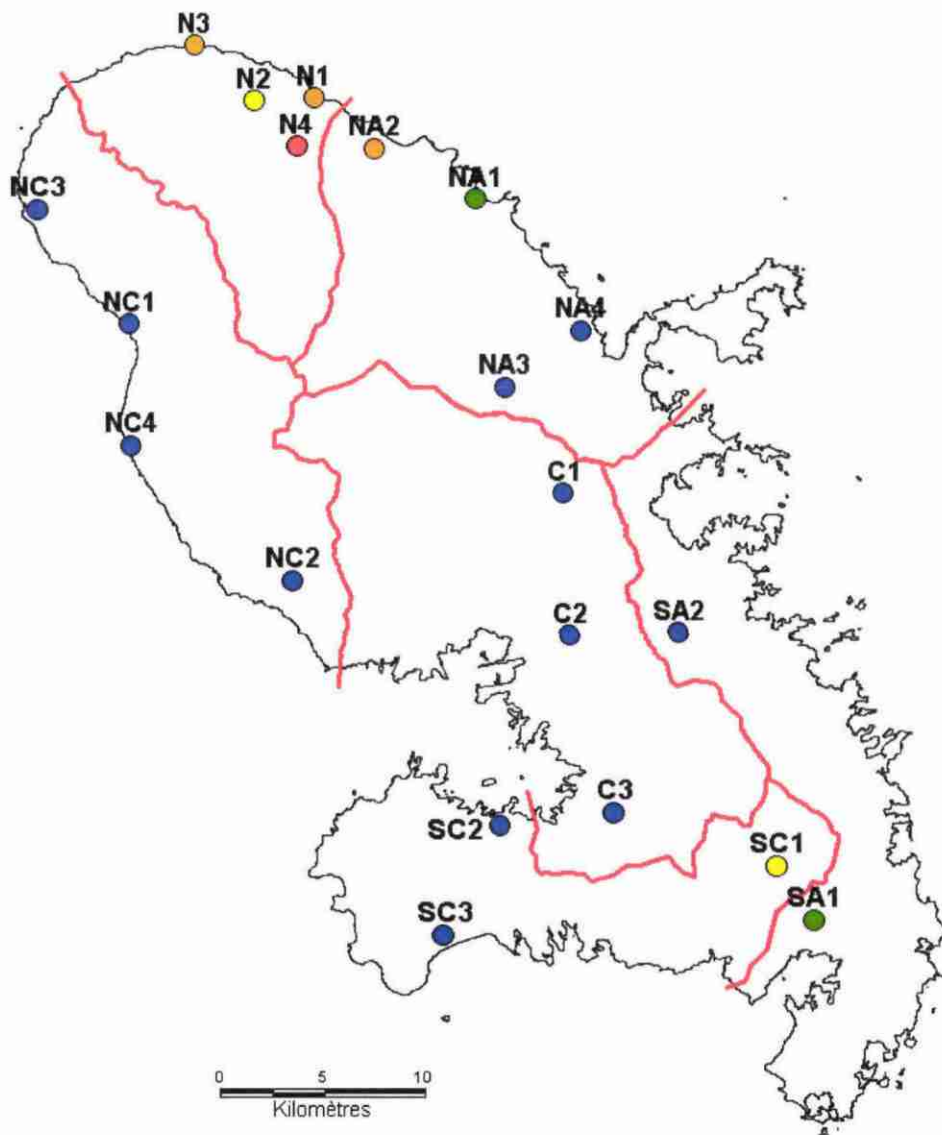
Certains phénomènes naturels peuvent modifier le rapport entre ces deux éléments. En effet, les stations C2, C3, SC2, NC2 et SC3 présentent de fortes concentrations en chlorures et une relative faible teneur en nitrate. Deux cas peuvent expliquer cet état de fait :

- les chlorures mesurés sur ces stations ont une origine naturelle (biseau salé, lentille d'eau de mer ancienne piégée),
- les nappes étudiées ont subi un processus de dénitrification.

De plus, les processus de dénitrification s'accompagnent généralement d'une hausse des concentrations en fer et en manganèse (indicateurs de milieu réducteur confiné). Ce phénomène s'observe bien sur les stations NC2, NC4, NA1, SC2, SC3 et C1. En un an, cette dernière a vu sa teneur en nitrate passer de 22 mg/l à 0,5 mg/l. A l'inverse, son fer dissous est passé de l'ordre de quelques µg/l à 10 mg/l et son manganèse dissous de 23 à 614 µg/l.

• **Etat patrimonial de la ressource**

L'illustration 33 ci-dessous présente les teneurs en nitrates enregistrées à l'issue des 2 campagnes de 2007 et de celle de 2008. Les dégradations les plus importantes vis-à-vis des nitrates s'observent sur les stations de la masse d'eau Nord (en comptant la station NA2). Ceci pourrait être attribué aux importantes activités agricoles du secteur mais aussi aux caractéristiques des nappes du secteur (nappes libres moins sujettes aux phénomènes de dénitrification). A noter également la dégradation relative de la station SC1, également située dans une zone d'activité agricole.



LEGENDE

- 0 mg/l < [NO3] < 10 mg/l
- 10 mg/l < [NO3] < 20 mg/l
- 20 mg/l < [NO3] < 40 mg/l
- 40 mg/l < [NO3] < 50 mg/l
- [NO3] > 50 mg/l



Illustration 33 : Carte des teneurs en nitrates mesurées en saison sèche 2008

2.7.2. Ammonium (NH₄⁺)

• L'ammonium dans le milieu naturel

L'ion ammonium est la forme la plus réduite de l'azote dans les eaux naturelles. Il a la propriété d'être fortement adsorbé sur les surfaces minérales. Les sources naturelles d'azote ammoniacal sont principalement la réduction des nitrates par des bactéries autotrophes ou par des éléments métalliques, la dégradation de la matière organique et les eaux météoriques (concentrations communes de 0,1 à 2 mg/l).

La concentration en ammonium est généralement faible dans les eaux souterraines (le plus souvent inférieure à 0,2 mg/l), principalement à cause de sa complexation avec des éléments du sol et son oxydation rapide en milieu oxygéné. De plus fortes concentrations en ammonium sont toutefois possibles en milieu anoxique (teneurs pouvant atteindre 3 mg/l) ou lorsque les vitesses de circulation des eaux sont rapides (et en cas de forages mal réalisés).

La valeur seuil DCE provisoire retenue au niveau national pour la définition de l'état chimique des eaux souterraines est de 0,5 mg/l (Circulaire DCE 2006/18). Cette valeur seuil est à prendre avec précaution compte tenu des possibles influences du contexte géologique et hydrogéologique de la Martinique.

• Résultats et interprétation

Les résultats des analyses sont représentés dans l'illustration 34.

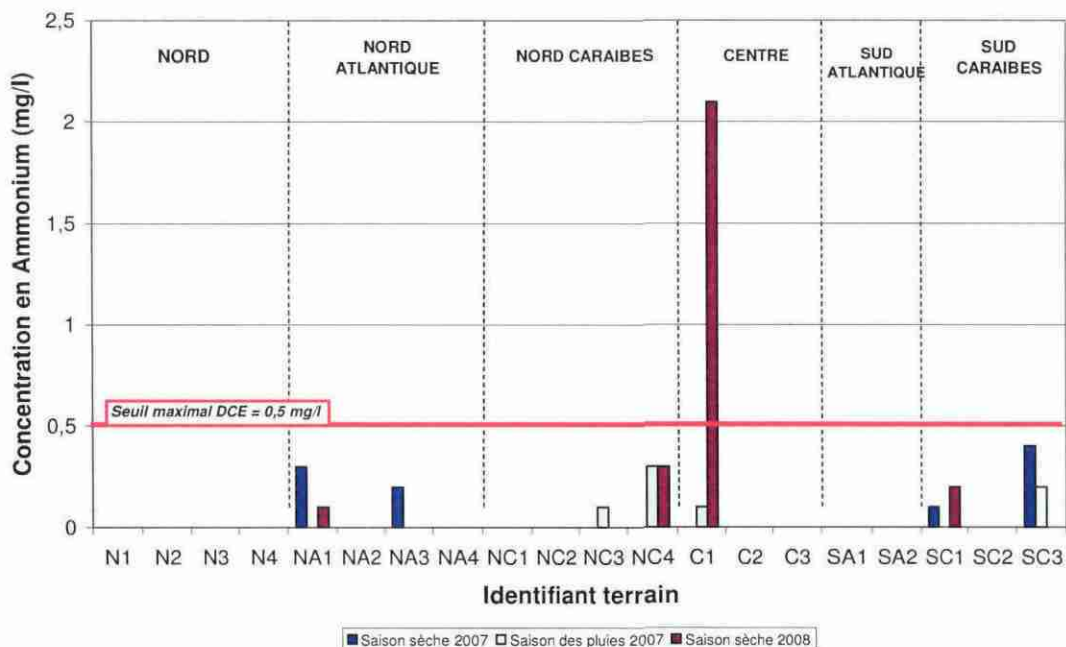


Illustration 34 : Histogramme des concentrations en ammonium mesurées en 2007 et en saison sèche 2008

La station C1 dépasse nettement la valeur seuil DCE provisoire de 0,5 mg/l retenue au niveau national. D'autres stations présentent des concentrations proches mais toujours inférieures à ce seuil (stations NA1, NC4 et SC1).

La présence d'ammonium, sur les stations C1 et NC4 principalement, semble se corrélérer avec des concentrations en oxygène dissous inférieures à 2 mg/l. La combinaison de ces deux paramètres semblent indiquer que les aquifères concernés ne peuvent pas être le siège de processus de nitritation ($\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2$) puis de nitratisation ($\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$). En effet, la très faible oxygénation de l'eau dans ces milieux confinés rend impossible ces deux réactions. L'ammonium rencontré ne peut donc a priori pas se dégrader en nitrites ou nitrates.

A noter, pour la station C1, une forte baisse de la teneur en nitrates observée entre la saison des pluies 2007 et la saison sèche 2008.

2.8. MICROPOLLUANTS MINÉRAUX

2.8.1. Méthodologie

Au total, 8 micropolluants minéraux ont été recherchés lors de la campagne de surveillance effectuée en saison sèche 2008. L'illustration 35 présente les résultats, les limites de quantification du laboratoire, des seuils provisoires adoptés au niveau national dans le cadre de la DCE, et des concentrations maximales admissibles issues de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine.

Nom	Limite de quantification (donnée laboratoire)	Seuil provisoire adopté au niveau national dans le cadre de la DCE	Norme AEP : Concentrations maximales admissibles (Arrêté du 11/01/2007)
Aluminium (Al)	10 µg/l	-	200 µg/l
Arsenic (As)	0,05 µg/l	10 µg/l	10 µg/l
Bore (B)	10 µg/l	-	1000 µg/l
Cuivre (Cu)	0,3 µg/l	-	2000 µg/l
Fer (Fe)	20 µg/l	-	200 µg/l
Lithium (Li)	2 µg/l	-	-
Manganèse (Mn)	5 µg/l	-	50 µg/l
Zinc (Zn)	2 µg/l	-	5000 µg/l

Illustration 35 : Synthèse des micropolluants minéraux recherchés

Les limites de quantification pour l'arsenic, le cuivre et le zinc ont été améliorées par rapport à la campagne de saison des pluies 2007.

Parmi ces éléments recherchés, seul l'arsenic dispose de valeurs seuils provisoires conformes aux prescriptions de la DCE. Cette valeur seuil provisoire est par conséquent utilisée à titre indicatifs, sans pouvoir déclasser les masses d'eau concernées.

Pour les 7 autres éléments ne disposant pas de valeurs seuils provisoires, les normes AEP prescrites dans l'arrêté du 11 janvier 2007 ont été employées. Ces seuils ne pourront toutefois pas déclasser les masses d'eau concernées. Seul le lithium ne présente pas de référence de qualité.

Nota : Il est utile de constater que les seuils provisoires adoptés au niveau national dans le cadre de la DCE pour l'arsenic (et également pour le plomb) sont identiques aux seuils prescrits pour l'AEP dans l'arrêté du 11 janvier 2007.

2.8.2. Synthèse des micropolluants minéraux détectés en saison sèche 2008

Afin de mettre en évidence les résultats de la campagne de saison sèche 2008, des synthèses statistiques ont été effectuées. Deux types de synthèses sont réalisés :

- une synthèse permettant de représenter le type d'éléments retrouvés en Martinique (avec les fréquences de détection associées, et les masses d'eau concernées),
- une synthèse détaillant, par masse d'eau, les points à surveiller.

En parallèle à ces tableaux de synthèse, une carte récapitulative des principaux points à surveiller est présentée dans l'illustration 38. Ces synthèses pourront être ainsi réemployées lorsque les normes de qualité définitives auront été définies pour la Martinique.

• Synthèse des micropolluants minéraux détectés en Martinique

L'illustration 36 présente la synthèse des micropolluants minéraux détectés en saison sèche 2008 sur le réseau de surveillance de Martinique. La synthèse présente le nombre de masses d'eau concernées par la présence des éléments (sur un total de 6 masses d'eau), le nom des masses d'eau concernées (Ex abrégées : NC = Nord Caraïbes), le nombre de stations concernées sur le réseau (sur un total de 20 stations) ainsi que la fréquence moyenne de détection des éléments. Les surlignages orangés marquent les éléments présentant des dépassements des seuils provisoires DCE et/ou des concentrations maximales admissibles pour l'alimentation en eau potable.

Micropolluants minéraux	Nombre de masses d'eau concernées	Masses d'eau concernées	Nombre de stations concernées	Fréquence de détection sur l'île	Seuils provisoires DCE Normes CMA AEP	
					Nombre de dépassement	Masses d'eau concernées
Aluminium	6	toutes	16	80%	0	-
Arsenic	6	toutes	20	100%	1	NA
Bore	6	toutes	20	100%	0	-
Cuivre	6	toutes	15	75%	0	-
Fer	5	N, NA, NC, C, SC	11	55%	5	NA, NC, C, SC
Lithium	6	toutes	12	60%	-	-
Manganèse	4	NA, NC, C, SC	9	45%	9	NA, NC, C, SC
Zinc	6	toutes	20	100%	0	-
Total					15	

Illustration 36 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur le réseau en saison sèche 2008

La totalité des 8 micropolluants minéraux recherchés lors de cette campagne 2008 ont été retrouvés. Les éléments arsenic, bore et zinc ont été détectés sur toutes les stations du réseau.

Sur une station de la masse d'eau Nord Atlantique (NA1), l'arsenic est retrouvé au-dessus de sa valeur seuil provisoire de 10 µg/l retenue dans le cadre de la directive

cadre européenne. Les teneurs en fer dissous et en manganèse dissous ont, quant à eux, dépassé respectivement 5 fois et 9 fois les normes de concentrations maximales admissibles pour la consommation humaine (les seuils DCE n'ayant pas encore été définis).

Les concentrations observées pour les autres éléments sont par ailleurs conformes aux concentrations attendues dans des contextes d'aquifères volcaniques. Ces éléments ne présentent pas de dépassement des seuils définis pour l'alimentation en eau potable.

Les masses d'eau Nord et Sud Atlantique sont complètement exemptes d'anomalie particulière concernant les micropolluants minéraux.

Parmi les éléments dépassant les normes, l'arsenic peut atteindre naturellement plusieurs dizaines de $\mu\text{g/l}$ dans les eaux souterraines, spécialement en contexte volcanique. Le fer peut atteindre quelques mg/l dans des eaux réductrices à pH acide et en présence de matière organique. Enfin, le manganèse peut atteindre jusqu'à 1 mg/l en milieu réducteur et acide.

• Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur chaque masse d'eau

Les synthèses effectuées pour chaque masse d'eau mettent en évidence :

- les éléments détectés sur chacune des masses d'eau,
- le pourcentage de stations de la masse d'eau détectées positives pour ces éléments en saison sèche 2008,
- les stations où la teneur détectée dépasse la norme DCE ou, à défaut, la concentration maximale admissible pour la consommation humaine.
- les concentrations minimum, maximum et moyenne de chaque élément détecté au cours de la campagne réalisée en saison sèche 2008.

Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique : saison sèche 2008

Masse d'eau	Elément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Pourcentage des stations où l'élément est détecté	Stations où la teneur dépasse la DCE ou le CMA	min	max	moy
NORD (4 stations)	Aluminium	200	-	100%	-	13	80	32
	Arsenic	10	10	100%	-	0,2	0,4	0,3
	Bore	1000	-	100%	-	18	28	24
	Cuivre	2000	-	100%	-	0,3	1,1	0,7
	Fer	200	-	25%	-	20	20	20
	Lithium	-	-	25%	-	3	3	3
	Zinc	5000	-	100%	-	3	9	5,7
NORD ATLANTIQUE (4 stations)	Aluminium	200	-	50%	-	19	23	21
	Arsenic	10	10	100%	NA1	0,1	39	15,2
	Bore	1000	-	100%	-	20	887	238,3
	Cuivre	2000	-	50%	-	0,3	0,6	0,45
	Fer	200	-	50%	NA1	140	890	515
	Lithium	-	-	50%	-	3	50	26,5
	Manganèse	50	-	50%	NA1 (min) + NA3 (max)	103	576	339,5
Zinc	5000	-	100%	-	2	8	4,7	
NORD CARAIBES (4 stations)	Aluminium	200	-	100%	-	16	48	27,3
	Arsenic	10	10	100%	-	0,7	7,7	3,65
	Bore	1000	-	100%	-	20	123	54,8
	Cuivre	2000	-	75%	-	0,5	1,7	1
	Fer	200	-	75%	NC4	50	9460	3240
	Lithium	-	-	75%	-	4	25	11,6
	Manganèse	50	-	50%	NC2 (min) + NC4 (max)	61	863	462
Zinc	5000	-	100%	-	3	88	28,2	
CENTRE (3 stations)	Aluminium	200	-	86%	-	16	65	40,5
	Arsenic	10	10	100%	-	0,1	2,1	1,4
	Bore	1000	-	100%	-	24	509	200,7
	Cuivre	2000	-	86%	-	0,5	0,8	0,65
	Fer	200	-	100%	C1 + C2 (250 µg/l)	70	10020	3446
	Lithium	-	-	86%	-	9	63	36
	Manganèse	50	-	100%	C2 (min) + C3 (97 µg/l) + C1 (max)	75	814	262
Zinc	5000	-	100%	-	4	38	15,6	
SUD ATLANTIQUE (2 stations)	Aluminium	200	-	50%	-	28	28	28
	Arsenic	10	10	100%	-	0,3	0,7	0,5
	Bore	1000	-	100%	-	49	66	57,5
	Cuivre	2000	-	100%	-	0,4	1,7	1,1
	Lithium	-	-	50%	-	4	4	4
	Zinc	5000	-	100%	-	8	9	8,5
SUD CARAIBES (3 stations)	Aluminium	200	-	100%	-	17	27	23,3
	Arsenic	10	10	100%	-	0,6	7,9	3,1
	Bore	1000	-	100%	-	38	359	162
	Cuivre	2000	-	86%	-	0,3	0,4	0,35
	Fer	200	-	86%	SC3	100	710	405
	Lithium	-	-	100%	-	4	78	28,6
	Manganèse	50	-	86%	SC2 (min) + SC3 (max)	83	307	95
Zinc	5000	-	100%	-	5	213	82	

Illustration 37 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur chaque masse d'eau en saison sèche 2008

• Masse d'eau Nord

Seul le manganèse n'a pas été détecté dans cette masse d'eau.

En 2007, la station N4 avait enregistré des teneurs en cuivre de 387 puis 50 µg/l, traduisant une possible pollution ponctuelle d'origine anthropique. La valeur de saison sèche 2008 (0,8 µg/l) rend compte d'un retour à un ordre de grandeur plus proche du fond géochimique de la Martinique pour cet élément.

Pour la 1^{ère} fois depuis 8 campagnes d'analyse, la station N4 atteint une teneur en aluminium de 80 µg/l. Cette évolution récente devra être surveillée lors de la prochaine campagne.

Les autres éléments détectés ne présentent pas de concentration anormale, et restent de plus inférieures aux concentrations maximales admissibles pour l'AEP.

• Masse d'eau Nord Atlantique

Parmi les analyses effectuées en saison sèche 2008 sur cette masse d'eau et comme en 2007, l'arsenic présente des concentrations supérieures aux valeurs seuils provisoires fixée par la DCE sur la station NA1. Cette station présente également des teneurs en fer et manganèse dépassant largement la concentration maximale admissible (CMA) pour la consommation humaine. La station NA3 dépasse également la CMA pour le manganèse.

Il faut noter que la présence d'arsenic dans les eaux souterraines à des concentrations de plusieurs dizaines de µg/l reste fréquente. La concentration en arsenic ainsi observée pourrait être d'origine naturelle.

L'élément bore a été détecté à une concentration très proche du seuil de 1000 µg/l fixé pour l'AEP sur la station NA1 (887 µg/l). Une participation anthropique des apports en bore sur cette station ne peuvent être exclus (ex : bore contenu dans les lessives).

• Masse d'eau Nord Caraïbes

La station NC4 dépasse d'environ 50 fois la CMA pour l'AEP du fer et de près de 15 fois la CMA pour l'AEP du manganèse. Ces fortes valeurs devront faire l'objet d'un suivi étroit lors des prochaines campagnes.

Dans une moindre mesure, la station NC2 dépasse légèrement la CMA pour l'AEP du manganèse.

Les autres éléments détectés ne présentent pas de concentration anormale, et restent de plus inférieures aux concentrations maximales admissibles pour l'AEP.

• Masse d'eau Centre

Les trois stations de cette masse d'eau dépassent la CMA pour l'AEP du manganèse. La station C1 présente même une teneur qui a été multiplié par 3 par rapport à la dernière campagne de saison des pluies 2007 (passant de 260 à 614 µg/l, soit plus de 12 fois la CMA).

Les stations C1 et C2 dépassent également la CMA pour l'AEP du fer. Pour la station C1, cet élément a été d'ailleurs détecté en saison sèche 2008 dans des teneurs 10 fois supérieures à celles de la campagne de saison des pluies 2007 (passant de 1,17 à 10,02 mg/l, soit plus de 50 fois la CMA).

Ces fortes valeurs devront faire l'objet d'un suivi étroit lors des prochaines campagnes. Les autres éléments détectés ne présentent pas de concentration anormale, et restent de plus inférieures aux concentrations maximales admissibles pour l'AEP.

• Masse d'eau Sud Atlantique

Tout comme en 2007, la masse d'eau Sud Atlantique présente le nombre le plus restreint de micropolluants minéraux. Les éléments les plus communs tels que l'arsenic, le zinc et le bore y sont bien représentés, dans des concentrations toutefois caractéristiques d'une origine naturelle, et restant de plus inférieures aux concentrations maximales admissibles pour l'AEP.

Le fer et le manganèse n'ont pas été détectés dans cette masse d'eau.

• Masse d'eau Sud Caraïbes

Les stations SC2 et SC3 dépassent la CMA pour l'AEP du manganèse.

Pour la station SC3, l'élément fer dépasse également la CMA pour l'AEP. En effet, cet élément a été détecté en saison sèche 2008 dans des teneurs presque 4 fois supérieures à celles de la campagne de saison des pluies 2007 (passant de 200 à 710 µg/l, soit presque 4 fois la CMA).

De plus, la masse d'eau Sud Caraïbes a montré, comme en 2007, la présence d'arsenic sur la station SC2 à une concentration très proche du seuil provisoire fixé par la DCE. Sa présence est toutefois probablement d'origine naturelle.

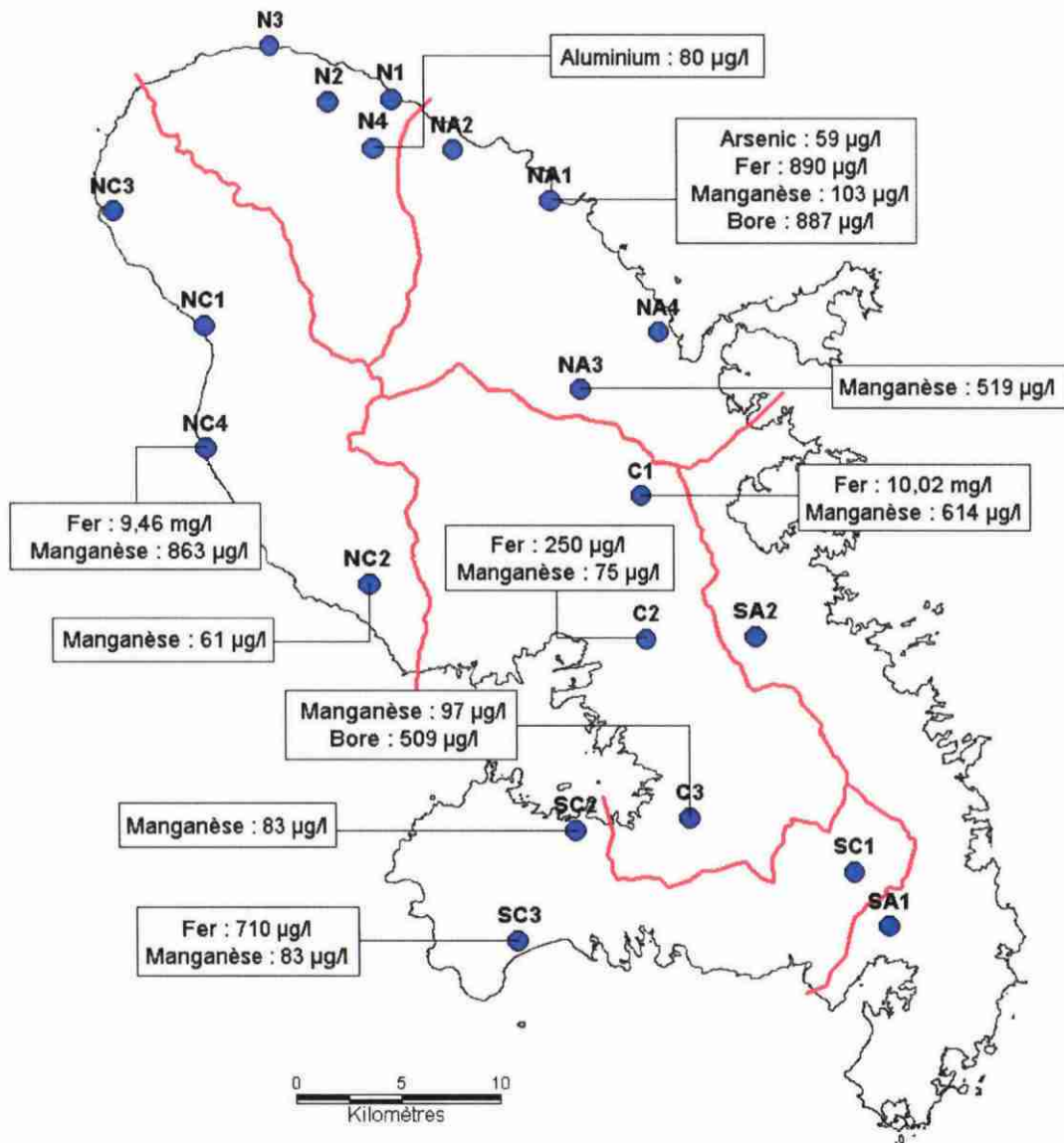
Pour la station SC3, il faut noter également la forte hausse de sa teneur en zinc par rapport à la campagne de saison des pluies 2007 (passant de 28 à 213 µg/l, soit un facteur 10) même si cette valeur reste très en-dessous de la référence qualité, principalement pour le goût et l'odorat, de 5 mg/l.

• **Carte de synthèse**

L'illustration 38 présente les masses d'eau et les stations concernées, avec les indications sur les mesures effectuées en saison sèche 2008.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de caractériser l'état chimique des masses d'eau à partir des données sur les micropolluants minéraux. La présence de ces éléments pourrait avoir une origine naturelle ou anthropique, voire une combinaison de ces deux origines, impossible à définir actuellement.

Seuls les éléments fer et manganèse correspondent à une problématique relative sur 4 masses d'eau de l'île. Aucun résultat ne semble montrer la présence de contamination majeure des aquifères par les autres micropolluants minéraux recherchés dans cette campagne.



LEGENDE

Classification des sites

(seuils : Circulaire DCE 2006/18 ou, à titre indicatif, Décret n°2001-1220)

- Eléments remarquables
- Limite des masses d'eau



Illustration 38 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux retrouvés dans les eaux souterraines en saison sèche 2008

2.9. PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Au total, une liste de 130 molécules phytosanitaires a été dressée en concertation entre la DIREN, la DAF/SPV et l'ODE. Ces 130 molécules ont été recherchées sur l'intégralité du réseau de surveillance.

Conformément à la directive 2000/60/CE, les normes de qualité DCE des eaux souterraines vis-à-vis des produits phytosanitaires s'élèvent à 0,1 µg/l par substance active et 0,5 µg/l pour la somme des substances actives.

Pour mémoire, il faut noter également que les valeurs maximales pour les eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007) sont également de 0,1 µg/l par substance active, à l'exception de l'aldrine, la dieldrine et l'heptachlore dont les valeurs maximales autorisées sont de 0,03 µg/l. La limite de 0,5 µg/l pour la somme des substances actives est également appliquée pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Dans ce chapitre, seules les normes de qualité DCE de la directive 2000/60/CE seront utilisées.

Convention de représentation sur les graphiques :

Sous les graphiques ont été apposés les tableaux de valeurs respectives des données. Au sein de ces tableaux, plusieurs cas de figures sont possibles :

- ⇒ *aucune valeur n'est indiquée : molécule non recherchée*
- ⇒ *valeur négative : molécule non quantifiée, la valeur indiquée après le signe – correspond à la limite de quantification de la molécule en question*
- ⇒ *valeur 0 : molécule détectée à des teneurs non quantifiables (traces non quantifiables)*
- ⇒ *Valeur : concentration effectivement mesurée (en µg/L)*

Nota : Des informations concernant les molécules détectées et quantifiées sont présentées en Annexe 1.

• **Basse Pointe – Chalvet (N1)**

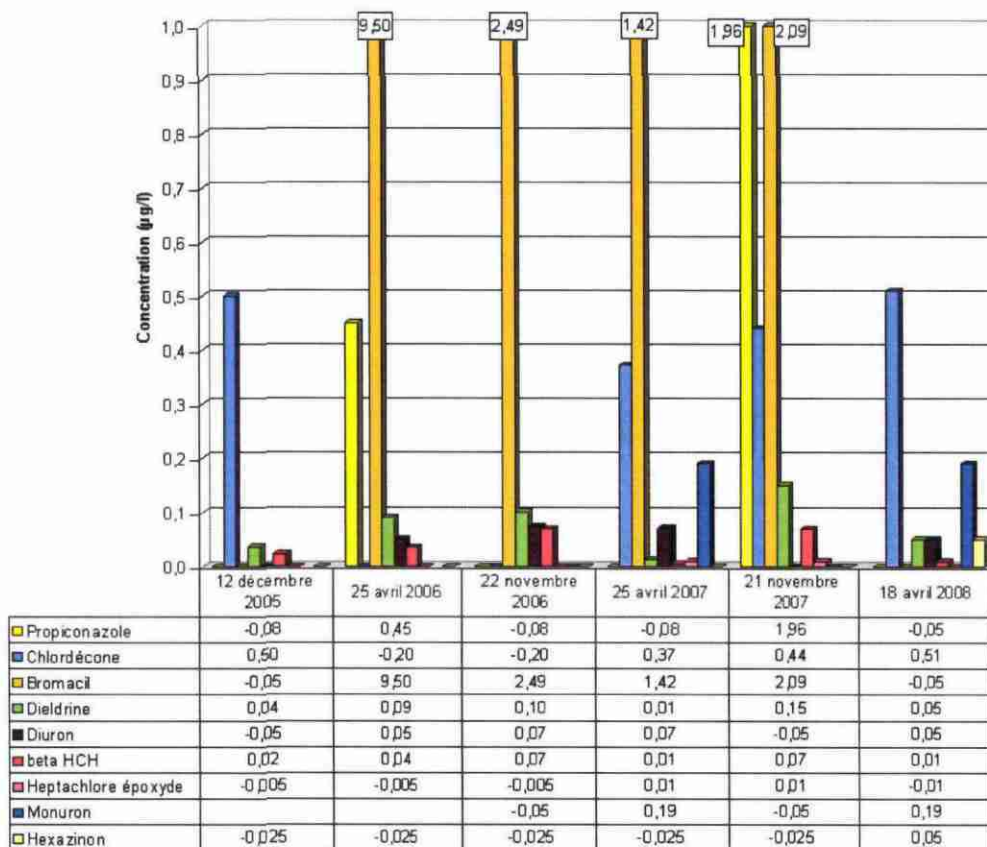


Illustration 39 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Chalvet.

Le site de Basse Pointe –Chalvet est situé dans le secteur Nord de l’île. Au cours de la campagne de saison des pluies 2007, 6 molécules y avaient été détectées. Des teneurs supérieures à 1 µg/l avaient même été mesurées pour le **propiconazole** et le **bromacil**, ces deux molécules n’ont plus été détectées lors de la campagne de saison sèche 2008 :

- Le **bromacil**, retrouvé depuis la saison sèche 2006 avec de fortes teneurs, mais qui semblaient se stabiliser autour de 2 µg/l depuis 3 campagnes, n’est plus détecté pour la première fois depuis la saison des pluies 2005.
- Le **propiconazole**, qui a été détecté en avril 2006 (0,45 µg/l) et en novembre 2007 (teneur de 1,96 µg/l) ne l’est plus pour cette campagne. Aucune tendance ne peut être réellement identifiée pour cette molécule.

Le **chlordécone** a de nouveau été détecté avec une teneur qui semble en constante progression depuis 3 campagnes (0,37, 0,44 puis 0,51 µg/l).

Tout comme lors de la saison sèche 2007, le **monuron** a été détecté à une teneur de 0,19 µg/l. La prochaine campagne de saison des pluies 2008 permettra de vérifier l'hypothèse d'une éventuelle cyclicité saisonnière pour cette molécule.

Enfin le **Diuron** (qui est quantifié à nouveau), l'**hexazinone**, la **dieldrine** et le **beta HCH** sont également décelés mais à des teneurs proches de leur limite de quantification.

• **Basse Pointe – Source Socco-Gradis (N2)**

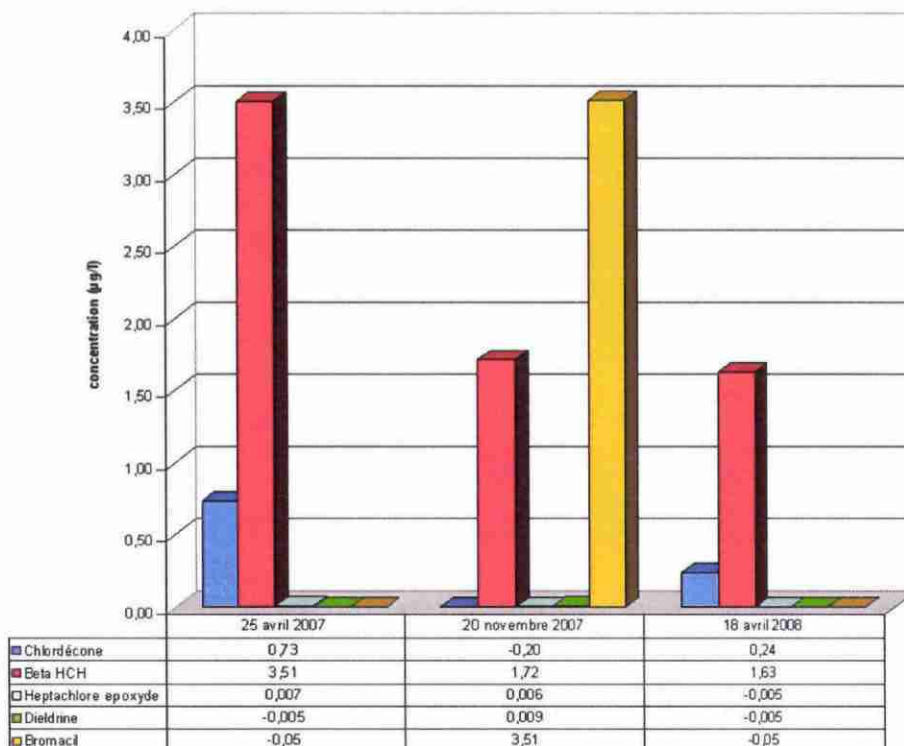


Illustration 40 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Source Socco Gradis

Les résultats de la campagne de saison sèche 2008 pour la source Socco Gradis, située dans le secteur Nord de l'île, présentent une certaine similitude avec ceux de la saison sèche 2007. En effet, le **chlordécone** et le **beta HCH** sont les seules molécules détectées. Les teneurs de 2008 restent toutefois assez nettement inférieures à celles rencontrées en 2007.

Le **beta HCH** est toujours la molécule la plus problématique pour ce site, avec une teneur de 1,63 µg/l, certes en légère baisse, mais toujours très supérieure à la norme DCE.

Le **chlordécone**, qui n'avait pas été détecté en saison des pluies 2007, l'est de nouveau mais avec une teneur proche de sa limite de quantification.

Enfin, après avoir rencontré une forte teneur en bromacil en saison des pluies 2007 (3,51 µg/l), celui-ci n'a plus été détecté en saison sèche 2008.

• **Macouba – Source Nord plage (N3)**

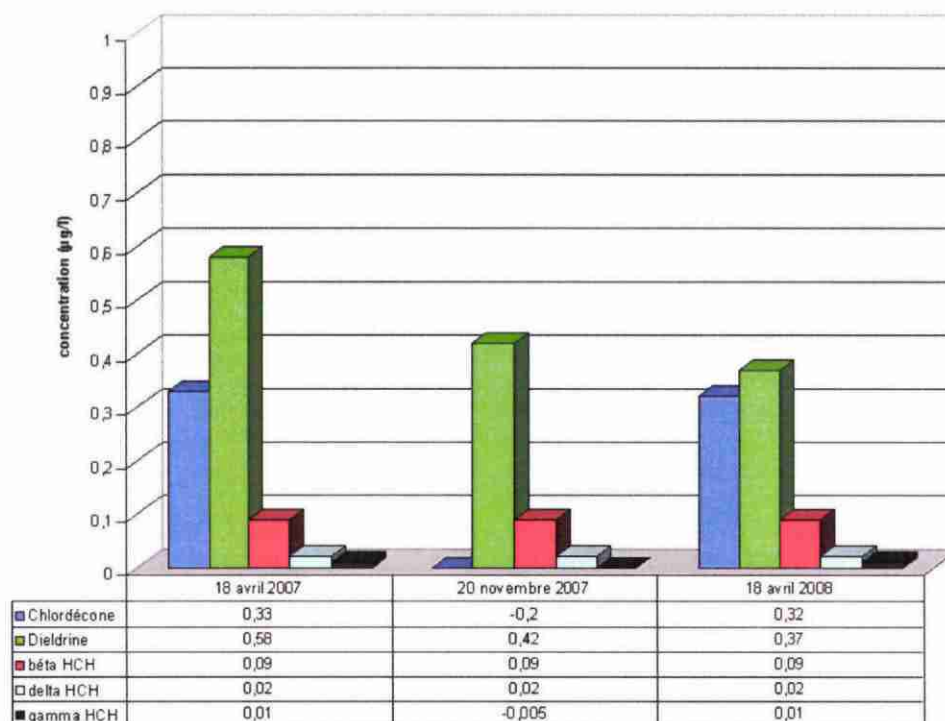


Illustration 41 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Macouba – Source Grande Plage

La source Nord plage est située sur la commune de Macouba, dans le Nord de l'île. Depuis 2007, année à laquelle ont débuté les analyses sur ce site, 5 molécules ont été détectées.

A l'exception du **chlordécone** qui n'avait pas été détecté lors de la campagne de saison des pluies 2007 et qui l'est de nouveau à une teneur de $0,32 \mu\text{g/l}$, une certaine stabilité des teneurs est observée pour les molécules retrouvées. En effet, le **beta HCH**, le **delta HCH** et le **gamma HCH** sont toujours détectés à des teneurs respectives de $0,09$, $0,02$ et $0,01 \mu\text{g/l}$.

De plus, la **dieldrine**, qui a toujours été la molécule avec la plus forte teneur sur ce site ($0,58$ puis $0,42 \mu\text{g/l}$ en 2007) reste toujours la plus problématique en saison sèche 2008 ($0,37 \mu\text{g/l}$) et ce, même si une apparente tendance à la baisse est observée.

• **Basse Pointe – Rivière Falaise (N4)**

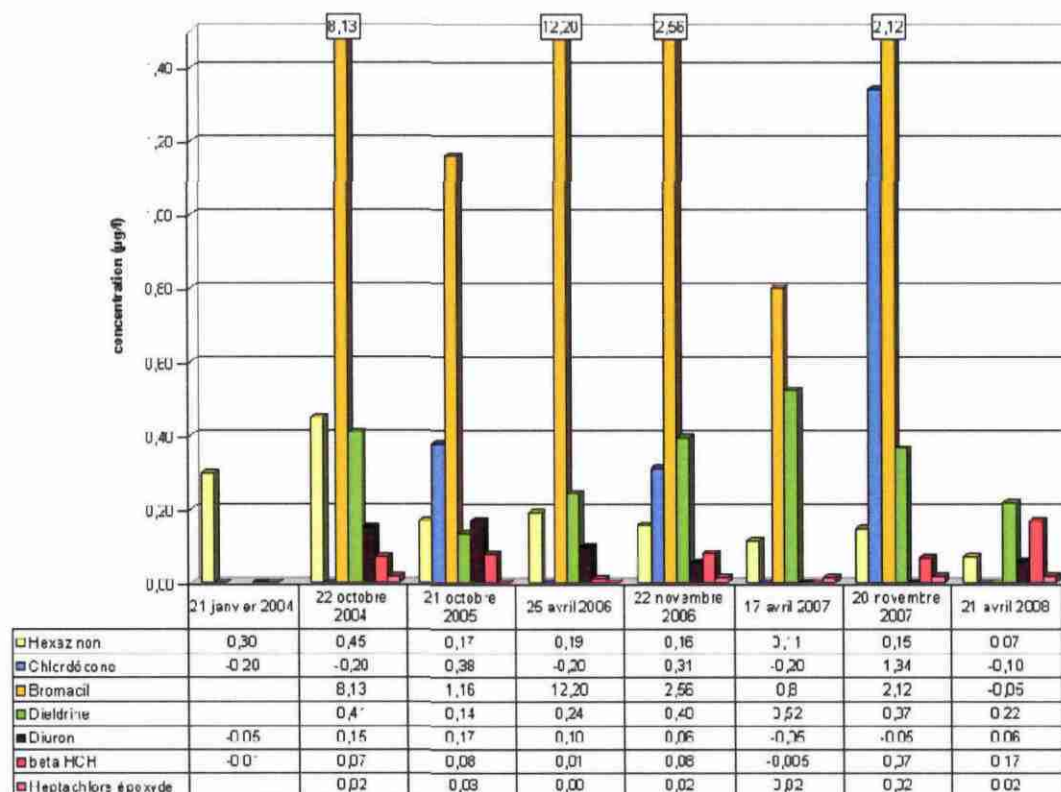


Illustration 42 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Rivière Falaise

Le site de Rivière Falaise est situé sur la commune de Basse Pointe, dans le Nord de l'île. Au cours des 8 campagnes de recherches de produits phytosanitaires, 7 molécules y ont été détectées. **En saison sèche 2008, une très nette diminution des teneurs est observée sur ce site** (sauf pour le beta HCH).

Des molécules telles que le **chlordécone** et le **bromacil**, qui ont parfois eu des teneurs dépassant 1 $\mu\text{g/l}$ (voire 10 $\mu\text{g/l}$ pour le bromacil), n'ont pas été détectées cette fois-ci. Le chlordécone présente d'ailleurs une cyclicité saisonnière apparente puisqu'il n'a été détecté que lors des trois dernières campagnes de saison des pluies. Concernant le bromacil, cette situation est d'autant plus étonnante que sa prédominance était manifeste depuis 6 campagnes.

La campagne de saison des pluies 2007 avait montré également la présence d'**hexazinone**, de **dieldrine** et d'**heptachlore époxyde**. Les valeurs mesurées pour ces 3 molécules lors de la campagne de saison sèche 2008 (respectivement 0,07 $\mu\text{g/l}$, 0,22 $\mu\text{g/l}$ et 0,02 $\mu\text{g/l}$), restent comparables aux valeurs mesurées depuis 2004 avec cependant une légère tendance à la baisse pour les deux premières citées.

Le **beta HCH** est la seule molécule détectée à évoluer à la hausse avec, pour cette campagne de saison sèche 2008, une teneur record de 0,17 µg/l. A noter également, la réapparition du **diuron**, à une teneur de 0,06 µg/l restant toutefois proche de sa limite de quantification.

• Marigot – Anse Charpentier (NA1)

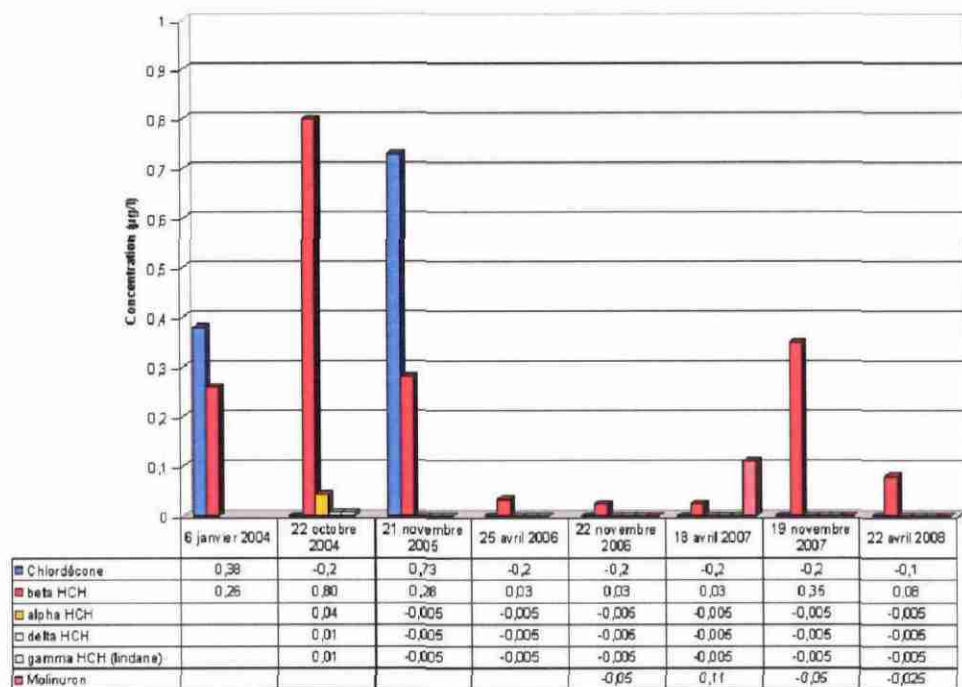


Illustration 43 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Marigot – Anse Charpentier

Le site de l'Anse Charpentier, situé sur la commune de Marigot, fait l'objet de recherches en pesticides depuis le mois de janvier 2004. D'une manière générale, les teneurs ont sensiblement diminué depuis 2006, exception faite des 0,35 µg/l de beta HCH lors de la campagne de saison des pluies 2007.

C'est la 4^{ème} campagne d'analyse qui ne détecte que le **beta HCH** pour ce site mais la teneur enregistrée n'est pas aussi forte que lors de la campagne précédente (0,08 µg/l contre 0,35 µg/l en saison des pluies 2007).

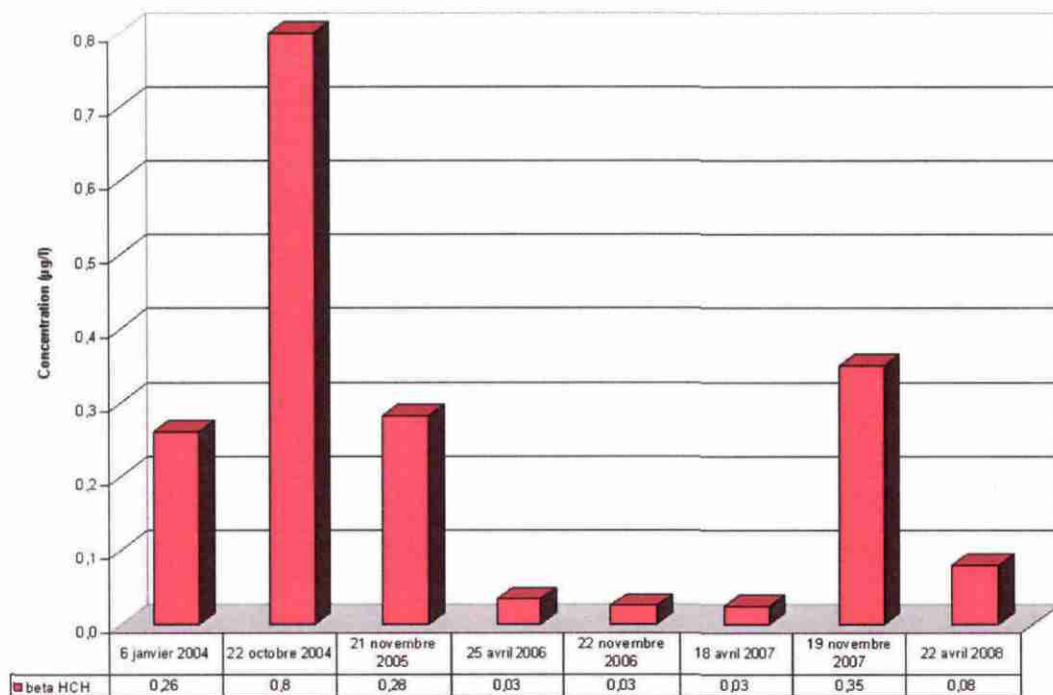


Illustration 44 : Evolution de la concentration (µg/l) en Beta HCH sur le site de Marigot – Anse Charpentier

• Le Lorrain – Fond Brûlé (NA2)

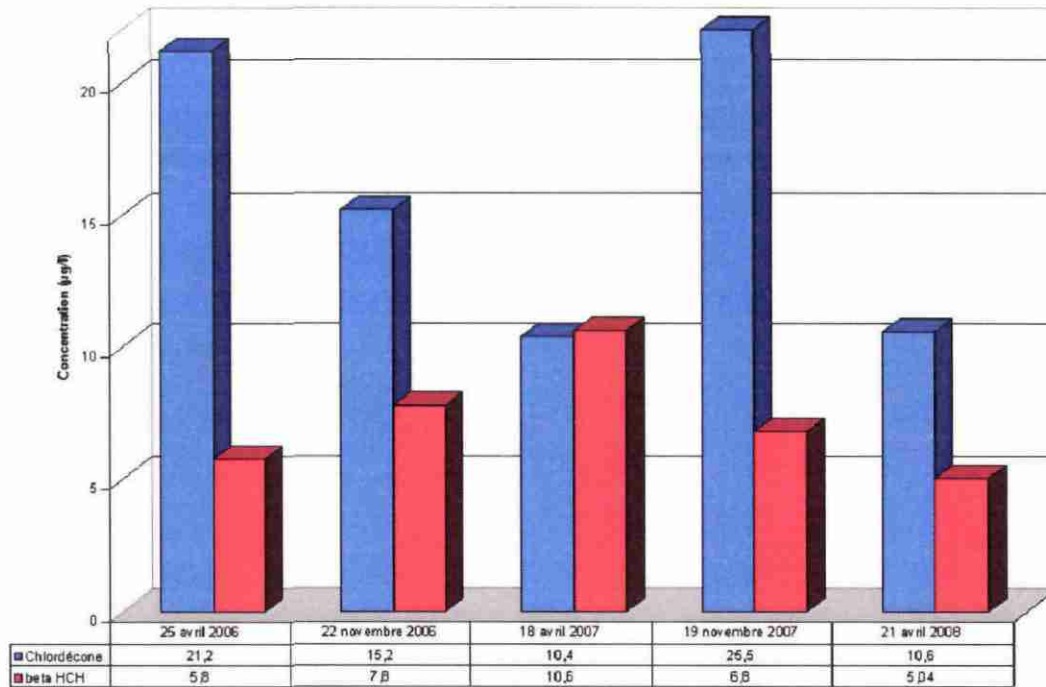


Illustration 45 : Evolution des concentrations ($\mu\text{g/l}$) en Chlordécone et Beta HCH sur le site du Lorrain – Fond Brûlé

Le site de Fond Brûlé, situé sur la commune du Lorrain fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois d'avril 2006. Toutes les campagnes ont montré des teneurs oscillant entre 5 et 10 $\mu\text{g/l}$ pour le **beta HCH** et 10 et 25 $\mu\text{g/l}$ pour le **chlordécone** sans qu'aucune tendance ne puisse être réellement observée.

En 2008, il faut noter cependant que le beta HCH a atteint son minima pour cette station alors que le chlordécone s'en est rapproché. **Les teneurs de ce site restent cependant sans commune mesure avec celles des 19 autres points du réseau.**

La **dieldrine** se caractérise également par une stabilité de sa teneur (0,01 $\mu\text{g/l}$) depuis avril 2006. Aucune autre molécule n'a été détectée en 2008.

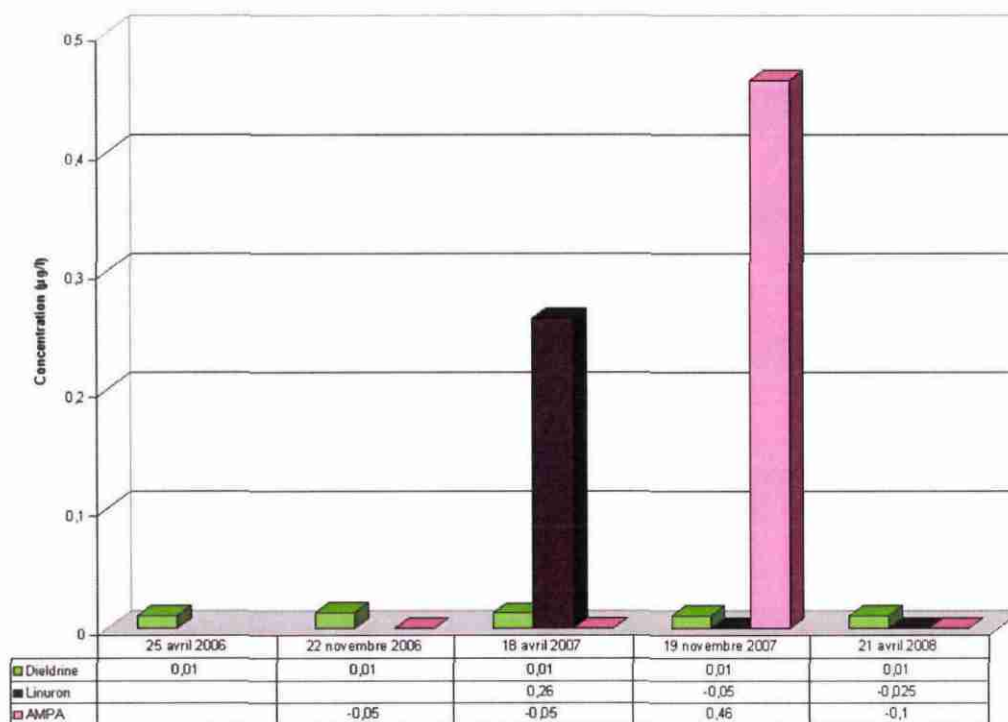


Illustration 46 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lorrain – Fond Brulé (hors chlordécone et beta HCH)

• **Gros Morne – La Borelli (NA3)**

Le site de la Borelli, situé sur la commune de Gros Morne, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de novembre 2005. Le **beta HCH**, qui avait été détecté pour la 1^{ère} fois en saison des pluies 2007, est la seule molécule détectée en saison sèche 2008. **La somme des teneurs pour ce site a très fortement diminué en 2008.**

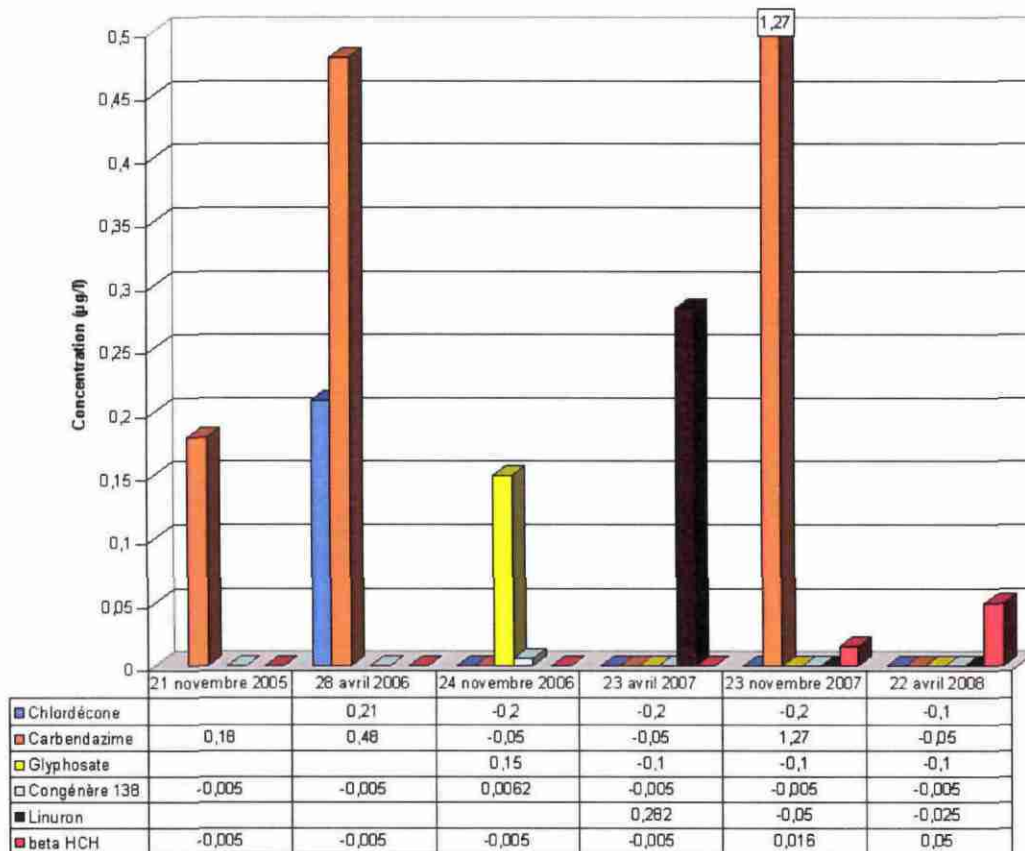


Illustration 47 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Gros Morne – La Borelli (plus le congénère 138 qui est un pesticide organochloré)

Les molécules détectées lors des précédentes analyses à des teneurs supérieures à 0,1 µg/l, telles que le chlordécone, le glyphosate, le linuron ou le carbendazime, n'ont plus été détectées lors de la campagne de saison sèche 2008.

Concernant la carbendazime, sa présence inégale sur la moitié des campagnes ne permet pas d'en tirer des conclusions probantes.

• **Trinité – Source Morne Figue (NA4)**

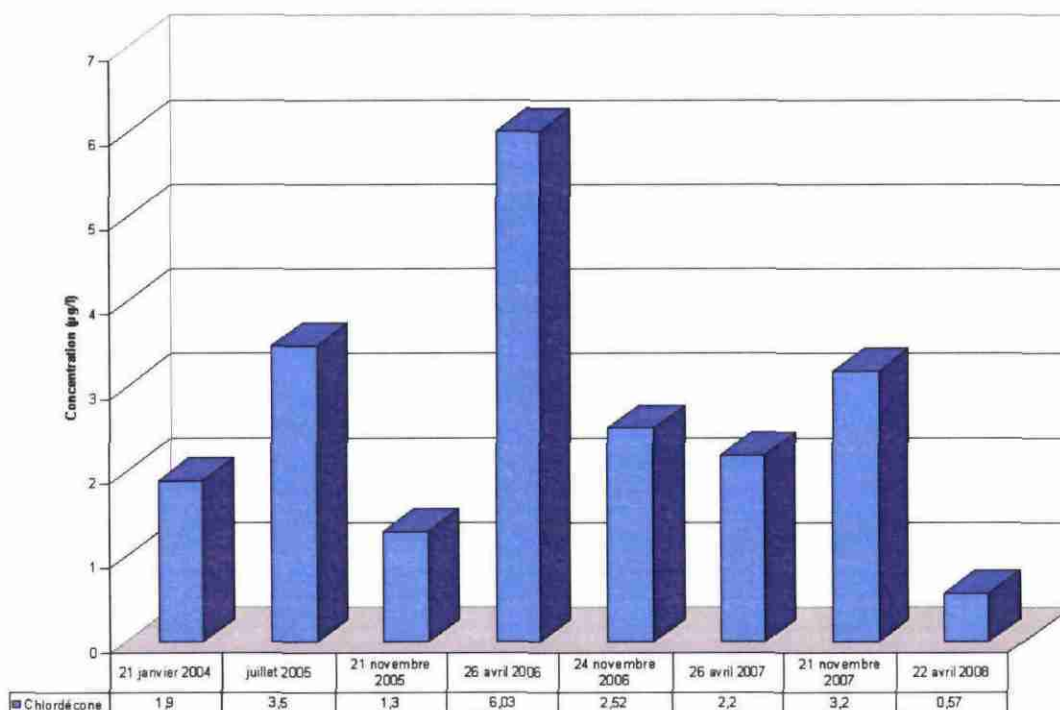


Illustration 48 : Evolution de la concentration en chlordécone sur le site de Trinité – Source Morne Figue

Le site de la source Morne Figue, situé sur la commune de Trinité, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de janvier 2004. Au total, 8 campagnes d'analyses y ont été réalisées (la mesure d'avril 2006 a été réalisée par la DSDS dans le cadre de son suivi des sources « bord de route »).

Le **chlordécone** y a été détecté à chaque fois, mais aucune tendance significative ne semble se dégager. A noter cependant que la valeur de saison sèche 2008 est la plus faible jamais enregistrée (0,57 µg/l). Cette évolution récente devra être surveillée lors des prochaines campagnes.

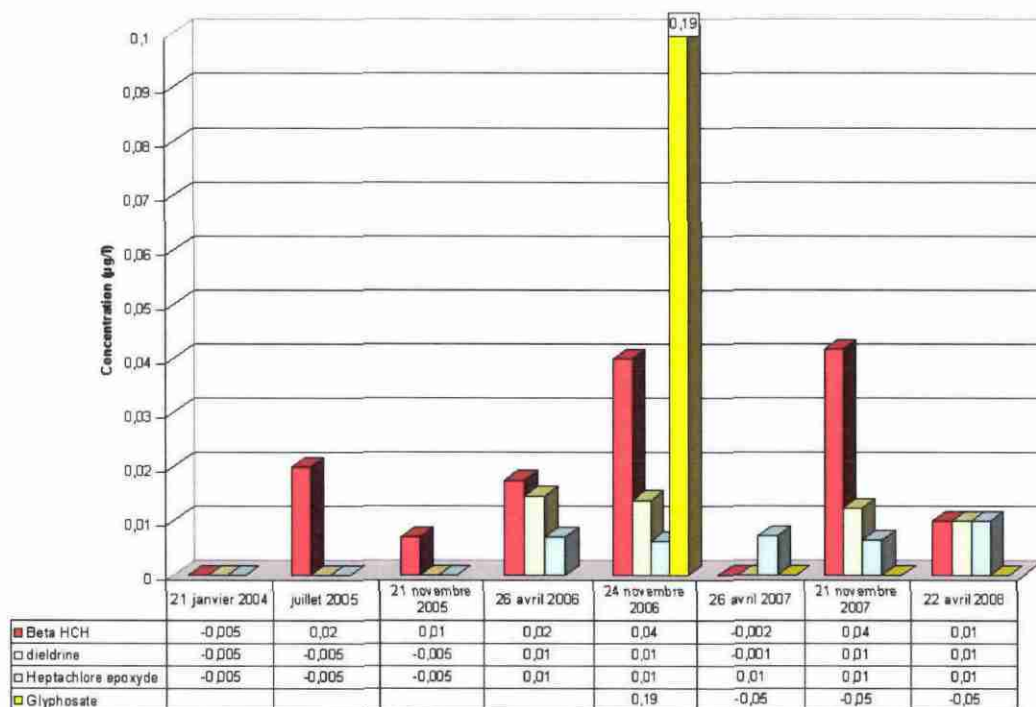


Illustration 49 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Trinité – Morne Figue (hors chlordécone)

Comme en saison des pluies 2007, le **beta HCH**, la **dieldrine** et l'**heptachlore époxyde** ont été détectés. Les teneurs restent faibles avec, en plus, une légère diminution pour le beta HCH (environ $0,01 \mu\text{g/l}$ en 2008 pour $0,04 \mu\text{g/l}$ en saison des pluies 2007).

Le glyphosate, détecté en saison des pluies 2006 à une teneur de $0,19 \mu\text{g/l}$, n'a plus été détecté lors des trois campagnes suivantes.

• St Pierre – CDST (NC1)

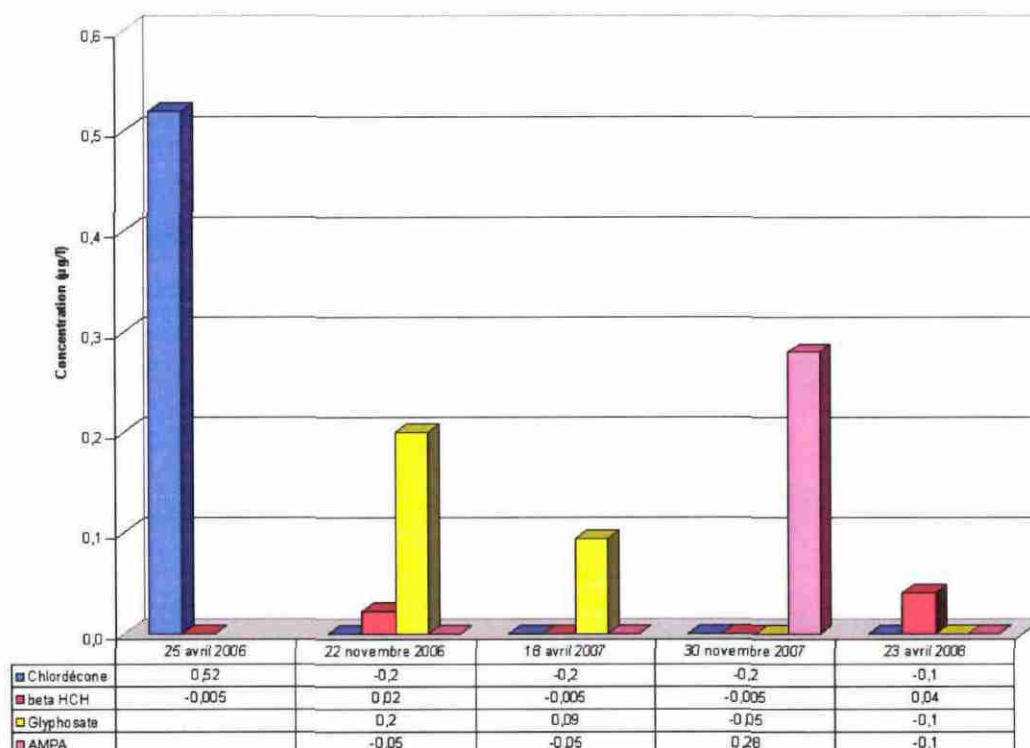


Illustration 50 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de St Pierre - CDST

Le site du CDST, situé sur la commune de St-Pierre sur la côte Caraïbes, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois d'avril 2006.

La campagne de saison sèche 2008 a uniquement révélé la présence de **beta HCH**, à une concentration de 0,04 $\mu\text{g/l}$. Cette molécule fait sa réapparition ; elle n'avait été détectée qu'en saison des pluies 2006.

Aucune autre molécule n'a été décelée en 2008. Le chlordécone qui présentait une teneur de 0,52 $\mu\text{g/l}$ en saison sèche 2006 n'a plus été détecté depuis 4 campagnes.

- Schœlcher – Fond Lahaye (NC2)

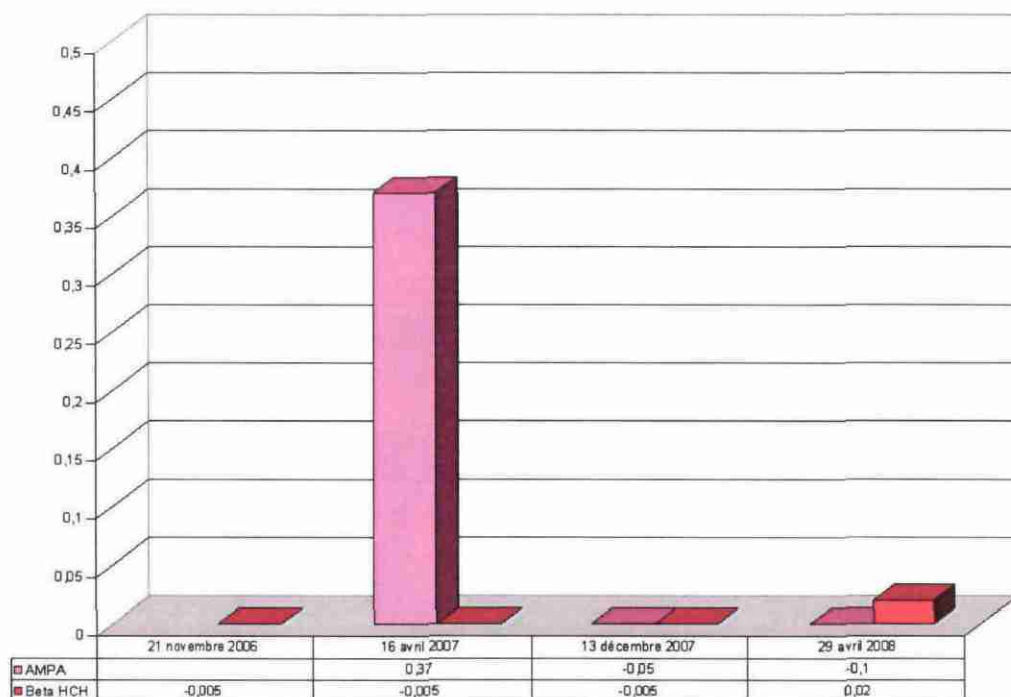


Illustration 51 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Schœlcher – Fond Lahaye

La station de Fond Lahaye, située sur la commune de Schoelcher, a fait l'objet durant les années 2006-2007 d'investigations dans le but, notamment, d'utiliser ce forage comme forage d'exploitation pour l'AEP. Dès lors, une série d'analyses avait été réalisée durant l'année 2007. La campagne de 2008 a montré la seule présence de **beta HCH** avec une teneur proche de sa limite de quantification.

L'AMPA qui avait été détecté suite à la campagne de prélèvements d'avril 2007, à une teneur de 0,37 µg/l, n'est désormais plus détecté depuis deux campagnes.

- **Prêcheur – Rivière du Prêcheur (NC3)**

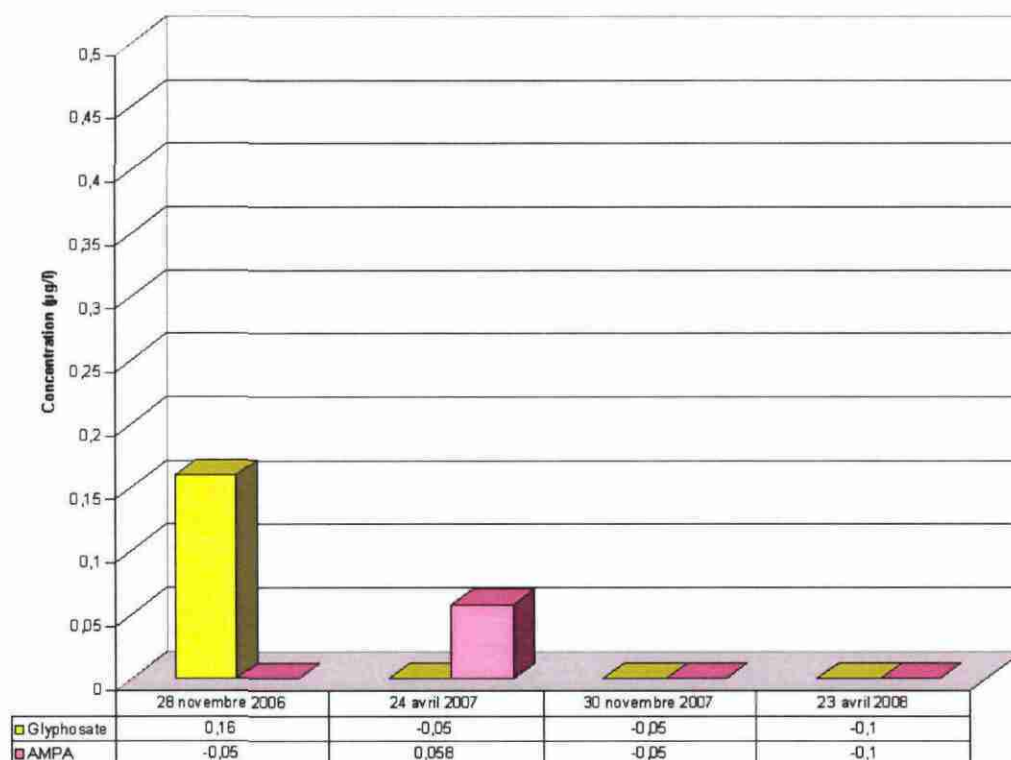


Illustration 52 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et produits de dégradation détectés sur le site du Prêcheur – Rivière du Prêcheur

Le site situé sur la commune du Prêcheur a fait l'objet de 3 campagnes, depuis novembre 2006. **En saison sèche 2008, aucune molécule n'a été détectée.**

Les deux molécules qui avaient été détectées lors des deux premières campagnes, le glyphosate et l'AMPA, ne sont plus détectées depuis 2 campagnes.

- **Carbet – Fond Canal (NC4) :**

Le site de Fond Canal, situé dans la commune du Carbet, ne fait l'objet d'analyses que depuis la campagne de saison des pluies 2007.

Tout comme en 2007, les analyses de saison sèche 2008 ont montré la seule présence de **dieldrine**, à une teneur très proche de sa limite de quantification (0,01 $\mu\text{g/l}$).

• **Le Robert – Vert Pré (C1)**

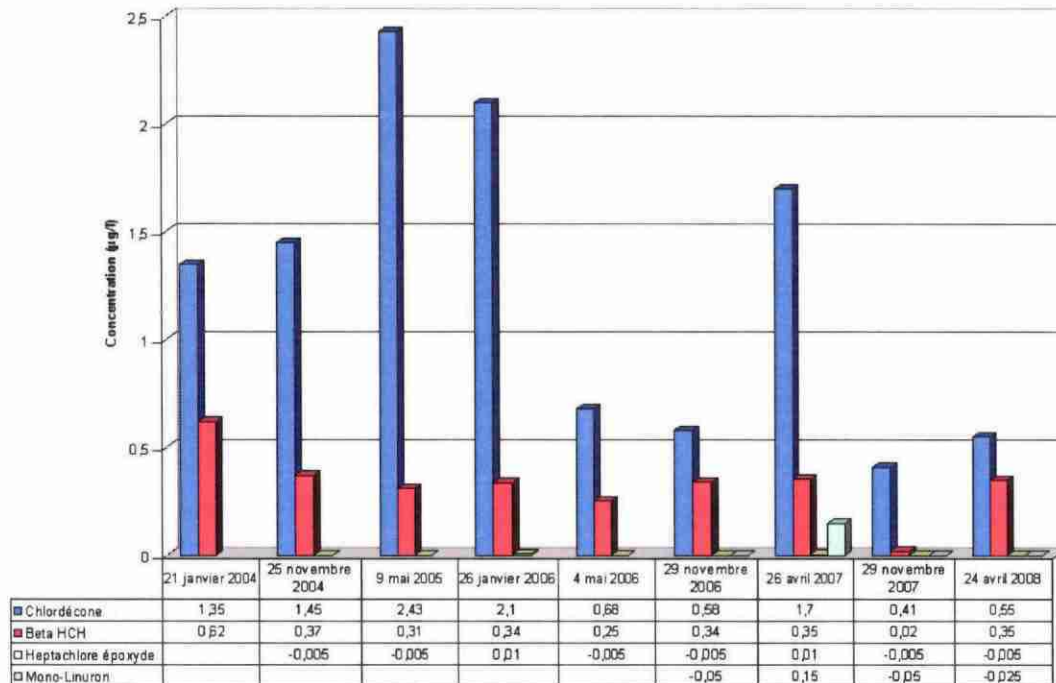


Illustration 53 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires sur le site du Robert – Vert Pré

Le site de Vert Pré, situé sur la commune du Robert, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de janvier 2004. Les deux seules molécules détectées sont le **chlordécone** et le **beta HCH**.

Concernant le chlordécone, les quatre dernières campagnes d'analyse (à l'exception de celle de saison sèche 2007) avaient présenté des teneurs proches de 0,5 µg/l, montrant ainsi un net recul en comparaison des teneurs enregistrées lors des 4 premières campagnes (entre 1,35 et 2,43 µg/l). La campagne de saison sèche 2008 conforte cette tendance avec une teneur en chlordécone de 0,55 µg/l.

La campagne de saison des pluies 2007 avait montré une baisse sensible de la teneur en beta HCH. D'une teneur oscillant entre 0,3 et 0,6 lors des six premières campagnes, elle avait brusquement chuté à 0,02 µg/l à ce moment là. Un « retour à la normale » semble caractériser les résultats de saison sèche 2008 avec une teneur en beta HCH de 0,35 µg/l.

• Lamentin – Habitation Ressource (C2) :

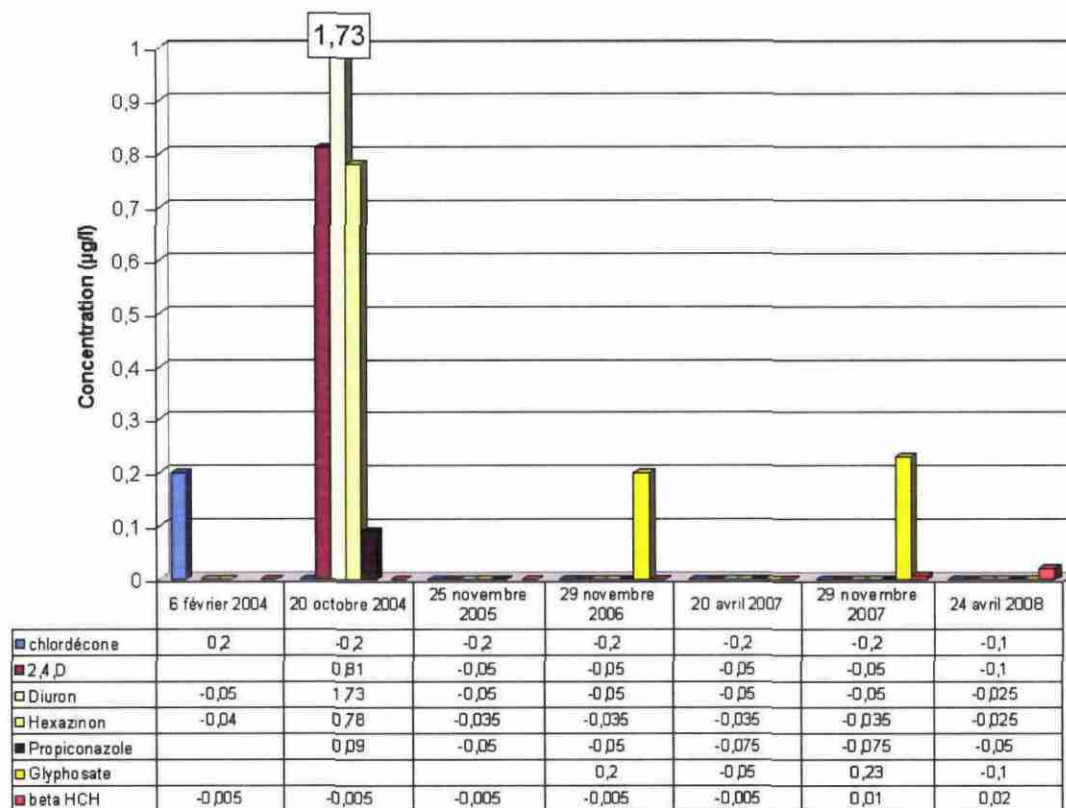


Illustration 54 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lamentin – Habitation Ressource

Le site de l'Habitation Ressource, situé dans la commune du Lamentin, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis février 2004. De nombreuses molécules, notamment le chlordécone, le 2,4 D, le diuron et l'hexazinone, ne sont désormais plus détectées depuis novembre 2005.

Seul le **beta HCH** a été détecté à une teneur ($0,02 \mu\text{g/l}$) proche de sa limite de quantification.

Les deux dernières campagnes de saison des pluies avaient montré des teneurs importantes en glyphosate ($0,2$ puis $0,23 \mu\text{g/l}$). Il sera intéressant de surveiller cette molécule lors de la prochaine campagne, afin de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'une éventuelle cyclicité saisonnière.

- **Rivière Salée – Nouvelle cité (C3) :**

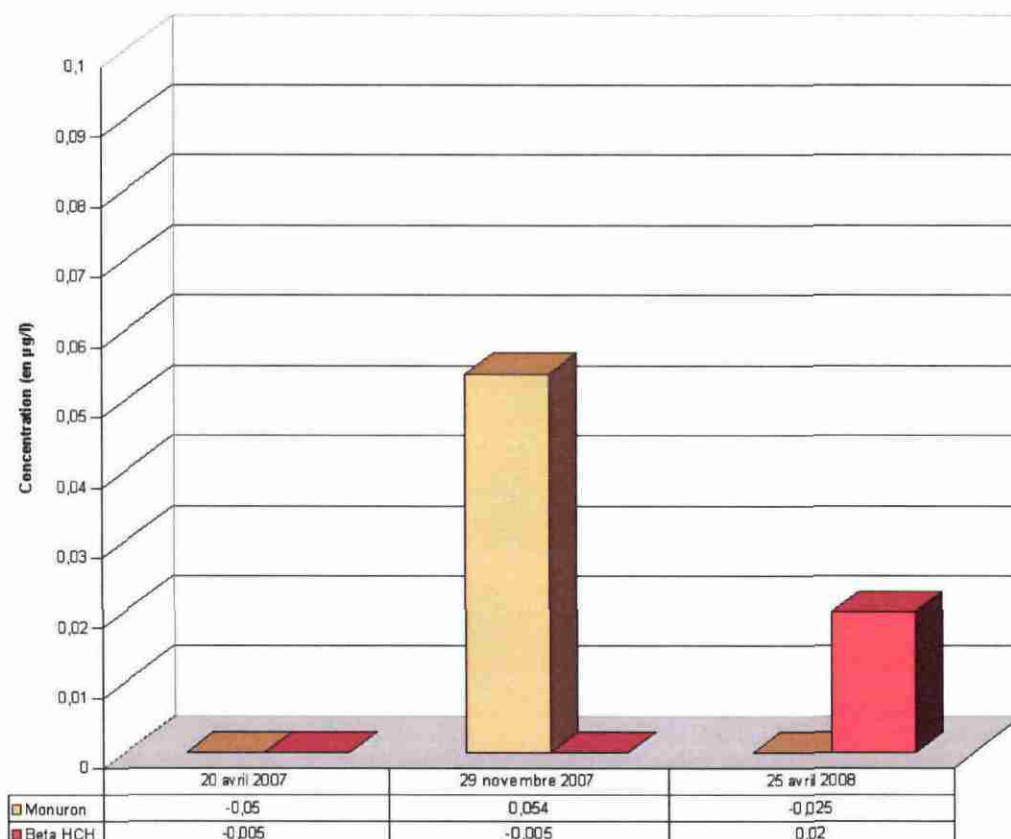


Illustration 55 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Rivière Salée - Nouvelle Cité

En 2007, année à laquelle les recherches en produits phytosanitaires ont débuté sur le site de Nouvelle Cité, situé dans la commune de Rivière Salée, seul le monuron avait été détecté, à une teneur très proche de sa limite de quantification.

Cette molécule n'a pas été détectée en saison sèche 2008. A contrario, le **beta HCH** a fait son apparition à une teneur ($0,02 \mu\text{g/l}$) restant proche de sa limite de quantification.

• **Le Marin – Grand Fond (SA1)**

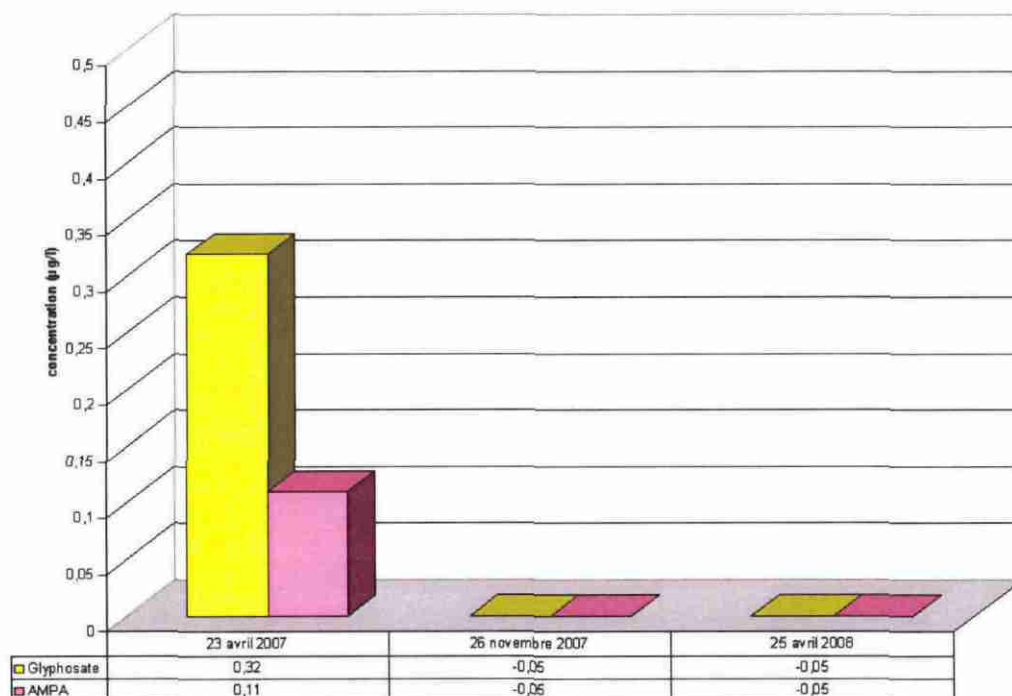


Illustration 56 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site du Marin – Grand Fond

Le site de Grand Fond, situé au Marin, dans le Sud de l'île, ne fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires que depuis avril 2007.

Le glyphosate et l'AMPA (un de ces métabolites), qui avaient été détectés en avril 2007, ne sont plus présents depuis deux campagnes. **Aucune molécule n'a été détectée sur ce site lors de cette dernière campagne.**

• **Le François – Habitation Victoire (SA2)**

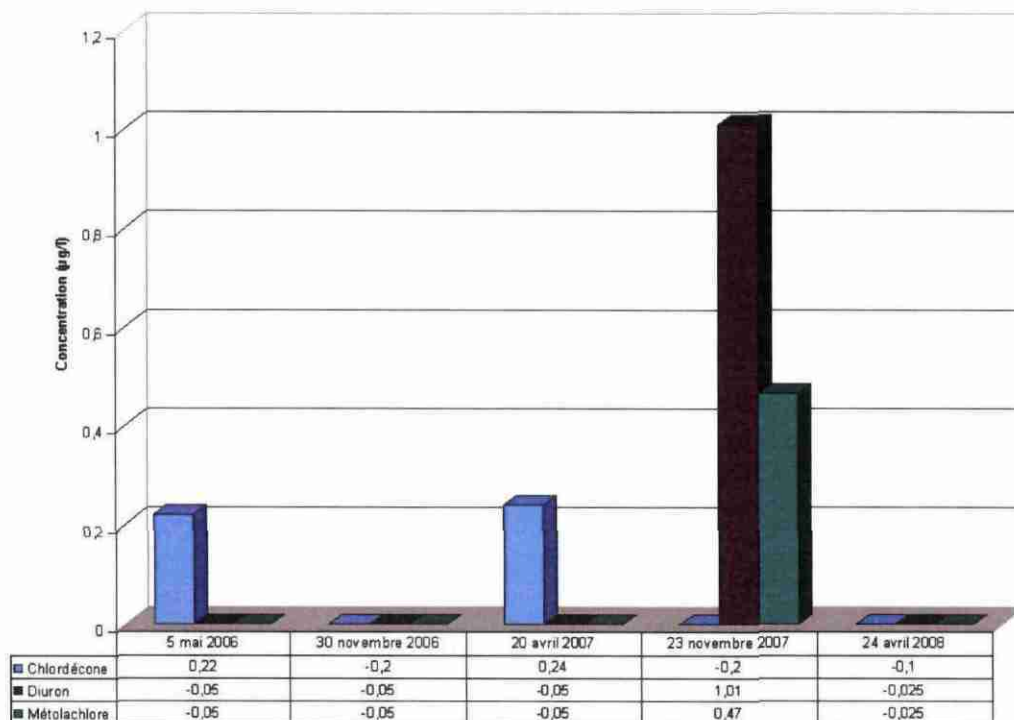


Illustration 57 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de François - Victoire

Le site de l'Habitation Victoire, situé sur la commune du François, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis mai 2006. **Aucune molécule n'a été détectée sur ce site lors de cette dernière campagne**

Lors des deux précédentes saisons sèches, le chlordécone avait été retrouvé à des teneurs très proches de la limite de quantification (0,22 puis 0,24 µg/l). Cette apparente périodicité saisonnière ne s'est toutefois pas réalisée en saison sèche 2008 et ce, malgré le fait que la limite de quantification du chlordécone ait été réduite de 0,2 à 0,1 µg/l.

Le diuron et le métolachlore sont deux molécules qui avaient été détectées avec des teneurs fortes (respectivement 1,01 µg/l et 0,467 µg/l) en saison des pluies 2007. Elles ne l'ont pas été en saison sèche 2008.

• **Rivière Pilote – Fougainville (SC1)**

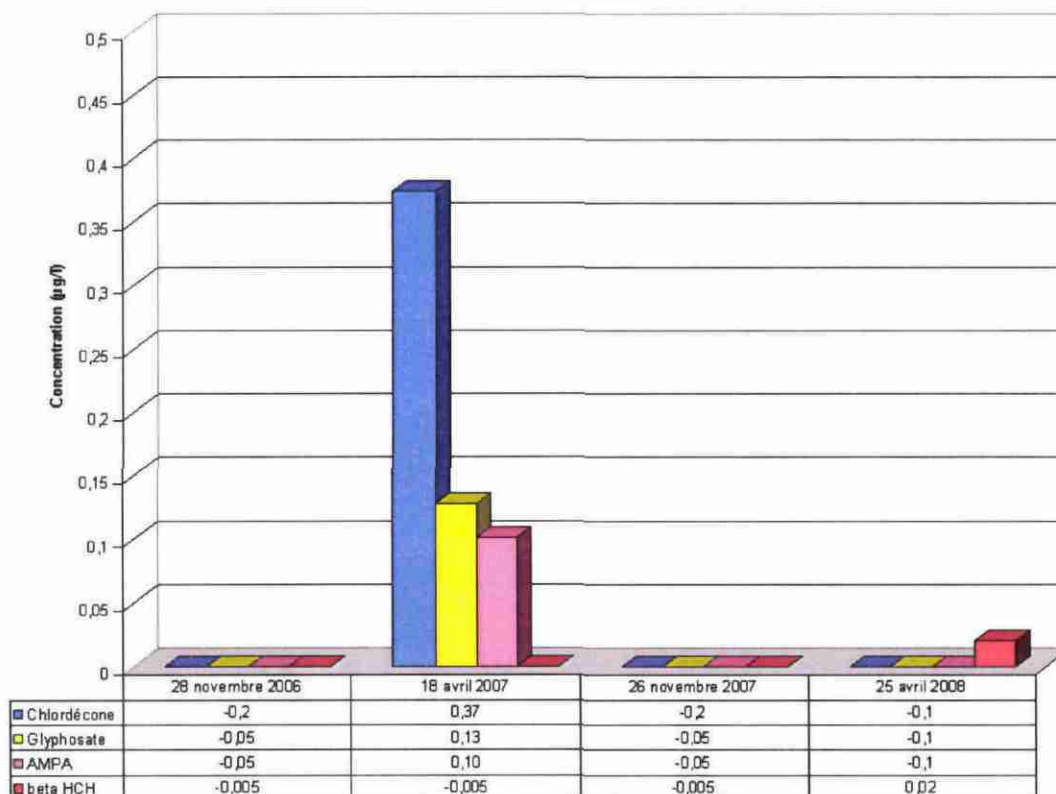


Illustration 58 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produit de dégradation détectés sur le site de Rivière Pilote – Fougainville

Le site de Fougainville, situé sur la commune de Rivière Pilote, fait l'objet de campagnes d'analyses depuis le mois de novembre 2006. Seul le **beta HCH** a été détecté, pour la première fois, en saison sèche 2008, avec une teneur ($0,02 \mu\text{g/l}$) proche de sa limite de quantification.

Les trois molécules détectées en saison sèche 2007, le chlordécone, le glyphosate et l'AMPA, n'ont plus été détectées depuis deux campagnes.

• Trois Ilets – Vatable (SC2)

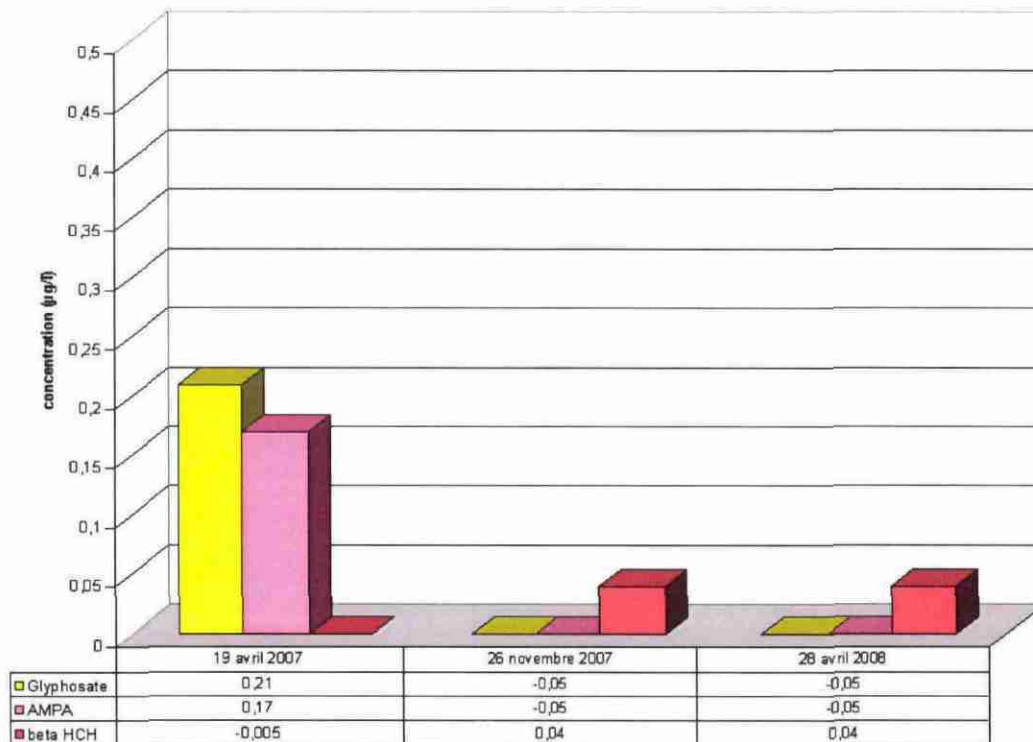


Illustration 59 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Trois Ilets - Vatable

Le site de Vatable, situé sur la commune de Trois Ilets, ne fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires que depuis avril 2007.

Cette première campagne d'analyse avait montré la présence de glyphosate et de son métabolite, l'AMPA, à des teneurs assez similaires de 0,21 et 0,17 $\mu\text{g/l}$. Ces deux molécules n'ont plus été détectées lors de deux dernières campagnes.

Cependant, tout comme en 2007, le **beta HCH** apparaît à une teneur stabilisée à 0,04 $\mu\text{g/l}$.

- **Diamant – Dizac (SC3)**

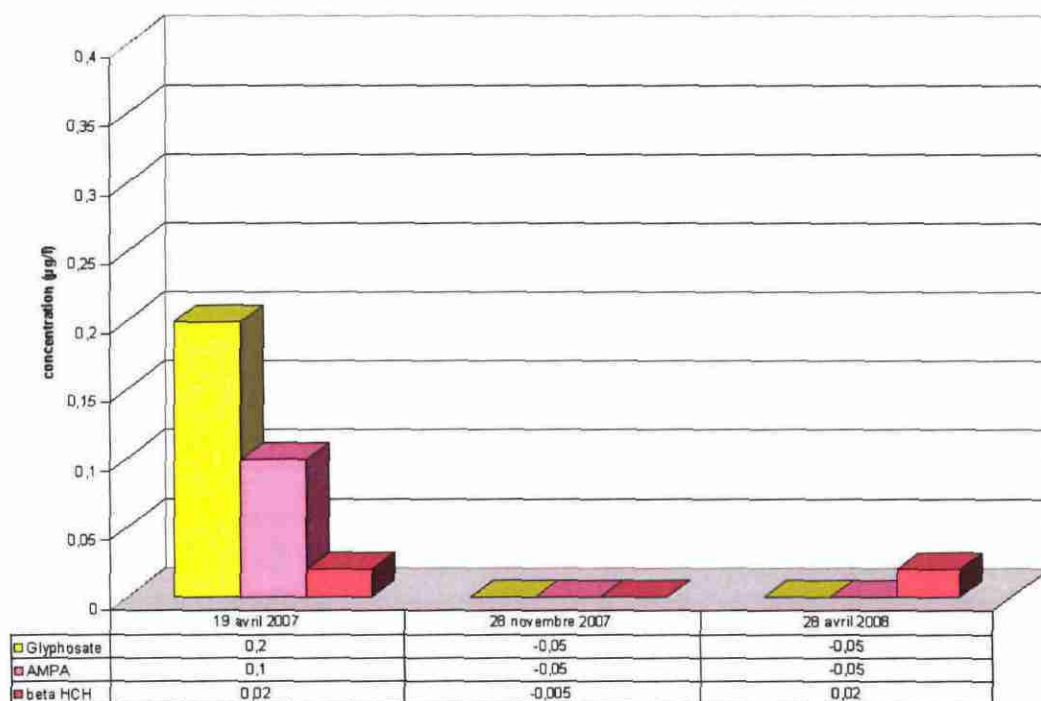


Illustration 60 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Diamant - Dizac

Le site de Dizac, situé sur la commune du Diamant, avait également montré, lors de la première campagne d'analyse d'avril 2007, la présence de glyphosate et d'AMPA, à des teneurs respectives de 0,2 et 0,1 $\mu\text{g/l}$. Une quantité non négligeable de beta HCH était également à signaler.

Tout comme la campagne de saison des pluies 2007, aucune des deux premières citées n'a été détectée. En revanche, le **beta HCH** est réapparu avec une teneur restant proche de sa limite de quantification.

- **Synthèse pour la campagne de saison sèche 2008**

L'illustration 61 ci-dessous présente la carte synthétique des produits retrouvés durant la saison sèche 2008.

7 sites sur 20 ne respectent pas les normes de qualité de la DCE du point de vue des produits phytosanitaires, contre 12 lors de la précédente campagne de saison des pluies 2007.

Parmi ces 7 sites, 6 appartiennent aux masses d'eau Nord et Nord Atlantique.

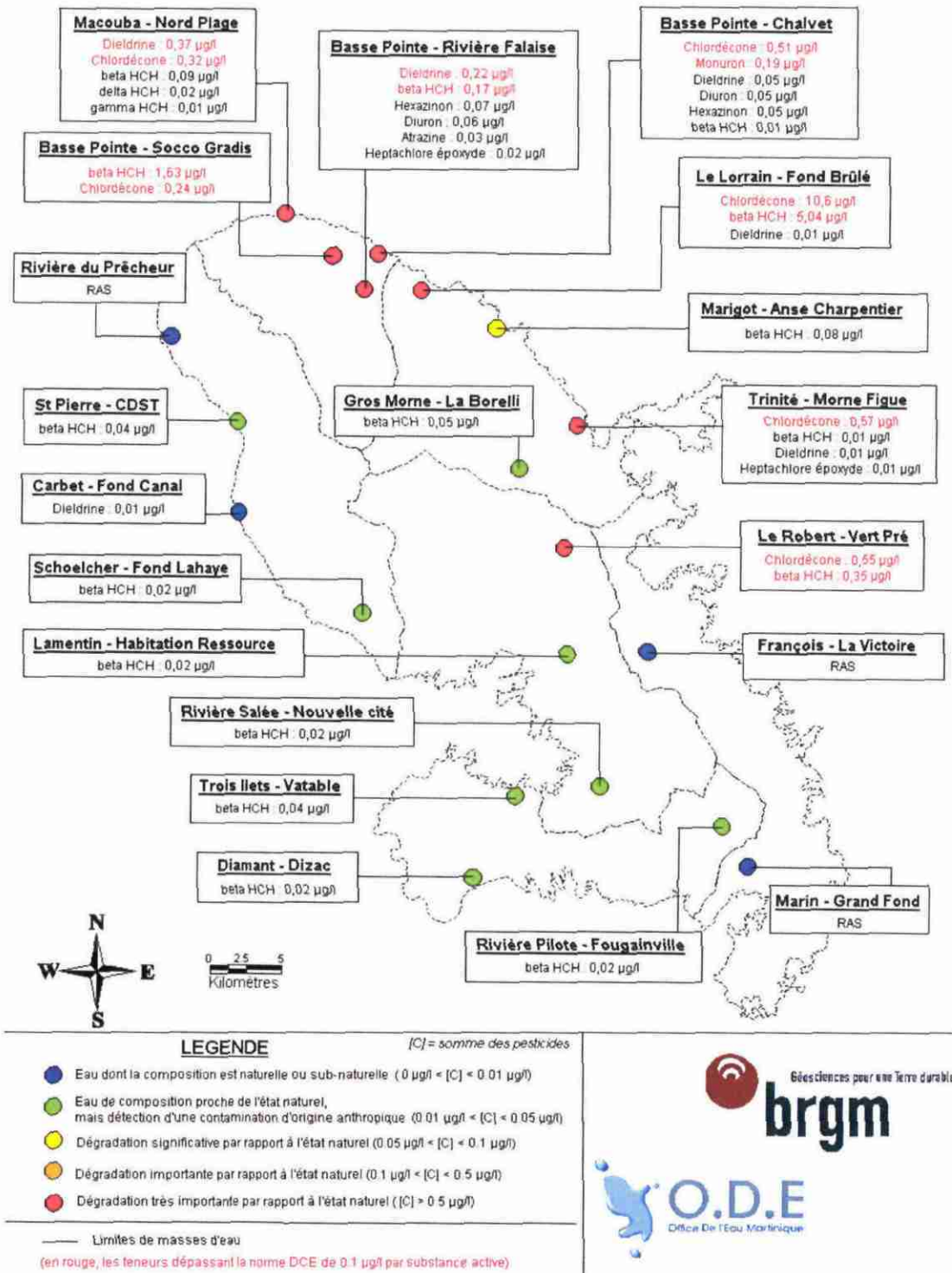


Illustration 61 : Carte récapitulative des molécules détectées sur le réseau en saison sèche 2008

3. Synthèse des résultats au titre de la DCE

Les sites présentant des anomalies de concentrations de certains éléments ont été mis en évidence dans les chapitres précédents. Les seuils de qualité de la DCE ne sont pas encore arrêtés de manière définitive pour de nombreux paramètres. Ainsi, les interprétations ont été effectuées à l'aide des seuils DCE provisoires (Circulaire DCE 2006/18) mais également à l'aide des seuils relatifs aux eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007). L'objectif de cette synthèse est ainsi de fournir une vision d'ensemble des différentes altérations qualitatives rencontrées dans les eaux souterraines surveillées en Martinique.

3.1. ETAT DES MASSES D'EAU SELON LES PRESCRIPTIONS DE LA DCE EN SAISON SECHE 2008

Le contrôle de surveillance mis en place visant à fournir une image de l'état général des eaux et de son évolution a pour objectif de fournir une aide à la décision concernant les mesures à prendre et les actions à mener par la suite (Cf. Contrôle opérationnel).

Dans l'attente des prescriptions de la DCE (seuils de qualité notamment), les résultats ont tous été traités selon la méthodologie du SEQ eaux souterraines. Les codes de couleurs et les légendes employés par la suite se réfèrent à cette méthodologie.

Néanmoins, afin de qualifier l'état patrimonial, seul les paramètres dépassant les seuils DCE fixé seront pris en compte.

L'illustration 62 ci-après dresse un récapitulatif de l'état de la ressource en eau souterraine en Martinique, et des principales problématiques rencontrées sur les stations du réseau en saison sèche 2008.

Les paramètres dépassant les normes AEP ou les seuils provisoires DCE à savoir l'arsenic, le fer et le manganèse ne seront pas considérés comme paramètres déclassant d'une part car ils sont d'origine naturelle et d'autre part car ils n'ont pas de seuil fixé dans la directive cadre. Ces derniers paramètres sont néanmoins indiqués dans les deux dernières colonnes de l'illustration 63.

Pour la première fois, une station présente une teneur en nitrates qui atteint exactement la limite de 50 mg/l fixée par la directive cadre (Circulaire DCE 2006/18). Il s'agit de la station N4 (Basse Pointe – Rivière Falaise).

Les produits phytosanitaires restent la principale source de dégradation des eaux étudiées et ce, sur l'intégralité des masses d'eau.

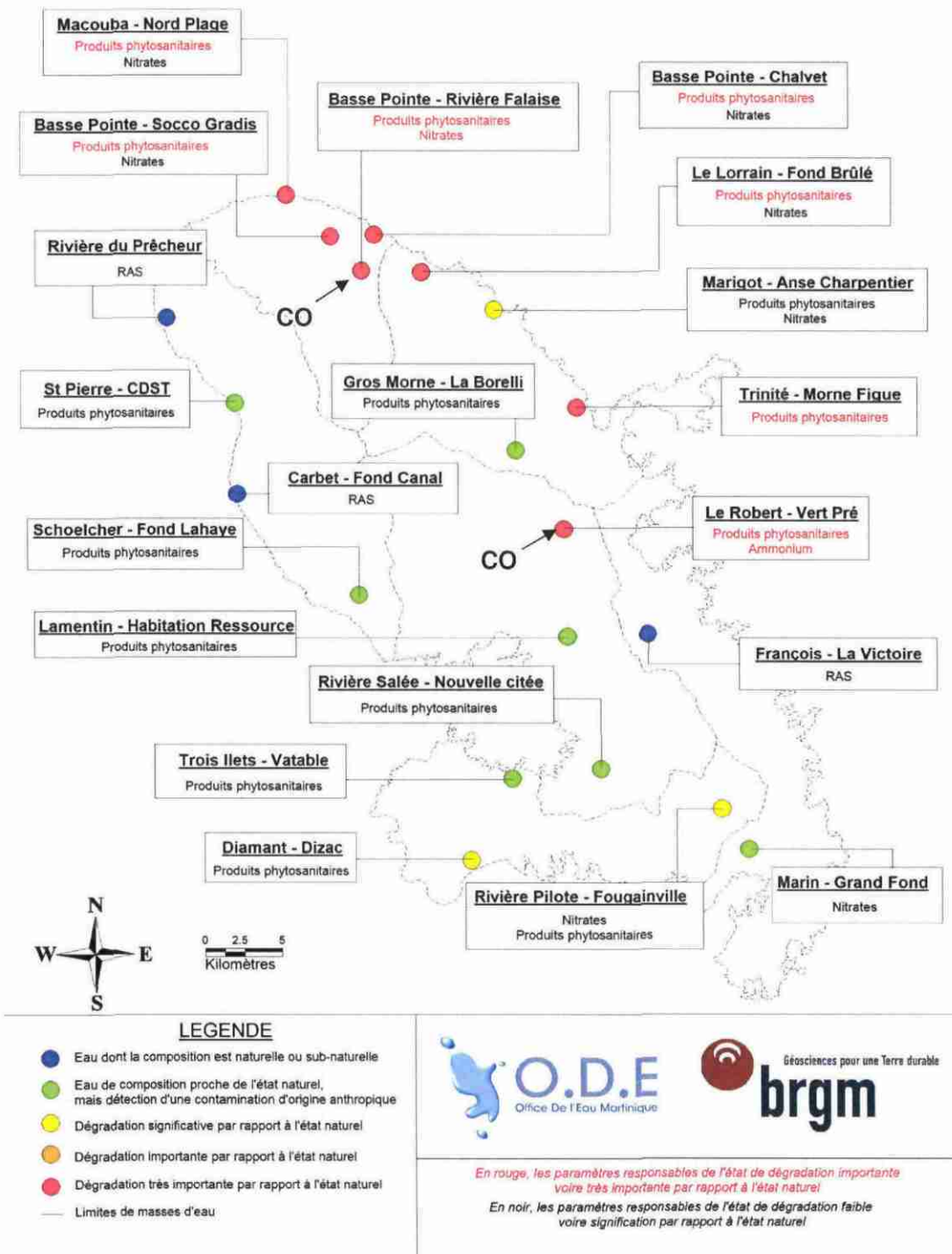


Illustration 62 : Carte récapitulative de l'état patrimonial de la ressource en eau souterraine en saison sèche 2008 (les 2 points de contrôle opérationnel sont indiqués sur la carte)

Masse d'eau concernée	Indices de terrain	Indice BSS	Commune	Lieu-dit	Produits phytosanitaires (Norme DCE)	Nitrates (Normes DCE)	Micropolluants minéraux (Normes DCE provisoire ou AEP)	M.O. (Normes AEP)
Nord 9201	N1	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet				
	N2	1166ZZ0019	Basse Pointe	Source Socco Gradis				
	N3	1166ZZ0023	Macouba	Source Nord Plage				
	N4	1168ZZ0054	Basse pointe	Rivière Falaise				
Nord Atlantique 9202	NA1	1169ZZ0006	Marigot	Anse Charpentier			As, Fe, Mn	
	NA2	1169ZZ0084	Le Lorrain	Fond Brulé				
	NA3	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli			Mn	
	NA4	1175ZZ0153	Trinité	Source Morne Figue				
Nord Caraïbes 9203	NC1	1167ZZ0045	St Pierre	CDST				
	NC2	1177ZZ0161	Schœlcher	Fond Lahaye			Mn	
	NC3	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur				
	NC4	1172ZZ0050	Le Carbet	Fond Canal			Fe, Mn	M.O.
Centre 9204	C1	1175ZZ0106	Le Robert	Vert Pré			Fe, Mn, NH ₄	M.O.
	C2	1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource			Fe, Mn	
	C3	1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle cité			Mn	
Sud Atlantique 9205	SA1	1186ZZ0118	Le Marin	Grand Fond				
	SA2	1179ZZ0228	Le François	Habitation Victoire				
Sud Caraïbes 9206	SC1	1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville				
	SC2	1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable			Mn	
	SC3	1184ZZ0001	Diamant	Dizac			Fe, Mn	






	Eau de composition naturelle ou sub naturelle		Dégradation significative par rapport à l'état naturel		Dégradation très importante par rapport à l'état naturel
	Eau de composition proche de l'état naturel mais détection d'une contamination d'origine anthropique		Dégradation importante par rapport à l'état naturel		

Illustration 63 : Etat qualitatif des eaux souterraines de Martinique en saison sèche 2008

3.2. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN SAISON SECHE 2008

3.2.1. Depuis la mise en place du réseau DCE (2007)

L'illustration 64 ci-dessous présente les résultats en termes de nombre de détections depuis le début des campagnes réalisées dans le cadre de la DCE :

		Saison sèche 2007		Saison des pluies 2007		Saison sèche 2008	
Type	Molécules	Nb Détection (19 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total
Insecticides	Chlordécone	8	25	6	29	6	32
	Dieldrine	4		7		6	
	Heptachlore-époxyde	4		4		2	
	beta HCH	7		11		16	
	delta HCH	1		1		1	
	gamma HCH	1		0		1	
Herbicides	Bromacil	2	15	3	8	0	6
	Diuron	1		1		2	
	Hexazinon	1		1		2	
	Monuron	1		1		1	
	Metolachlore	0		1		0	
	Glyphosate	5		1		0	
	Linuron	3		0		0	
	Monolinuron	2		0		0	
	Atrazine	0		0		1	
Fongicides	Propiconazole	0	0	1	2	0	0
	Carbendazime	0		1		0	
Métabolite	AMPA	5	5	2	2	0	0
TOTAL			45		41		38

Illustration 64 : Molécules détectées et nombre de détections sur le réseau depuis 2007

Comme en 2007, le **beta HCH**, la **dieldrine** et le **chlordécone** sont les molécules les plus fréquemment détectées en 2008. Il faut également noter que le beta HCH a été détecté sur 16 sites sur les 20 analysés en saison sèche 2008. Depuis trois campagnes, la progression est importante pour cette molécule (7 fois, 11 fois puis 16 fois détectée). De plus, le glyphosate et l'AMPA, décelés chacun sur 5 sites lors de la saison sèche 2007, n'ont plus été détectés sur aucun site en saison sèche 2008.

D'une manière générale, les insecticides sont toujours détectés davantage que les herbicides. Une tendance à la baisse apparaît même pour ces derniers (15 fois détectés en saison sèche 2007 contre 6 fois en saison sèche 2008). Aucun fongicide n'a été détecté en saison sèche 2008.

Au total, tous produits confondus, le nombre de détection est passé de 45 à 41 puis à 38. Une amélioration relative est donc constatée sur les 3 campagnes considérées.

3.2.2. Depuis l'existence d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines en Martinique (2004)

Au regard des données acquises depuis le début des recherches de produits phytosanitaires dans les eaux souterraines de la Martinique, il est toujours difficile d'en faire ressortir des tendances évolutives de leurs concentrations. De plus, le nombre de produits recherchés a régulièrement augmenté passant de 5 en saison sèche 2004, à 111 en saison des pluies 2004 pour aller à 130 en saison sèche 2008. L'illustration 65 présente les sommes, par station, des produits phytosanitaires détectés parmi les 111 recherchés depuis 2004.

Dans leur globalité, les résultats de la campagne de saison sèche 2008 montrent **une tendance à la baisse des teneurs totales rencontrées dans les masses d'eau Nord et Nord Atlantique et leur relative stabilité pour les quatre autres masses d'eau de l'île.**

- **Masse d'eau Nord**

Les 4 stations présentent globalement des concentrations en produits phytosanitaires en baisse.

Les 2 stations de Basse pointe (lieux-dits « **Chalvet** » et « **Rivière Falaise** ») sont les stations les plus anciennement suivies de cette masse d'eau. Elles présentent une certaine similitude dans l'évolution de leurs concentrations en produits phytosanitaires. Elles ont toutes deux atteint un pic de concentration lors de la campagne de saison sèche 2006 et présentent depuis, malgré un ressaut des concentrations en saison des pluies 2007, des valeurs bien inférieures.

En saison sèche 2008, ces deux stations présentent des **teneurs totales inférieures à 1 µg/l** ce qui n'était plus arrivé à la station « Chalvet » depuis la saison des pluies 2005 et ce qui n'était encore jamais arrivé pour la station au lieu dit « Rivière Falaise ».

Les 2 autres sites suivis, qui sont des sources, manquent encore de données (elles ne sont suivies que depuis 2007) mais semblent présenter une certaine stabilité voire une tendance à la baisse de leur concentration en produits phytosanitaires.

- **Masse d'eau Nord Atlantique**

Les 4 stations présentent globalement des concentrations en produits phytosanitaires en baisse.

Les eaux de la station du Lorrain (lieu-dit « **Fond Brulé** »), qui ont la particularité de contenir des teneurs totales en produits phytosanitaires dépassant généralement les 20 µg/l (avec un record à 32,32 µg/l lors de la saison des pluies 2007) ont montré, en saison sèche 2008, leur valeur minimale avec 15,65 µg/l. **Cette valeur reste cependant 10 fois supérieure à la 2^{ème} plus forte teneur totale enregistrée sur le réseau.**

Les trois autres stations semblent présenter une tendance à la baisse avec un minimum atteint pour la source située à Trinité (lieu-dit « **Morne Figure** »).

- **Masse d'eau Nord Caraïbes**

Une certaine stabilité pourrait caractériser cette masse d'eau qui présente des concentrations très faibles en produits phytosanitaires depuis 4 campagnes (inférieures à 0,05 µg/l).

- **Masse d'eau Centre**

Aucune tendance particulière n'est remarquable pour cette masse d'eau.

Les stations du Lamentin (lieu dit « **Habitation Ressource** ») et du Robert (lieu dit « **Vert Pré** ») sont suivies depuis la saison des pluies 2004. Pour la première, les concentrations enregistrées depuis la saison des pluies 2005 sont stables et très faibles. Pour la seconde, aucune tendance significative n'est observable, les valeurs oscillant entre 0,5 et 2,5 µg/l depuis le début des recherches.

La station de Rivière Salée (lieu dit « **Nouvelle Cité** ») n'est suivie que depuis la saison sèche 2007 mais elle présente une apparente stabilité de ses teneurs en produits phytosanitaires.

- **Masse d'eau Sud Atlantique**

Pour les deux stations de cette masse d'eau, aucun produit phytosanitaire n'a été détecté en saison sèche 2008. La tendance serait à baisse pour ces deux stations.

En effet, la station du Marin (lieu dit « **Grand Fond** »), seulement suivie depuis la saison sèche 2007 pour les produits phytosanitaires, avait décelé du glyphosate et de l'AMPA en saison sèche 2007. Ces deux molécules ne sont plus retrouvées un an après.

La situation est la même pour la station du François (lieu dit « **La Victoire** ») qui avait présenté une hausse significative de ses concentrations en produit phytosanitaire lors des 2 précédentes campagnes (pollution ponctuelle ?).

- **Masse d'eau Sud Caraïbes**

Malgré le manque de données pour faire ressortir une tendance, cette masse d'eau semble présenter une certaine stabilité depuis 2 voire 3 campagnes. Les valeurs restent faibles (inférieures à 0,05 µg/l).

La problématique du glyphosate et de l'AMPA, retrouvés en abondance durant la campagne de saison sèche 2007, n'est plus observée un an plus tard.

Synthèse de l'état des masses d'eau souterraine du district Martinique

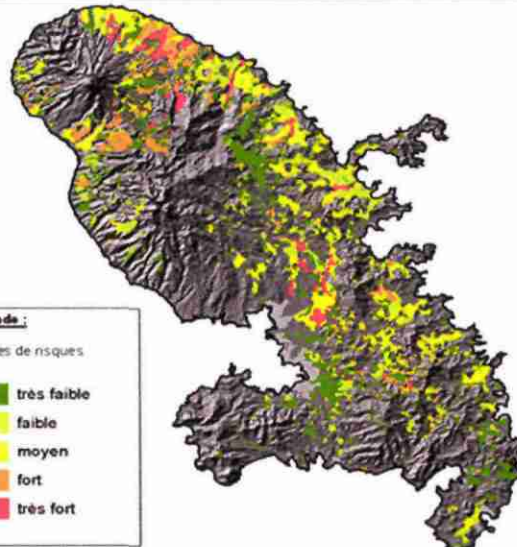
Masse d'eau	E. L. D.	2004		2005	2006		Démarrage réseau DCE	2007		2008	
		SS	SP	SP	SS	SP		SS	SP	SS	SP
Nord	RNABE	1/3	1/2	2/2	2/2	2/2		3/3	3/3	3/3	
Nord Atlantique	RNABE	2/3	1/1	3/4	2/3	3/4		4/4	4/4	2/4	
Nord Caraïbes		0/7	1/1	0	1/1	2/3		1/3	1/4	0/4	
Centre		2/8	2/3	1/3	1/3	2/2		0/2	1/2	0/2	
Sud Atlantique		0/3	0/1	1/1	2/2	1/2		2/2	1/2	0/2	
Sud Caraïbes		1/7	0/2	0	0	0/1		3/3	0/3	0/3	
Nbre points suivis		31	10	10	11	14		17	18	18	
Nbre points en mauvais état		16	5	7	8	10		13	10	5	
%		52%	50%	70%	73%	71%		76%	56%	28%	

- ▶ 1/3 : nombre de points en mauvais état / nombre de points suivis dans la masse d'eau
- ▶ E. L. D. : état des lieux du district hydrographique Martinique, novembre 2004
- ▶ RNABE. : Risque de Non Atteint du Bon Etat à l'horizon 2015
- ▶ En saison sèche 2004, seules 5 molécules étaient recherchées
- ▶ Selon la circulaire DCE 2006/18, si un point est en mauvais état, toute la masse d'eau l'est aussi (liste de conditions à vérifier)

	Bon état
	Doute
	Mauvais état



*Respect des objectifs à l'horizon 2015
Selon E.L.D. (2004)*



Légende :
Classes de risques
très faible
faible
moyen
fort
très fort

*Carte de risque de pollution des eaux souterraines
par les intrants agricoles (BRGM/RP-56242-FR) 2008*



Station	Indice terrain	Numéro BSS	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	Tendance globale
Basse Pointe - Chalvet	N1	1166ZZ0026		0,63	10,20	2,2	2,08	4,72	0,86	En baisse ? (variabilité importante)
Basse Pointe - Socco Gradis	N2	1166ZZ0019					4,25	5,24	1,87	En baisse
Macouba - Nord Plage	N3	1166ZZ0023					1,04	0,53	0,82	Stable (depuis 2 campagnes)
Basse Pointe - Rivière Falaise	N4	1168ZZ0054	9,28	2,09	12,98	1,02	1,45	4,06	0,54	En baisse ? (variabilité importante)
Marigot - Anse Charpentier	NA1	1169ZZ0006	0,86	1,01	0,03	0,03	0,14	0,35	0,08	En baisse ? (variabilité importante)
Lorrain - Fond Brulé	NA2	1169ZZ0084			27	23,01	21,29	32,32	15,65	En baisse
Gros Morne - La Borelli	NA3	1174ZZ0088		0,18	0,69	< LQ	0,28	1,29	0,05	En baisse après une hausse durant 2 campagnes
Trinité - Source Morne Figue	NA4	1175ZZ0153		1,31	8,07	2,58	2,21	3,26	0,6	En baisse ? (variabilité importante)
Saint Pierre - CDST	NC1	1167ZZ0045			0,52	0,02	< LQ	< LQ	0,04	Stable (depuis 4 campagnes)
Schoelcher - Fond Lahaye	NC2	1177ZZ0161				< LQ	< LQ	< LQ	0,02	Stable (depuis 4 campagnes)
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	NC3	1167ZZ0024				< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	Stable (depuis 4 campagnes)
Carbet - Fond Canal	NC4	1172ZZ0050						0,01	0,01	Stable (depuis 2 campagnes)
Robert - Vert Pré	C1	1175ZZ0106	1,82	2,44	0,93	0,93	2,21	0,43	0,9	Aucune tendance significative (variabilité importante)
Lamentin - H. Ressource	C2	1179ZZ0070	3,41	< LQ		< LQ	< LQ	0,01	0,02	Stable (depuis 5 campagnes)
Rivière Salée - Nouvelle Cité	C3	1182ZZ0160					< LQ	0,05	0,02	Stable (depuis 3 campagnes)
Marin - Grand Fond	SA1	1186ZZ0118					< LQ	< LQ	< LQ	Stable (depuis 3 campagnes)
François - La Victoire	SA2	1179ZZ0228			0,22	< LQ	0,24	1,48	< LQ	En baisse après une hausse durant 2 campagnes
Rivière Pilote - Fougainville	SC1	1183ZZ0052				< LQ	0,37	< LQ	0,02	Stable (depuis 2 campagnes)
Trois îlets - Vatable	SC2	1181ZZ0132					< LQ	0,03	0,04	Stable (depuis 3 campagnes)
Diamant - Dizac	SC3	1184ZZ0001	< LQ				0,12	< LQ	0,02	Stable (depuis 2 campagnes)

Illustration 65 : Somme des concentrations ($\mu\text{g/l}$) pour 111 produits phytosanitaires recherchés depuis la campagne de saison des pluies 2004, hors glyphosate et AMPA (en rouge : le maxima / en bleu : le minima)

Les limites de quantification se sont améliorées en 2008, notamment pour 9 des molécules usuellement retrouvées depuis 2004. Pour permettre la comparaison des sommes de produits phytosanitaires entre campagnes à limites de quantification différentes, il a été décidé de prendre en compte les limites les moins fines.

Par exemple, jusqu'à la campagne de saison des pluies 2007, l'atrazine avait une limite de détection de $0,05 \mu\text{g/l}$. En 2008, elle est passée à $0,025 \mu\text{g/l}$. Or cette molécule a été retrouvée justement en 2008, sur la station de Basse Pointe – Rivière Falaise, à une teneur de $0,03 \mu\text{g/l}$. Elle n'a donc pas été comptabilisée pour le tableau comparatif, la limite utilisée étant $0,05 \mu\text{g/l}$.

Malgré le relatif manque de données (les analyses n'ont débuté qu'en 2004), il est intéressant de confronter les sommes des produits phytosanitaires détectés sur les stations les plus anciennement suivies avec les cumuls pluviométriques saisonniers (Cf. Illustration 66 ci-dessous).

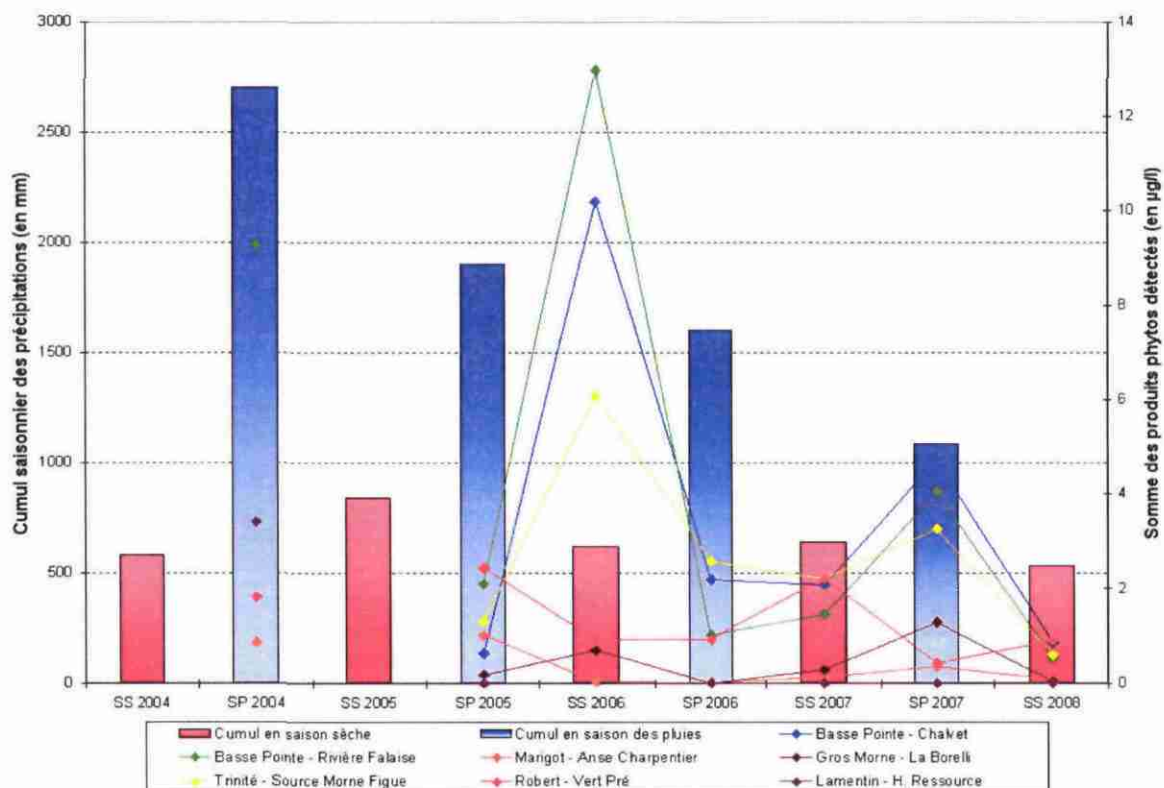


Illustration 66 : Comparaison des sommes de produits phytosanitaires détectés sur les 7 sites les plus anciennement suivies avec la pluviométrie saisonnière

La pluviométrie de saison des pluies entre mai et novembre 2007 est en nette diminution depuis au moins 4 ans (sachant que la saison des pluies 2004 fut exceptionnelle) alors que les périodes de carême, entre décembre et avril, sont toujours relativement identiques.

Il semble que les stations du Nord de l'île (Basse Pointe – Rivière Falaise, Basse Pointe – Chalvet, Trinité – Morne Figue et dans une moindre mesure, Gros Morne – La Borelli) aient des évolutions similaires. Des pics de concentrations ont été observés pour ces 4 stations en saison sèche 2006 et, à un moindre degré, en saison des pluies 2007.

A l'inverse, les stations du Robert – Vert Pré et du Lamentin – Habitation Ressource ont plutôt leurs pics 6 mois plus tôt (saison des pluies 2005 puis saison sèche 2007) même si cela reste encore à vérifier. Quant aux stations du sud de l'île, elles ne sont

pas analysées depuis suffisamment longtemps pour permettre une comparaison efficiente.

Il est encore difficile de pouvoir tirer des conclusions de cette approche, principalement par manque de données. Cependant, à long terme, celle-ci devrait permettre de donner des indices quant au fonctionnement des nappes de l'île (polarité Nord-Sud ?) ainsi que des précisions concernant les liens entre la pluviométrie et la mobilisation des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines de la Martinique.

4. Conclusion

L'article 8 de la Directive Cadre européenne sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 (2000/60/CE) imposait aux Etats membres d'établir avant 2006 « des programmes de surveillance de l'état des eaux afin de dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque district hydrographique ». Dans ce cadre, un réseau de surveillance de l'état qualitatif des eaux souterraines a été dressé en 2007. Celui-ci comprend deux niveaux de contrôle : un contrôle de surveillance et un contrôle opérationnel.

L'objectif du contrôle de surveillance est de fournir un état des lieux de la qualité des eaux souterraines de chaque district hydrographique afin de permettre, à terme, de détecter la présence de tendances à la hausse ou à la baisse de la pollution induite par l'activité anthropique. Ce rapport de campagne « saison sèche 2008 » s'inscrit dans le cadre du contrôle de surveillance.

Les analyses ont été effectuées sur les 18 sites du réseau de surveillance ainsi que sur 2 sites supplémentaires dans le cadre d'un contrôle opérationnel anticipé. Ces analyses ont concerné les paramètres physico-chimiques, les concentrations en éléments majeurs, les composés azotés, les concentrations en matières organiques oxydables, fer total et manganèse total, la minéralisation et la salinité, les micropolluants minéraux et les produits phytosanitaires.

L'état des lieux de la qualité des eaux souterraines a été dressé sur la base de toutes ces analyses. L'interprétation des paramètres physico chimiques montre que les eaux analysées sont relativement pauvres en oxygène. Les températures relevées sont toutes supérieures à 25 °C et le pH est souvent proche de la neutralité.

Les teneurs en éléments majeurs ne montrent pas d'anomalie particulière, hormis certaines teneurs en chlorures élevées sur les stations de Rivière Salée et de Trois Ilets (C3 et SC2) qui semblent subir l'influence d'une lentille d'eau de mer ancienne voire d'une intrusion marine. Moins de la moitié des sites du réseau présente également des teneurs élevées en nitrates pouvant être révélatrices d'une contamination anthropique (concentrations supérieures à 10 mg/l). Le site de Rivière Falaise (commune de Basse Pointe), appartenant au contrôle opérationnel anticipé, a même atteint pour la première fois le seuil de qualité de 50 mg/l fixé par la directive cadre. La tendance à la hausse est visible pour certaines stations du Nord de l'île.

Les stations situées sur les communes du Carbet et du Robert (stations NC4 et C1) présentent des paramètres d'oxydabilité caractéristiques d'une légère pollution par des matières organiques, accompagnés de fortes teneurs en COD, en fer total et en manganèse total. Le site du Robert dépasse également la valeur seuil de qualité de 0,5 mg/l fixé par la directive cadre pour l'ammonium avec une concentration de 2,1 mg/l.

La présence de fer et/ou de manganèse dissous à des concentrations proches voire supérieures aux normes de l'arrêté du 11 janvier 2007 pour les eaux destinées à la consommation humaine est à signaler sur 9 stations du réseau. A l'image des précédentes campagnes, l'arsenic a une nouvelle fois été détecté sur le site de l'Anse Charpentier à Marigot (NA1) à une teneur supérieure à la valeur seuil de 10 µg/l fixé par la directive cadre. Celle-ci atteint même un record jamais atteint depuis 2004 avec une teneur de 59 µg/l. De manière plus générale, la totalité des 8 micropolluants minéraux recherchés lors de cette campagne 2008 ont été retrouvés et les éléments arsenic, bore et zinc ont été détectés sur toutes les stations du réseau.

L'état qualitatif des eaux souterraines est altéré par la présence de pesticides ou de leurs produits de dégradation (retrouvés sur plus de 80% du réseau). Les pesticides les plus rémanents sont le chlordécone, le beta HCH et la dieldrine. Ces molécules sont détectées sur la quasi-totalité des campagnes effectuées depuis 2004, avec des tendances parfois à la hausse comme le beta HCH en saison sèche 2008, parfois à la baisse et qui restent délicates à analyser par manque de recul et une certaine méconnaissance de l'influence des conditions climatiques. Ces molécules rémanentes ne sont cependant pas présentes sur la totalité du réseau.

Concernant l'évolution des concentrations en produits phytosanitaires depuis leur recherche, il est encore difficile de faire ressortir une tendance. Des fortes teneurs en pesticides (en moyenne, > 1 µg/l) sont toujours à noter dans la partie Nord et Nord Atlantique de l'île (surtout pour les stations N1, N2, N3, N4, NA2 et NA4) mais elles sont en nette baisse en comparaison de celles qui étaient rencontrées jusqu'alors. A titre de comparaison, seuls 2 sites sur les 8 de ces 2 masses d'eau présentent une teneur totale en produits phytosanitaires dépassant 1 µg/l alors qu'ils étaient 6 en saison des pluies 2007. Concernant les 3 autres masses d'eau, les teneurs totales enregistrées sont faibles (toutes < 0,1 µg/l sauf sur le site C1) sans qu'une tendance remarquable se dessine pour autant.

Pour mémoire, le glyphosate (herbicide) et l'AMPA (métabolite de dégradation du glyphosate), deux molécules analysées pour la première fois en 2007 et qui semblaient prépondérantes en saison sèche 2007 n'ont plus été retrouvées lors de la campagne de saison sèche 2008.

De manière générale, la campagne de saison sèche 2008 rend compte d'une diminution globale des teneurs en produits phytosanitaires sur l'ensemble des stations du réseau (8 stations ont atteint leur teneur les plus faibles depuis 2004).

5. Bibliographie

Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Atteia O. (2005) – Chimie et pollutions des eaux souterraines. Editions Tec & Doc

Berner-Kay E., Berner R.A. (1987) – The Global Water Cycle. Geochemistry and Environment. Prentice Hall.

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

Chery L. (2006) – Qualité naturelle des eaux souterraines. Méthode de caractérisation des états de référence français. Editions BRGM.

Circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006 relative à la définition du « bon état » pour les eaux souterraines, en application de la directive 2000/60/DCE.

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

Comte J-P., Charguéron C., Négrel Ph. (2004) –. Qualité des eaux souterraines de Martinique : état de référence pour un réseau de surveillance. Rapport BRGM/RP52997-FR.

Cottez S., Mouret C. (1977) – Etude hydrogéologique au Robert et dans la presqu'île des Trois Ilets – Compte rendu d'exécution des sondages et des pompages. Rapport BRGM 77ANT3.

Desprats J-F., Comte J-P., Chabrier Ch. (2004) – Cartographie du risque de pollution des sols de Martinique par les organochlorés – phase 3. Rapport BRGM/RP-53262.

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

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

Directive 2006/118/CE du parlement européen et du conseil du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

Gaillardet J., Dupre B., Allègre C.J., Négrel Ph. (1997) – Chemical and physical denudation in the Amazon river basin. Chem. Geol. 142: 141-173.

Gustafson D.I. (1989) – Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8 : 339-357.

Index Phytosanitaire Acta (2005).

Malcuit E., Vittecoq B., Baran N., Negrel Ph. (2006) – Suivi de la qualité des eaux souterraines de Martinique, campagne de saison des pluies 2005 : résultats et comparaison avec la 1ère campagne de basses eaux (2004) et 1ère campagne de saison des pluies (2004). Rapport BRGM/RP-54717-FR.

Meybeck M. (1986) – Composition chimique des ruisseaux non pollués en France. *Sci. Géol. Bull.*

Négre Ph., Allègre C.J., Dupré B., Lewin E. (1993) – Erosion sources determined from inversion of major, trace element ratios and strontium isotopic ratio in riverwater: the Congo Basin case. *Earth, Planet. Sci. Lett.*

Négre Ph., Lachassagne, P., Laporte P. (1997) – Caractérisation chimique et isotopique des pluies de Cayenne (Guyane Française). *C.R. Académie des Sciences* 324: 379-386.

Négre Ph., Millot R., Robert M., Cocherie A. (2006) – Traçage isotopique du plomb dans les eaux : mesure directe par MC-ICP-MS et exemples d'application. SFIS - Société française des Isotopes stables - Nantes - France - 11-14/09/2006.

Négre Ph., Petelet-Giraud E., Casanova J., Kloppmann W. (2002) – Boron isotope signatures in the coastal groundwaters of French Guiana. *Water Resources Research*. 10.1029/2002WR001299.

Ollagnier S., Vittecoq B. (2007) – Suivi de la qualité des eaux souterraines de Martinique, campagne de saison des pluies 2006, Résultats et interprétation. Rapport BRGM/RP-55499-FR.

Ollagnier S. (2007) – Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique relatif aux prescriptions de la Directive Cadre européenne sur l'Eau : Campagne de saison sèche 2007. Rapport BRGM/RP-55812-FR.

Ollagnier S., Brugeron A., Vittecoq B. (2008) – Contrôle de surveillance de la qualité des eaux souterraines de la Martinique : Saison des pluies 2007. BRGM/RP-56278-FR.

Paulin Ch. (1979) – Recherche d'eau souterraine en Martinique. Résultats de la campagne de reconnaissance par sondages mécaniques. Rapport BRGM 79ANT20.

Agences de l'eau et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (2002), Le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ eau souterraines), Rapport de présentation, version 0.

Stollsteiner P., Lachassagne P., Paulin Ch., Neel F. (2000) – Bilan des connaissances hydrogéologiques de la Martinique – Volume 1 – Rapport BRGM RP-50071-FR.

Vittecoq B., Negrel Ph. (2005) – Suivi de la qualité des eaux souterraines de Martinique, 2ème campagne 2004 (saison des pluies) : résultats et comparaison avec la 1ère campagne de basses eaux. BRGM/RP-53838-FR.

Annexe 1

Paramètres analysés

<i>Physico-chimie in situ</i>	Température, Conductivité, pH, Potentiel d'oxydo-réduction (Eh), Oxygène dissous
<i>Eléments majeurs</i>	Hydrogène carbonates (HCO_3^-), Carbonates (CO_3^{2-}), Chlorures (Cl^-), Sulfates (SO_4^{2-}), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}), Sodium (Na^+), Potassium (K^+)
<i>Matières organiques oxydables</i>	Oxydabilité au KMnO_4 à chaud en milieu acide, Carbone Organique Dissous (COD)
<i>Matières en suspension</i>	Fer total et Manganèse total
<i>Minéralisation et salinité</i>	Dureté totale, Silicates (SiO_2),
<i>Composés azotés</i>	Nitrates (NO_3^-), Ammonium (NH_4^+)
<i>Micropolluants minéraux</i>	Arsenic (As), Bore (B), Aluminium (Al), Lithium (Li), Cuivre (Cu), Zinc (Zn), Fer (Fe), Manganèse (Mn)

1	2,4 DDD	35	Congénère 138	69	Heptachlore époxyde cis + trans	103	Pendiméthaline
2	2,4 DDE	36	Congénère 153	70	Hexachlorobenzène	104	Pentachlorophénol
3	2,4 DDT	37	Congénère 180	71	Hexaconazole	105	Phosalone
4	2,4,5-T	38	Congénère 194	72	Hexazinon	106	Phostiasate
5	2,4,D	39	Congénère 28	72	Imazalil	107	Piperonyl butoxyde
6	4,4' DDD	40	Congénère 52	74	Imazaméthabenz	108	Prochloraze
7	4,4' DDE	41	Cyanazine	75	loxynil	109	Prométryne
8	4,4' DDT	42	Desmétryne	76	Isoproturon	110	Propanil
9	Acétochlore	43	Diazinon	77	Isoproturon-1CH3	111	Propazine
10	Alachlore	44	Dichlorprop	78	Isoproturon-2CH3	112	Propiconazole
11	Aldrine	45	Dichlorvos	79	Linuron	113	Propoxur
12	Aldicarbe	46	Dicofol	80	MCPA	114	Simazine
13	Alphamétrine	47	Dieldrine	81	Malathion	115	Sébutylazine
14	Amétryne	48	Difénoconazole	82	Monolinuron	116	Tebuconazole
15	Atrazine	49	Diméthénamide	83	Monuron	117	Tebutame
16	Bentazone	50	diméthoate	84	Mécoprop	118	Terbuthylazine
17	Bifenox	51	Dinoterb	85	Métamitrone	118	Terbutryne
18	Biphényl	52	Disulfoton	86	Métazachlore	120	Thiabendazole
19	Bitertanol	53	Diuron	87	Méthabenzthiazuro n	121	Triclopyr
20	Bromacil	54	Désisopropylatrazine	88	Méthomyl	122	Trifluraline
21	Bromopropylate	55	Déséthylatrazine	89	Méthoxychlore	123	Tétraconazole
22	Bromoxnyl	56	Endosulfan I	90	Métobromuron	124	alpha HCH
23	Cadusafos	57	Endosulfan II	91	Métolachlor	125	bêta HCH
24	Captan	58	Endosulfan sulfate	92	Métoxuron	126	delta HCH
25	Carbendazime	59	Éndrine	93	Métribuzine	127	epsilon HCH
26	Carbofuran	60	Fenpropimorphe	94	Métsulfuron Méthyle	128	gamma HCH (lindane)
27	Carbophenothion	61	Fenthion	95	Napropamide	129	Glyphosate
28	Chlordécone	62	Flufénoxuron	96	Nicosulfuron	130	AMPA
29	Chlorfenvinphos	63	Flurochloridone	97	Néburon		
30	Chlorpyriphos ethyl	64	Fluzilazole	98	Oxadiazon		
31	Chlorpyriphos méthyl	65	Folpel	99	Oxamyl		
32	Chlortoluron	66	Fénamiphos	100	Parathion-méthyl		
33	Congénère 101	67	Fénitrothion	101	Parathion-éthyl		
34	Congénère 118	68	Heptachlore	102	Penconazole		

Annexe 2

Tableaux récapitulatifs des résultats d'analyses

Indice terrain	n° BSS	Date du prélèvement SS 2004	Date du prélèvement SP 2004	Date du prélèvement SP 2005	Date du prélèvement SS 2006	Date du prélèvement SP 2006	Date du prélèvement SS 2007	Date du prélèvement SP 2007	Date du prélèvement SS 2008	Type
N1	1166ZZ0026	X	X	12/12/05	25/04/06	22/11/06	17/04/2007	21/11/2007	18/04/2008	Piézomètre
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	25/04/2007	20/11/2007	18/04/2008	Source
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	18/04/2007	20/11/2007	18/04/2008	Source
N4	1168ZZ0054	29/03/04	22/10/04	21/11/05	25/04/06	22/11/06	17/04/2007	20/11/2007	21/04/2008	Piézomètre
NA1	1169ZZ0006	06/01/04	22/10/04	21/11/05	25/04/06	22/11/06	18/04/2007	19/11/2007	22/04/2008	Piézomètre
NA2	1169ZZ0084	X	X	30/01/06	25/04/06	26/11/06	18/04/2007	19/11/2007	21/08/2008	Piézomètre
NA3	1174ZZ0088	06/02/04	22/10/04	21/11/05	28/04/06	24/11/06	23/04/2007	23/11/2007	22/04/2008	Piézomètre
NA4	1175ZZ0153	21/01/04	27/10/04	21/11/05	26/04/06	22/11/06	26/04/2007	21/11/2007	22/04/2008	Source
NC1	1167ZZ0045	X	X	30/01/06	24/04/06	26/11/06	24/04/2007	30/11/2007	23/04/2008	Piézomètre
NC2	1177ZZ0161	07/01/04	25/10/04	24/11/05	18/04/06	21/11/06	16/04/2007	13/12/2007	29/04/2008	Piézomètre
NC3	1167ZZ0024	06/04/04	25/10/04	22/11/05	21/04/06	27/11/06	24/04/2007	30/11/2007	23/04/2008	Piézomètre
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	30/11/2007	29/04/2008	Forage
C1	1175ZZ0106	21/01/04	25/11/04	26/01/06	04/05/06	29/11/06	26/04/2007	29/11/2007	24/04/2008	Forage d'exploitation
C2	1179ZZ0070	06/02/04	20/10/04	25/11/05	27/04/06	23/11/06	20/04/2007	29/11/2007	24/04/2008	Piézomètre
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	20/04/2007	29/11/2007	25/04/2008	Forage d'exploitation
SA1	1186ZZ0118	11/01/04	26/10/04	18/11/05	20/04/06	28/11/06	23/04/2007	26/11/2007	25/04/2008	Piézomètre
SA2	1179ZZ0228	05/04/04	25/11/04	09/12/05	05/05/06	30/11/06	20/04/2007	23/11/2007	24/04/2008	Forage d'exploitation
SC1	1183ZZ0052	30/01/04	26/10/04	18/11/05	20/04/06	28/11/06	23/04/2007	26/11/2007	25/04/2008	Piézomètre
SC2	1181ZZ0132	25/03/04	19/10/04	25/11/05	27/04/06	23/11/06	19/04/2007	26/11/2007	28/04/2008	Piézomètre
SC3	1184ZZ0001	08/01/04	26/10/04	X	X	X	19/04/2007	28/11/2007	28/04/2008	Piézomètre

n° BSS	Commune	Lieu dit	X	Y
1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	704700	1642890
1166ZZ0019	Basse Pointe	Source Socco Gradis	702187	1642919
1166ZZ0023	Macouba	Source Grand Plage	699232	1645669
1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	703855	1640502
1169ZZ0006	Marigot	Anse Charpentier	712531	1637909
1169ZZ0084	Lorrain	Fond Brulé	707735	1640405
1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli	713936	1628627
1175ZZ0153	Trinité	Morne Figue	717832	1631449
1167ZZ0045	St Pierre	CDST	695500	1631760
1177ZZ0161	Schoelcher	Fond Lahaye	703597	1619100
1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	691089	1637394
1172ZZ0050	Le Carbet	Fond Canal	696500	1627250
1175ZZ0106	Gros Morne	Vert Pré	716937	1623425
1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource	717201	1616359
1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle citée	716936	1623425
1186ZZ0118	Marin	Grand Fond	729040	1602330
1179ZZ0228	François	La Victoire	722462	1616514
1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville	727296	1604984
1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable	713620	1607019
1184ZZ0001	Diamant	Habitation Dizac	710708	1601762

Indice Terrain	n° BSS	Conductivité (µS/cm)								Température (°C)					
		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	X	X	492	432	394	399	410	424	26.7	27.1	26.7	26.9	28.1	27
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	331	233	222	X	X	X	26.4	24.5	25
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	455	440	448	X	X	X	26.4	26.3	26.1
N4	1168ZZ0054	285	290	302	312	327	344	370	387	26.6	26.6	26.6	25.6	26.8	27.6
NA1	1169ZZ0006	433	394	405	435	452	476	466	494	28.6	27.8	28.0	28.1	28.8	29.4
NA2	1169ZZ0084	X	X	359	356	318	365	356	333	27.2	28.3	29.2	29	28	28.8
NA3	1174ZZ0088	170	202	188	213	194	194	184	178	27.3	26.7	26.5	26.4	27.3	27.5
NA4	1175ZZ0153	301	304	153	301	X	296	302	293	25.2	26.8	X	27.5	26.8	26.7
NC1	1167ZZ0045	X	X	185	193	177	166	166	168	26.3	27.8	27.9	27.3	26.9	27.2
NC2	1177ZZ0161	651	955	1097	1095	984	1077	1137	1092	29.4	28.3	28.7	28.1	28.9	29.5
NC3	1167ZZ0024	201	203	213	214	233	242	247	256	25.5	26.1	26.0	28	26	29.6
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	262	204	X	X	X		27.2	26.7
C1	1175ZZ0106	325	306	302	306	299	305	335	405	32.7	31.1	28.9	29.8	26.9	26.6
C2	1179ZZ0070	600	548	604	517	505	481	609	597	27.6	26.9	27.2	28	27.4	28.4
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	1839	1790	1890	X	X	X	29.3	30.7	30.3
SA1	1186ZZ0118	1340	1343	1334	1373	1419	1468	1450	1477	27.7	27.7	28.3	28.1	27.8	27.8
SA2	1179ZZ0228	614	614	615	614	1176	610	622	628	29.0	25.0	29.0	29.5	27.3	29.6
SC1	1183ZZ0052	496	413	430	439	420	444	467	442	27.9	27.8	27.3	28.4	27.7	27.7
SC2	1181ZZ0132	1695	1340	2030	1780	2140	2170	2330	2300	28.9	28.2	28.8	29.7	30.3	30
SC3	1184ZZ0001	780	809	X	X	X	818	831	825	X	X	X	30.4	30.7	30.8

Indice Terrain	n° BSS	pH								Ehmes (mV)	Eh (mv)	Ehmes (mV)	Eh (mv)	Ehmes (mV)	Eh (mv)	Ehmes (mV)	Eh (mv)	Ehmes (mV)	Eh (mv)	Ehmes (mV)	Eh (mv)
		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2005		SS 2006		SP 2006		SS 2007		SP 2007		SS 2008	
N1	1166ZZ0026	X	X	6.56	6.77	6.68	6.48	5.62	6.23	15	220.5	27	232.2	-2	185	29	X	65	138	23	207
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	7.11	6.82	6.89	X	X	X	X	X	X	-20	121	-20	115	-16	262
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	7.21	6.76	6.82	X	X	X	X	X	X	-26.4	108	-1	88	-12	265
N4	1168ZZ0054	26.6	6.90	6.63	6.95	7.01	230	6.28	6.5	6.72	435.6	35	240.6	X	184	75.1	8	25	90	5	253
NA1	1169ZZ0006	7.8	7.90	7.12	7.65	6.65	7.65	7.04	7.26	240	444.2	-85	119.7	X	177	-37	75	-25	39	-38	-80
NA2	1169ZZ0084	X	X	7.12	6.88	6.94	6.38	6.07	6.32	-79	126.2	-30	174.4	36	156	12	78	39	100	18	236
NA3	1174ZZ0088	7.45	7.15	7.03	7.17	6.34	6.9	5.95	6.79	175	380.1	6	211.5	X	171	-23	101	38	130	-10	120
NA4	1175ZZ0153	7.45	7.20	7.84	6.57	X	7.16	6.44	6.84	170	376.6	-13	192.5	X	X	-27	62	18	140	-18	180
NC1	1167ZZ0045	X	X	7.05	6.91	6.63	6.94	6.59	6.61	-46	159.8	26	230.7	2	151	4	97	8	35	0	148
NC2	1177ZZ0161	7.4	7.20	6.56	6.71	6.01	X	5.79	6.4	52	255.6	-46	158.4	40	146	X	X	55	120	13	41
NC3	1167ZZ0024	8.15	7.20	7.22	7.19	6.62	6.98	7	6.87	229	435.4	-35	171	2	204	-23	85	-17	54	-14	108
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	6.53	6.69	X	X	X	X	X	X	X	X	12	38	-4	47
C1	1175ZZ0106	7.4	6.65	6.63	7.00	6.69	6.73	7.06	6.82	-114	87.2	13	215.4	-2	183	2	84	-21	34	-11	-34
C2	1179ZZ0070	7.4	7.45	7.90	7.86	6.82	7.86	7.58	7.67	-13	191.9	-20	185.4	X	105	48	114	-52	-147	-60	-170
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	7.66	7.47	7.62	X	X	X	X	X	X	-68	131	46	-11	-58	-34
SA1	1186ZZ0118	7.45	7.40	6.87	6.99	6.60	6.88	6.5	6.88	185	389.8	-44	160.8	4	155	-8	88	X	X	-15	-31
SA2	1179ZZ0228	7.35	7.25	6.67	6.40	6.66	6.8	6.64	6.74	8	211.9	-1	205.7	1	117	-4	119	6	62	-7	120
SC1	1183ZZ0052	7.95	7.45	6.41	6.60	6.66	6.22	6	6.22	166	370.7	-56	148.7	0	129	22	115	21	124	23	126
SC2	1181ZZ0132	7.8	7.75	7.17	7.22	7.27	7	7	6.51	1	205	-10	194.5	-38	202	-28	101	-19	8	7	150
SC3	1184ZZ0001	7.6	7.50	X	X	X	6.44	6.58	6.84	X	X	X	X	X	X	-1	86	14	55	-13	39

Indice terrain	n° BSS	O ₂ (%)						O ₂ (mg/l)						Mn							
		µg/l																			
Unité		5																			
Limite de quantification		5																			
		SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	68.1	107.7	56.7	44.1	34.8	19.5	5.39	8.20	4.53	3.29	2.68	1.55	X	X	< LQ	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ
N2	1166ZZ0019	X	X	X	46.8	31	23.6	X	X	X	3.67	2.59	1.32	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	< LQ
N3	1166ZZ0023	X	X	X	42.5	31.9	22.5	X	X	X	3.41	2.56	1.82	X	X	X	X	X	7	< LQ	< LQ
N4	1168ZZ0054	X	101	70.5	38.1	29.5	23.3	5.92	7.97	5.50	3.02	2.33	1.81	66	8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
NA1	1169ZZ0006	18.7	32.2	28.3	10.1	4.4	1.5	1.47	2.55	1.90	0.78	0.34	0.13	99	167	207	274	199	180	211	103
NA2	1169ZZ0084	80	104	59.5	34.9	29.6	17.4	6.21	7.95	4.54	2.66	2.32	1.35	X	X	62	26	12	< LQ	9	< LQ
NA3	1174ZZ0088	16.5	46	50.6	20.5	3.6	3.7	1.27	3.59	4.00	1.63	0.28	0.28	96	993	1216	1115	962	811	519	576
NA4	1175ZZ0153	89	57.5	X	32.7	26.3	16.6	7.30	4.56	X	2.53	2.08	1.32	< L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
NC1	1167ZZ0045	68.8	99.6	67.2	40.9	29	20.3	5.54	7.72	5.23	3.16	2.31	1.6	X	X	< LQ	23	166	28	13	< LQ
NC2	1177ZZ0161	37	58.3	43.2	51.1	21.11	13.1	2.70	4.46	3.29	4.02	1.61	0.99	159	7	< LQ	8	8	8	6	61
NC3	1167ZZ0024	62.5	91	54.3	37.1	31	24.4	5.10	7.23	4.34	2.89	2.51	1.88	5	< LQ	< LQ	< LQ	9	16	9	< LQ
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	10.9	10.1	X	X	X	X	0.87	0.81	X	X	X	X	X	X	924	863
C1	1175ZZ0106	68.1	119.6	33.1	43.8	12.8	11	4.89	8.74	2.53	3.31	1.01	0.86	< L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	23	260	614
C2	1179ZZ0070	22.6	59.9	30	14.6	0.48	0.7	1.77	4.81	2.10	1.13	0.38	0.06	204	203	67	30	481	169	72	75
C3	1182ZZ0160	X	X	X	25.8	0.8	1	X	X	X	1.97	0.06	0.1	X	X	X	X	X	70	70	97
SA1	1186ZZ0118	X	54.1	48.3	22.4	21.8	16.5	3.00	4.17	3.75	1.74	1.72	1.28	< L D	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
SA2	1179ZZ0228	7.4	16.5	20	20.5	35.9	13.8	0.57	1.36	1.62	1.5	2.86	1.05	< L Q	47	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
SC1	1183ZZ0052	52.8	72.8	27	17	17.8	15.7	4.13	5.62	2.13	1.31	1.41	1.23	13	24	< LQ	10	27	10	30	< LQ
SC2	1181ZZ0132	17.7	23	121.6	35.1	10.6	20.3	1.36	1.79	8.93	2.62	0.79	1.53	242	253	97	55	78	32	77	83
SC3	1184ZZ0001	X	X	X	17	23.6	20.7	X	X	X	1.29	1.74	1.55	438	476	X	X		192	203	107

Indice terrain	n° BSS	Fe								Fe total		Mn total		Na								Cl							
		Unité								µg/l		µg/l		mg/l								mg/l							
		Limite de								20		5		0.5								0.5							
		quantification								20		5		0.5								0.5							
		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2007	SS2008	SP 2007	SS2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	70	20	1590	< LQ	134	< LQ	X	X	30.9	27.7	26.1	25.2	23.1	24.6	X	X	51.9	37.8	32.2	34.2	32.3	42.7
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	15.9	14.9	15	X	X	X	X	X	18.1	15.2	15.5
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	20	30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	30.7	28.4	29.1	X	X	X	X	X	52.1	47.7	63
N4	1168ZZ0054	20	< LQ	30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	60	< LQ	6	< LQ	25.6	16.7	15.4	17.5	18.5	18.5	18.4	18.6	19.0	18.9	25.8	26.3	29.1	34.3	40.7	45
NA1	1169ZZ0006	100	70	170	2920	110	190	520	890	11840	3420	212	98	50.4	44.0	42.4	63.4	77	79.3	55	78	38.8	42.1	44.5	42.5	40.6	43.9	43.6	45.8
NA2	1169ZZ0084	X	X	200	< LQ	< LQ	< LQ	100	< LQ	80	20	7	< LQ	X	X	25.6	27.2	27.5	27.2	26.2	25.6	X	X	32.7	32.8	31.1	34.3	32.5	34.1
NA3	1174ZZ0088	350	540	260	630	90	130	50	140	590	160	604	534	12.5	14.5	13.3	15.5	16.2	15.2	15.4	13.7	6.0	12.2	11.5	12.7	11.2	11.6	10.5	10.7
NA4	1175ZZ0153	< LQ	< LQ	90	< LQ	< LQ	20	< LQ	< LQ	20	< LQ	< LQ	< LQ	22.6	24.2	12.4	24.3	24.3	24.7	23.4	23.6	29.3	29.9	19.3	27.4	29	29.3	26.6	27.8
NC1	1167ZZ0045	X	X	< LQ	< LQ	60	< LQ	< LQ	< LQ	130	< LQ	12	< LQ	X	X	15.1	16.2	14.2	14.4	15.7	13.2	X	X	13.8	14.7	10.9	13	14.8	12.3
NC2	1177ZZ0161	60	< LQ	60	0	< LQ	< LQ	30	210	40	4210	6	52	58.9	90.8	99.0	105.2	100.5	104.5	106.6	99.4	90.7	146.0	163.3	174.8	159.7	191	177.9	179.4
NC3	1167ZZ0024	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20	< LQ	50	800	410	52	29	13.4	14.2	14.4	17.4	19.2	18.9	17.4	17.6	10.4	10.7	11.6	10.7	11.4	13	20.9	27.8
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	10200	9460	12700	18130	831	727	X	X	X	X	X	X	14.9	13.1	X	X	X	X	X	X	12.1	12.8
C1	1175ZZ0106	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1170	10020	15400	36690	313	883	18.7	19.4	19.3	18.2	19.8	19.7	22.6	19.5	35.9	37.8	37.1	36.2	35.1	38.9	67.2	47.4
C2	1179ZZ0070	280	900	330	30	1840	200	220	250	330	440	74	69	62.3	58.4	60.5	61.7	54.4	53.7	64.5	63.5	99.8	96.7	102.2	95.8	96.4	96.7	103.7	103.7
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	< LQ	40	70	360	110	79	65	X	X	X	X	X	274.2	269.9	264.7	X	X	X	X	X	468.1	449.6	479.5
SA1	1186ZZ0118	< LQ	< LQ	0	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	140	70	6	< LQ	116.0	121.0	112.9	122.3	125	126.4	124.8	123.5	196.0	196.0	172.8	195.4	191.7	219.4	214	242.4	
SA2	1179ZZ0228	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	43.4	45.5	43.1	43.1	46.8	46.8	46.2	46.6	78.2	78.3	79.7	79.1	78.4	81.8	76.9	87.7
SC1	1183ZZ0052	< LQ	20	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	440	< LQ	52	< LQ	< LQ	51.7	38.0	39.6	42.7	42.7	41.6	39.3	41.5	59.2	52.8	62.6	61.3	55.9	67.8	68.4	66.7
SC2	1181ZZ0132	< LQ	180	190	100	< LQ	< LQ	160	100	6320	550	226	133	235.0	197.0	262.7	257.2	303.2	278.3	316.3	317.6	287.2	217.0	349.6	281.4	384.3	385.2	465.5	484
SC3	1184ZZ0001	580	2790	X	X	X	140	200	710	32400	33810	342	233	100.0	110.0	X	X	X	118.1	109.2	109.4	140.2	144.0	X	X	X	164.6	152.1	161.9

Indice terrain	n° BSS	Ca								Mg								K							
		mg/l																							
		0.5								0.5								0.5							
		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	X	X	32.00	26.3	24.5	24.4	23.8	25.8	X	X	14.4	12.5	12.4	12.5	11.1	12.9	X	X	7.8	14.3	16.8	15.1	14.7	12.2
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	18.3	17.6	16.9	X	X	X	X	X	6.1	5.4	5.6	X	X	X	X	X	3.6	3	3
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	29.4	28.2	28	X	X	X	X	X	17.3	15.5	16.2	X	X	X	X	X	4.4	3.4	3.5
N4	1168ZZ0054	15.6	22.5	25.40	26.6	29.2	30	31	31.9	5.6	7.4	7.9	7.8	9.2	9.2	9	9.5	5.3	4.4	4.0	4.4	5.2	4.7	4.8	4.4
NA1	1169ZZ0006	23.4	23.4	24.90	20	18.2	17.4	23.5	19.1	7.0	8.3	8.4	6.2	5.7	5.2	6.4	5.3	2.5	2.3	2.1	2.2	3.1	2.6	2.8	2.5
NA2	1169ZZ0084	X	X	28.70	29.5	30.5	29.4	28.8	27.9	X	X	8.7	8.5	9.2	9.2	8.2	8.3	X	X	1.6	1.8	2.3	2	1.9	1.4
NA3	1174ZZ0088	15.1	15.7	12.90	14.1	13.6	13.4	12	11.8	2.7	5.0	6.5	7.3	6.9	6.6	6.5	5.7	4.9	3.6	2.2	2.6	3	2.6	2.7	2.1
NA4	1175ZZ0153	23	22.2	7.30	22.9	23.3	22.7	22.8	22.3	8.4	8.5	4.8	8.0	8.6	8.3	7.6	8	1.7	1.8	3.5	1.2	5.4	0.7	1.3	< LQ
NC1	1167ZZ0045	X	X	13.00	12.4	11.7	11.8	12.8	11.7	X	X	4.4	4.4	4.2	4.1	4.2	3.9	X	X	3.6	3.4	3.8	4.7	8.6	3.2
NC2	1177ZZ0161	34.5	47.1	56.20	56.6	54.1	57.1	55.5	55.1	19.5	34.7	40.1	38.7	37.9	40	39.6	38.9	7.2	7.9	8.0	9.0	9	8.5	7.8	7.9
NC3	1167ZZ0024	14.9	15.4	16.70	16.4	18.8	19.6	19.3	19	5.5	5.5	5.5	5.1	6.1	6.3	6.1	6.2	3.5	3.8	3.7	3.8	4.9	5.1	4.3	4.2
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	20.6	15.5	X	X	X	X	X	X	6.2	4.4	X	X	X	X	X	X	1.7	1.5
C1	1175ZZ0106	25.6	21.6	22.20	22.2	21.8	22.6	27.9	27.6	10.9	9.9	10.0	9.9	10.1	10.2	6.7	9.6	0.8	0.7	0.8	0.7	1	0.8	1.9	2
C2	1179ZZ0070	39.9	36.9	43.50	33.7	34.2	28.4	44.8	43.7	6.3	5.7	5.9	5.1	8.3	7	6	6	3.8	3.9	1.7	3.2	3.1	2.7	2	1.7
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	50.5	49	50.1	X	X	X	X	X	25.3	23.9	24.8	X	X	X	X	X	8.6	7.3	6.6
SA1	1186ZZ0118	116	115	119.50	125.7	129	130.4	130.2	131.6	27.0	28.6	28.7	28.6	31.4	30.7	30.6	31.2	5.5	5.9	5.4	5.5	6.4	6.5	6	5.8
SA2	1179ZZ0228	48.9	50.1	51.50	50.3	53.3	53.5	53.6	54.6	15.9	15.1	16.3	15.8	16.6	16.4	16.1	16.7	0.8	0.9	0.8	0.8	1.1	0.9	0.9	0.8
SC1	1183ZZ0052	29.2	23.5	24.30	25.3	25.5	25.4	24	25.1	11.9	10.5	11.3	11.4	12	12.1	10.9	12	2.7	3.2	2.0	2.8	3.2	2.7	2.8	2.1
SC2	1181ZZ0132	54.9	49.9	77.50	79.1	82.5	81.9	77.9	81.6	33.1	28.7	45.2	40.8	54.7	48.5	51.1	54.4	6.6	3.3	5.3	3.8	8.4	6	7.6	7.6
SC3	1184ZZ0001	23.6	23.7	X	X	X	23.9	23.8	24.9	16.8	17.4	X	X	X	17.2	16.5	17.9	6.4	6.5	X	X	X	7.6	6.1	5.2

Indice terrain	n° BSS	HCO ₃							CO ₃							SO ₄							
		mg/l							mg/l							mg/l							
		5							5							0.5							
		SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	X	93	68	67	72	71	72	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	40.4	43.7	42	42.4	41.8	44.6
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	61	60	64	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	13.1	12.3	12.1
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	100	95	105	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	23.4	21.6	25.2
N4	1168ZZ0054	51	53	57	61	56	51	50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	27.3	25.9	21.0	23.8	28.2	28.4	34.9	37.7
NA1	1169ZZ0006	141	153	182	212	217	173	208	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4.5	9.8	10.3	0.0	<LQ	1.3	8.7	8.5
NA2	1169ZZ0084	X	80	86	87	85	80	83	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	16.4	17.1	16.3	18.3	16.2	18
NA3	1174ZZ0088	97	93	101	98	93	92	84	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4.4	3.2	3.7	3.0	2.8	4.2	3.4	3.7
NA4	1175ZZ0153	110	45	113	113	118	111	117	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10.0	10.5	7.3	8.6	9.8	9.3	8.7	9.6
NC1	1167ZZ0045	X	63	66	64	64	68	64	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	5.7	5.7	4.8	6.1	6.7	5.8
NC2	1177ZZ0161	309	349	341	328	339	362	357	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	6.9	13.9	16.4	15.0	14.2	17.1	17	16.9
NC3	1167ZZ0024	89	91	88	92	93	85	79	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	7.0	7.9	9.6	10.5	13.2	15.7	12.9	13.5
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	118	85	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	X	0.8	0.9
C1	1175ZZ0106	89	81	85	82	84	66	117	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3.2	1.9	3.1	3.0	3.1	3.3	<LQ	2.7
C2	1179ZZ0070	143	137	108	119	92	135	146	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10.2	4.0	14.4	7.7	7	8.5	13	13.8
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	182	181	177	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	28.2	25.9	27.4
SA1	1186ZZ0118	475	486	480	475	466	471	462	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	19.8	20.2	21.5	20.1	19.9	21.2	19.8	21.5
SA2	1179ZZ0228	205	204	200	232	200	199	205	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	19.0	16.2	18.6	17.4	17.8	18.5	17.6	20.1
SC1	1183ZZ0052	98	100	99	119	99	96	99	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	13.8	20.1	16.1	16.2	15.6	18.1	16.5	18.3
SC2	1181ZZ0132	390	516	546	531	529	493	494	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	61.7	56.4	64.1	73.1	64.2	75.7	56.8	56.8
SC3	1184ZZ0001	222	X	X	X	195	206	172	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	3.4	<LQ	X	X	X	9.6	10	16.1

Indice terrain	n° BSS	SiO ₂									NH ₄							NO ₂				
		mg/l									mg/l							mg/l				
		0.5									0.1							0.01				
		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006
N1	1166ZZ0026	X	X	80.1	88.6	94.1	94.3	86.5	89.3	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	0.01	0.01	
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	88.4	84.9	84.3	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	97.5	94.6	93.2	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X
N4	1168ZZ0054	32.9	87.8	85.7	86.1	89.7	89.9	85.5	82.6	1.4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3.86	<LQ	<LQ	0.01	<LQ	
NA1	1169ZZ0006	30.8	44.2	43.7	19.7	16.3	18	24.6	50.5	0.1	<LQ	<LQ	0.2	0.4	0.3	<LQ	0.1	<LQ	0.1	0.02	<LQ	<LQ
NA2	1169ZZ0084	X	X	63.1	63.6	67	65.3	67.1	62.9	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	0.01	
NA3	1174ZZ0088	22.7	43.5	82.9	71.7	63	82.2	73.8	85.3	<LQ	0.3	<LQ	<LQ	0.1	0.2	<LQ	<LQ	<LQ	0.01	<LQ	<LQ	
NA4	1175ZZ0153	64.5	67.1	27.0	66.0	65.8	68.2	68.1	65.3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.01	<LQ	<LQ	
NC1	1167ZZ0045	X	X	73.9	66.4	79	77.5	74	72.2	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	0.03	<LQ	
NC2	1177ZZ0161	56.8	96.2	112.4	109.5	105.9	112.3	113.8	110.6	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NC3	1167ZZ0024	72.9	74.9	77.2	79.4	81.9	80	79	77.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	53.1	51.4	X	X	X	X	X	X	0.3	0.3	X	X	X	X	X
C1	1175ZZ0106	59.8	52.4	52.8	56.4	52.7	55.4	9.7	31.6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	2.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
C2	1179ZZ0070	50.2	41.3	62.1	19.5	26.2	23.5	64.7	67.1	0.2	0.3	<LQ	<LQ	0.3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	41.9	41.7	42.5	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X
SA1	1186ZZ0118	49.3	51.4	51.1	49.8	52.9	50.9	52	52.4	<LQ	<LQ	<LQ	0.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.01	<LQ
SA2	1179ZZ0228	65.9	65.2	66.2	68.8	70.2	69.4	69.5	71.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	0.02
SC1	1183ZZ0052	60.3	65.7	74.6	73.7	76.8	76.7	68.5	76.8	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	0.2	0.1	<LQ	0.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.34
SC2	1181ZZ0132	35.2	44.5	43.3	59.9	45.1	61.7	41.4	44.9	<LQ	<LQ	<LQ	0.5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.03	<LQ	<LQ	0.01	0.03
SC3	1184ZZ0001	74.1	75.4	X	X	X	94.4	92.5	112.7	2.1	1.9	X	X	X	0.4	0.2	<LQ	0.03	<LQ	X	X	X

Indice terrain	n° BSS	NO ₃								PO ₄					F							
		mg/l								mg/l					mg/l							
Unité		0.5								0.1					0.1							
Limite de quantification		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	
N1	1166ZZ0026	X	X	48.9	47.0	44	44	44.7	48.5	X	X	<LQ	0.2	0.2	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	29.6	27.2	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	46.4	41.4	48.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<LQ	0.1	
N4	1168ZZ0054	5.6	46.8	41.2	36.6	40.8	43.1	46.2	50	<LQ	0.1	<LQ	0.1	0.1	0.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.2	
NA1	1169ZZ0006	<LQ	1.3	2.6	<LQ	<LQ	0.7	<LQ	10.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	0.1	<LQ	<LQ	
NA2	1169ZZ0084	X	X	39.0	35.5	45.6	47.6	48.6	43.8	X	X	0.2	0.1	0.1	X	X	0.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NA3	1174ZZ0088	1.0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1	<LQ	1.5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	0.1	0.1	0.2	
NA4	1175ZZ0153	3.6	4.6	0.7	2.4	4	<LQ	2	<LQ	0.2	0.3	<LQ	0.1	0.4	0.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1	
NC1	1167ZZ0045	X	X	10.3	8.7	4.5	6.9	9.6	6.2	X	X	0.3	0.2	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NC2	1177ZZ0161	1.2	2.9	1.6	1.7	2.6	2	1.9	2.1	0.5	0.4	<LQ	0.3	0.3	<LQ	<LQ	0.1	0.1	0.1	0.1	<LQ	
NC3	1167ZZ0024	3.3	4.1	4.4	6.1	9.6	11.6	8.2	8.9	0.2	0.2	<LQ	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	<LQ	<LQ	0.1	
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	<LQ	0.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<LQ	
C1	1175ZZ0106	19.8	20.1	20.7	22.4	20.1	22.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
C2	1179ZZ0070	0.1	3.4	<LQ	<LQ	0.6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ
SA1	1186ZZ0118	11.8	12.7	12.3	11.8	12.1	11.4	9.8	11.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	
SA2	1179ZZ0228	6.5	8.0	8.2	6.5	6.3	7.7	6.3	6.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.9	0.1	<LQ	<LQ	0.1	<LQ	0.1	
SC1	1183ZZ0052	4.1	22.2	21.3	20.9	13.7	23.4	20.9	21.4	<LQ	0.4	<LQ	0.4	0.4	0.2	0.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
SC2	1181ZZ0132	1.0	0.3	0.7	<LQ	2	2.6	<LQ	<LQ	<LQ	0.3	<LQ	0.2	<LQ	<LQ	0.1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
SC3	1184ZZ0001	1.5	<LQ	X	X	X	4.2	1.2	8.5	<LQ	0.3	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	<LQ	0.1	

Indice terrain	n° BSS	Ni							Al								As							
		µg/l							µg/l								µg/l							
		5							10								5						0.05	
Unité		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	63	13	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.2
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	13	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	0.4
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	21	28	22	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	0.2
N4	1168ZZ0054	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	80	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.2
NA1	1169ZZ0006	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	30	<LQ	<LQ	25	10	33	22	59
NA2	1169ZZ0084	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	210	<LQ	<LQ	<LQ	89	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1
NA3	1174ZZ0088	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	266	<LQ	<LQ	31	<LQ	<LQ	<LQ	19	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.3
NA4	1175ZZ0153	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	109	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	23	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.4
NC1	1167ZZ0045	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	11	<LQ	<LQ	<LQ	19	16	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.7
NC2	1177ZZ0161	<LQ	<LQ	6	8	<LQ	<LQ	15	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	39	48	<LQ	<LQ	<LQ	14	5	11	9	5.5
NC3	1167ZZ0024	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10	18	16	26	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.7
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	<LQ	X	X	X	X	X	X	<LQ	19	X	X	X	X	X	X	7	7.7
C1	1175ZZ0106	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.1
C2	1179ZZ0070	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	16	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2.1
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	<LQ	33	65	X	X	X	X	X	8	8	2
SA1	1186ZZ0118	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	13	28	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.7
SA2	1179ZZ0228	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.3
SC1	1183ZZ0052	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10	<LQ	<LQ	27	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.6
SC2	1181ZZ0132	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	34	17	13	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	14	7.9
SC3	1184ZZ0001	6	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	<LQ	12	26	<LQ	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ	0.7

Indice terrain	n° BSS	B								Ag			Ba			Be			Cd							
		µg/l								µg/l			µg/l			µg/l			µg/l							
Unité		10								5			5			5			2							
Limite de quantification		SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
N1	1166ZZ0026	X	X	39	37	30	34	34	28	< LQ	< LQ	< LQ	11	8	9	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	29	30	26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	23	27	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	
N4	1168ZZ0054	26	22	23	25	22	26	22	18	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NA1	1169ZZ0006	440	270	328	562	718	787	558	887	< LQ	< LQ	< LQ	6	7	5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NA2	1169ZZ0084	X	X	26	26	23	20	24	20	< LQ	< LQ	< LQ	7	5	6	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NA3	1174ZZ0088	21	23	31	31	32	29	30	26	< LQ	< LQ	< LQ	34	31	23	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NA4	1175ZZ0153	27	26	26	28	26	25	26	20	< LQ	< LQ	< LQ	8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NC1	1167ZZ0045	X	X	40	37	35	38	39	31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NC2	1177ZZ0161	82	129	147	149	140	137	155	123	< LQ	< LQ	< LQ	5	18	8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NC3	1167ZZ0024	45	45	51	52	47	46	49	45	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	29	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	
C1	1175ZZ0106	27	25	33	27	28	25	12	24	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
C2	1179ZZ0070	68	68	74	63	55	61	76	69	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	473	483	509	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	
SA1	1186ZZ0118	68	72	78	76	70	71	78	66	< LQ	< LQ	< LQ	7	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
SA2	1179ZZ0228	71	< LQ	54	53	48	56	53	49	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
SC1	1183ZZ0052	69	44	47	46	57	42	48	38	< LQ	< LQ	< LQ	9	14	12	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
SC2	1181ZZ0132	305	209	277	170	235	156	358	359	< LQ	< LQ	< LQ	56	25	97	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
SC3	1184ZZ0001	125	129	X	X	X	134	148	89	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	

Indice terrain	n° BSS	Co			Cr					Cu					Li					Pb						
		µg/l			µg/l					µg/l					µg/l					µg/l						
		2			5					2				0.3	10				2	2						
		SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2006	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
N1	1166ZZ0026	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	0.7	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	3	<LQ	0.3	X	X	X	X	X	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	4	<LQ	1.1	X	X	X	X	X	3	X	X	X	<LQ	<LQ
N4	1168ZZ0054	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	560	20	387	50	0.8	<LQ	12	16	X	X	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	
NA1	1169ZZ0006	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.3	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NA2	1169ZZ0084	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4	3	6	2	0.3	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NA3	1174ZZ0088	<LQ	<LQ	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.6	<LQ	18	22	X	X	3	<LQ	12	<LQ	3	
NA4	1175ZZ0153	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NC1	1167ZZ0045	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	2	2	4	0.5	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
NC2	1177ZZ0161	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	5	<LQ	3	4	4	6	<LQ	21	21	20	X	X	25	<LQ	5	<LQ	<LQ	
NC3	1167ZZ0024	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	11	<LQ	0.9	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	4	<LQ	<LQ	2	<LQ	
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	<LQ	1.7	X	X	X	X	X	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ
C1	1175ZZ0106	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	11	8	16	14	<LQ	0.8	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
C2	1179ZZ0070	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	2	<LQ	0.5	X	X	X	X	X	63	X	X	X	<LQ	<LQ
SA1	1186ZZ0118	<LQ	<LQ	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	0.4	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
SA2	1179ZZ0228	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	5	<LQ	<LQ	1.7	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
SC1	1183ZZ0052	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	5	<LQ	<LQ	<LQ	3	3	4	5	0.3	<LQ	12	33	X	X	4	<LQ	5	4	2	3
SC2	1181ZZ0132	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	3	2	<LQ	0.4	43	37	55	X	X	78	<LQ	5	<LQ	<LQ	<LQ
SC3	1184ZZ0001	X	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	4	X	X	X	<LQ	<LQ

Indice terrain	n° BSS	Sr					Zn					Sb		Oxydabilité			
		µg/l					µg/l					µg/l		mg/l			
		10					5			2	5		0.2				
Unité		SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2007	SP 2007	SS 2007	SP 2007	SS 2008
N1	1166ZZ0026	145	165	156	155	161	10	< LQ	39	10	12	9	< LQ	< LQ	3.2	1.1	0.6
N2	1166ZZ0019	X	X	X	67	63	X	X	X	7	< LQ	3	< LQ	< LQ	0.6	0.5	0.6
N3	1166ZZ0023	X	X	X	138	139	X	X	X	22	< LQ	4	< LQ	< LQ	0.3	0.9	0.6
N4	1168ZZ0054	93	92	105	107	111	9	18	16	10	17	7	< LQ	< LQ	1.9	1.5	0.4
NA1	1169ZZ0006	110	93	87	89	113	29	21	< LQ	< LQ	11	6	< LQ	< LQ	2.2	0.8	0.7
NA2	1169ZZ0084	170	162	192	186	200	9	5	20	10	16	3	< LQ	< LQ	1.4	1.5	1.1
NA3	1174ZZ0088	53	54	52	52	49	6	29	14	15	27	8	< LQ	< LQ	0.8	2.3	0.7
NA4	1175ZZ0153	45	83	74	79	82	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	8	2	< LQ	< LQ	5.1	0.9	1.4
NC1	1167ZZ0045	46	46	42	41	46	8	22	19	24	18	3	24	< LQ	2.4	1.9	0.6
NC2	1177ZZ0161	246	245	259	263	262	10	24	13	18	45	6	< LQ	< LQ	1.6	0.8	0.6
NC3	1167ZZ0024	54	54	61	69	65	121	99	121	72	67	66	< LQ	< LQ	4.1	1.2	1.7
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	108	X	X	X	X	46	38	X	< LQ	X	4.2	5.2
C1	1175ZZ0106	61	62	59	61	84	26	23	50	37	13	38	< LQ	< LQ	0.6	4.7	9.6
C2	1179ZZ0070	65	42	51	47	68	7	6	28	< LQ	< LQ	4	< LQ	< LQ	1.3	2.2	0.3
C3	1182ZZ0160	X	X	X	146	140	X	X	X	6	7	5	< LQ	< LQ	1.3	1.7	0.6
SA1	1186ZZ0118	671	673	753	744	713	32	< LQ	20	7	7	8	< LQ	< LQ	6.9	0.7	0.6
SA2	1179ZZ0228	77	71	67	74	74	10	9	49	< LQ	9	9	< LQ	< LQ	1.1	< LQ	< LQ
SC1	1183ZZ0052	81	85	98	90	83	11	40	98	37	23	5	< LQ	< LQ	1.6	2	0.7
SC2	1181ZZ0132	607	461	855	668	788	25	114	11	21	< LQ	28	< LQ	< LQ	6.4	3.1	2.1
SC3	1184ZZ0001	X	X	X	138	139	X	X	X	21	28	213	< LQ	< LQ	17.1	7.8	2.3

Indice terrain	n° BSS	COD			Hg		Se		CNT		Titre Hydrotimétrique THY			Titre Alcalimétrique complet TAC		
Unité		mg/l			µg/l		µg/l		mg/l		degF			me/l		
Limite de quantification		0.5			0.05		10		0.01		0.5			0.05		
		SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2007	SP 2007	SS 2007	SP 2007	SS 2007	SP 2007	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SS 2008		
N1	1166ZZ0026	2.6	5.6	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	11	10.6	11.9	1.18
N2	1166ZZ0019	0.9	0.7	0.6	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	7.8	6.7	6.3	1
N3	1166ZZ0023	2.1	2	0.7	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	14.6	13.5	14.5	1.72
N4	1168ZZ0054	1.8	2.1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	11.2	11.5	12.6	0.82
NA1	1169ZZ0006	1.5	3	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	7.4	8.5	7.6	3.49
NA2	1169ZZ0084	1.8	4.3	0.8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	11	10.6	10.8	1.35
NA3	1174ZZ0088	3	4.3	0.8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	7	5.7	5.8	1.38
NA4	1175ZZ0153	1.2	0.7	0.7	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	10	8.9	9.3	1.92
NC1	1167ZZ0045	5.4	5	0.9	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5.6	5	5	1.1
NC2	1177ZZ0161	2.1	0.7	0.6	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	31	30.4	31.2	5.86
NC3	1167ZZ0024	3	2.2	2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	7.4	7.4	7.8	1.29
NC4	1172ZZ0050	X	3.7	3.3	X	< LQ	X	< LQ	X	< LQ	X	< LQ	X	7.7	6.6	1.4
C1	1175ZZ0106	0.9	3.3	4.2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	10.4	9.8	11.2	1.92
C2	1179ZZ0070	1.4	1.8	0.5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	10.4	13.7	14.2	2.39
C3	1182ZZ0160	1.7	1.9	0.8	< LQ	< LQ	< LQ	16	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	23.9	22.2	24.2	2.91
SA1	1186ZZ0118	8.9	1	0.7	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	44.8	45.3	47.0	7.58
SA2	1179ZZ0228	0.8	1.8	0.8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20.5	20.1	20.8	3.37
SC1	1183ZZ0052	2.2	2.2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	11.4	10.5	13.6	1.62
SC2	1181ZZ0132	3.8	1.8	1.3	< LQ	< LQ	< LQ	13	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	39.6	40.8	42.8	8.1
SC3	1184ZZ0001	9.3	3.8	0.8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	13.5	12.8	14.1	2.83

Annexe - analyses de produits phytosanitaires

	2,4,D	Atrazine	Bromacil	Chlordecone	Dieldrine	Diuron	Heptachlore époxyde	Hexazinon	Propiconazole	alpha HCH	beta HCH	delta HCH	gamma HCH (lindane)	Carbendazime	Aldicarbe	Congénère 138	Biphényl	Propoxur	Monuron	Linuron	Mono-linuron	AMPA	Glyphosate	Metolachlore	Total
Limite de quantification	0.12	0.05	0.05	0.2	0.01	0.05	0.005	0.035	0.075	0.005	0.005	0.005	0.005	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Unité	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Norme DCE	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Unité	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Date d'introduction	#	30/09/2003	31/12/2003	Sept. 1993	1972	13/12/2008	i	31/12/2007	-	#	i	i	i	01/07/1998	#	30/06/2004	?	?	#	#	#	#	#	#	31/12/2003

5 produits phytosanitaires analysés sur les 34 points du réseau (figurent uniquement les sites concernés) : campagne basses eaux (janvier à mars 2004)

	Número BSS et date	2,4,D	Atrazine	Bromacil	Chlordecone	Dieldrine	Diuron	Heptachlore époxyde	Hexazinon	Propiconazole	alpha HCH	beta HCH	delta HCH	gamma HCH (lindane)	Carbendazime	Aldicarbe	Congénère 138	Biphényl	Propoxur	Monuron	Linuron	Mono-linuron	AMPA	Glyphosate	Metolachlore	Total		
Anise d'ariets - Grande Anse	1181Z20131 25/03/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.15	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.82	
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168Z20054 28/03/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Gros morne - Vert Pré	1175Z20106 21/01/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.35	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.62
Lamentin - H. Ressource	1175Z20070 06/02/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.26
Margot - Anse Charpentier	1168Z20008 06/01/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.38	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.38
Tinée - Source Marie Figue	1175Z20153 21/01/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.9

Toujours autorisé
Toujours autorisé mais avec des restrictions d'usage
i Interdit mais date inconnue
? Interdit sauf canne à sucre jusqu'à 31/12/2007

111 produits phytosanitaires analysés sur les 10 points du réseau suivants (figurent uniquement les pesticides quantifiés) : campagne hautes eaux (octobre et novembre 2004)

	Número BSS et date	2,4,D	Atrazine	Bromacil	Chlordecone	Dieldrine	Diuron	Heptachlore époxyde	Hexazinon	Propiconazole	alpha HCH	beta HCH	delta HCH	gamma HCH (lindane)	Carbendazime	Aldicarbe	Congénère 138	Biphényl	Propoxur	Monuron	Linuron	Mono-linuron	AMPA	Glyphosate	Metolachlore	Total		
Gros morne - Vert Pré	1175Z20106 25/11/04	<LQ	<LQ	<LQ	1.45	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.371	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.82
Diamant - H. Cléac	1184Z20016 24/11/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Morne Rouge - Desprez	1168Z20037 22/10/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168Z20054 22/10/04	<LQ	0.05	8.13	<LQ	0.41	0.15	0.02	0.45	<LQ	<LQ	0.072	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	9.28
Margot - Anse Charpentier	1168Z20006 22/10/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.044	0.8	0.009	0.008	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.86
Saint-Joseph - La Charmille	1174Z20087 20/10/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Schoelcher - Case Navire	1177Z20079 25/10/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Lamentin - H. Ressource	1175Z20070 20/10/04	0.81	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.73	<LQ	0.78	0.09	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3.41
Sainte-Luce - Stade	1189Z20120 26/10/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Martin - Cap Maec	1186Z20119 19/10/04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-

120 produits phytopharmaceutiques analysés sur les 10 points du réseau suivants (figurent uniquement les pesticides quantifiés) : campagne hautes eaux (novembre et décembre 2005)

	Número BSS et date	2,4,D	Atrazine	Bromacil	Chlordecone	Dieldrine	Diuron	Heptachlore époxyde	Hexazinon	Propiconazole	alpha HCH	beta HCH	delta HCH	gamma HCH (lindane)	Carbendazime	Aldicarbe	Congénère 138	Biphényl	Propoxur	Monuron	Linuron	Mono-linuron	AMPA	Glyphosate	Metolachlore	Total		
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168Z20054 21/11/05	<LQ	<LQ	1.16	0.38	0.137	0.17	<LQ	0.17	<LQ	<LQ	0.076	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2.09
Margot - Anse Charpentier	1169Z20006 21/11/05	<LQ	<LQ	<LQ	0.73	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	traces	0.282	traces	traces	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.01
Tinée - Source Marie Figue	1175Z20153 21/11/05	<LQ	<LQ	<LQ	1.3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.007	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.31
Gros Morne - La Borelli	1174Z20088 21/11/05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.15	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.18
Lamentin - Sarnault	1175Z20158 25/11/05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Lamentin - H. Ressource	1175Z20070 25/11/05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
François - Grand Fond	1175Z20299 12/12/05	<LQ	<LQ	<LQ	0.4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.40
Tinée - la galon	1175Z20154 12/12/05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Gros Morne - Vert Pré	1175Z20106 26/01/05	<LQ	<LQ	<LQ	2.1	<LQ	<LQ	0.007	<LQ	<LQ	<LQ	0.336	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2.44
Basse Pointe - Chalet	1168Z20026 12/12/05	<LQ	<LQ	<LQ	0.5	0.037	<LQ	0.07	<LQ	<LQ	<LQ	0.024	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.63

120 produits phytopharmaceutiques analysés sur les 10 points du réseau suivants (figurent uniquement les pesticides quantifiés) : campagne basses eaux (avril et mai 2006)

	Número BSS et date	2,4,D	Atrazine	Bromacil	Chlordecone	Dieldrine	Diuron	Heptachlore époxyde	Hexazinon	Propiconazole	alpha HCH	beta HCH	delta HCH	gamma HCH (lindane)	Carbendazime	Aldicarbe	Congénère 138	Biphényl	Propoxur	Monuron	Linuron	Mono-linuron	AMPA	Glyphosate	Metolachlore	Total		
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168Z20054 25/04/06	<LQ	<LQ	12.2	<LQ	0.24	0.1	<LQ	0.19	<LQ	<LQ	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	12.98
Margot - Anse Charpentier	1169Z20006 25/04/06	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.03	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0.03
Tinée - Source Marie Figue	1175Z20153 26/04/06	<LQ	<LQ	<LQ	6.03	0.01	<LQ	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	0.02	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	6.07
Gros Morne - La Borelli	1174Z20088 28/04/06	<L																										



Geosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional de la Martinique
4, lot. Miramar
Pointe des Nègres
97200 Fort de France
Tél. : 05 96 71 17 70 – Fax : 05 96 63 21 15