



# Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique : saison des pluies 2007

Rapport final

BRGM/RP-56278-FR

Juin 2008





# Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique : saison des pluies 2007

Rapport final

**BRGM/RP-56278-FR**  
Juin 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2007 EAUD10

**S. Ollagnier, A. Brugeron**

**Vérificateur :**

Nom : A. Blum, N. Baran, L. Gourcy

Date : 04/07/2008

Original signé par

A. Blum, N. Baran, L. Gourcy

**Approbateur :**

Nom : JP. Comte

Date : 07/07/2008

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



**Mots clés** : 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 :

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. 110 p., 61 ill., 2 ann.

© 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 des pluies 2007 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 concernent un nombre de paramètres important, 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, les pesticides et les composés organo-halogénés volatils.

L'état qualitatif des eaux souterraines de Martinique a ainsi été dressé. D'une manière générale, 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. On note une évolution à la baisse pour ce dernier paramètre lors de la campagne de saison des pluies 2007. Aucun site ne se différencie de manière notable concernant les paramètres physico-chimiques.

Les teneurs en éléments majeurs sont très stables depuis 2004 ce qui est normal puisque la chimie d'une eau varie peu d'une année sur l'autre. Aucune variation notable n'est à signaler entre les analyses de saison des pluies et de saison sèche. Il est à signaler d'importantes teneurs **en chlorures** dans le Sud de l'île (site de Rivière Pilote et des Trois Ilets). De même, **1/3 des sites présentent des teneurs en nitrates révélatrices d'une contamination d'origine anthropique** (supérieures à 20 mg/l). L'évolution de ces teneurs devra être surveillée.

Concernant les teneurs en matières organiques oxydables, seuls les sites situés sur les communes de Diamant et des Trois Ilets présentent des teneurs à surveiller. Aucune pollution par les matières organiques n'est à signaler sur les autres sites. Des teneurs importantes en éléments traces métalliques (**Cuivre et Arsenic**) sont à signaler sur 2 sites du réseau. Pour le Cuivre, une concentration de 387 µg/l a été décelée en saison sèche sur le site de Rivière Falaise (commune de Basse-Pointe). Elle est bien supérieure aux valeurs des autres stations du réseau (toutes ≤ 10 µg/l) mais reste bien en-deçà de la limite de qualité de 2 mg/l pour des eaux destinées à la consommation humaine (décret français n°1220 du 20 décembre 2001). Pour l'Arsenic, une moyenne de 27,5 µg/l a été détectée en 2007 sur le site de l'Anse Charpentier à Marigot. Elle est supérieure à la valeur seuil provisoire de la DCE de 10 µg/l (Circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006) mais celle-ci devrait être réévaluée à la hausse du fait du contexte géologique de la Martinique.

Les concentrations en **produits phytosanitaires (notamment pour des molécules les plus rémanentes : Chlordécone, beta HCH et Dieldrine) se sont révélées** très importantes sur la quasi-totalité du réseau (principalement dans le Nord de l'île). Le Glyphosate (herbicide) et l'AMPA (son métabolite de dégradation) sont nettement moins fréquemment détectés en saison des pluies 2007 qu'en saison sèche 2007 mais devront toujours faire l'objet d'un contrôle particulier lors des prochaines campagnes. **Les eaux souterraines de Martinique présentent un état chimique souvent altéré par la présence de pesticides (75 % des points du réseau) et de nitrates (1/3 des points du réseau).**

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>10</b>
1.1. LE RESEAU DE SURVEILLANCE .....	11
1.2. PARAMETRES ANALYSES .....	14
1.3. SEUILS ET VALEURS GUIDES .....	15
<b>2. Résultats et interprétations</b> .....	<b>17</b>
2.1. PHYSICO-CHIMIE IN SITU .....	17
2.1.1. Température .....	17
2.1.2. Conductivité.....	19
2.1.3. pH .....	22
2.1.4. Oxygène dissous .....	23
2.2. ELEMENTS MAJEURS .....	25
2.2.1. Contrôle de la cohérence des analyses .....	25
2.2.2. Chlorures (Cl <sup>-</sup> ) .....	27
2.2.3. Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	31
2.2.4. Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	32
2.2.5. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) .....	35
2.2.6. Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	36
2.2.7. Sodium (Na <sup>+</sup> ) .....	37
2.2.8. Potassium (K <sup>+</sup> ).....	38
2.3. MATIERES ORGANIQUES OXYDABLES .....	40
2.3.1. Oxydabilité au permanganate à chaud en milieu acide.....	40
2.3.2. Carbone organique dissous (COD) .....	41
2.4. FER ET MANGANESE .....	42
2.5. MINERALISATION ET SALINITE .....	45
2.5.1. Dureté totale .....	45
2.5.2. Silicium (SiO <sub>2</sub> ).....	46
2.5.3. Fluorures (F <sup>-</sup> ) .....	47
2.6. COMPOSES AZOTES.....	48
2.6.1. Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	48

2.6.2. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	54
2.7. MICROPOLLUANTS MINERAUX .....	56
2.7.1. Méthodologie.....	56
2.7.2. Synthèse des micropolluants minéraux détectés en 2007 .....	57
2.7.3. Synthèse .....	62
2.8. PRODUITS PHYTOSANITAIRES .....	65
<b>3. Synthèse des résultats au titre de la DCE .....</b>	<b>87</b>
3.1. METHODOLOGIE ADOPTÉE.....	87
3.2. ETAT DES MASSES D'EAU SELON LES PRESCRIPTIONS DE LA DCE EN SAISON DES PLUIES 2007.....	87
3.3. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN 2007 (A L'ISSUE DES 2 CAMPAGNES DE PRELEVEMENT).....	90
3.4. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DEPUIS 2004 .....	93
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>97</b>
<b>5. Bibliographie .....</b>	<b>99</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées antérieurement .....	11
Illustration 2 : Liste des sites du réseau. Les points N4 et C1 sont suivis au titre du contrôle opérationnel anticipé, les autres au titre du contrôle de surveillance.....	12
Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau de surveillance en 2007, les points N4 et C1 sont suivis au titre du contrôle opérationnel anticipé.....	13
Illustration 4 : Catégories de paramètres analysés lors de l'analyse photographique .....	14
Illustration 7 : Températures relevées in situ lors des campagnes de saison sèche et de saison des pluies 2007 .....	17
Illustration 8 : Analyse statistique des données de températures, depuis 2005 .....	18
Illustration 9 : Conductivités mesurées in situ en 2007 (en rouge, seuil maximum de 2500 µS/cm admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220).....	20
Illustration 10 : Analyse statistique des données de conductivité, depuis 2004.....	21



Illustration 11 : pH mesurés in situ lors des deux campagnes de 2007 (en rouge, seuil minimum de 6.5 admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220) .....	22
Illustration 12 : Teneurs en oxygène dissous mesurées in situ lors des deux campagnes de 2007 .....	23
Illustration 13 : Analyse statistique des données d'oxygène dissous, depuis 2005 .....	24
Illustration 14 : Représentation des balances ioniques calculées .....	26
Illustration 15 : Répartition des teneurs en chlorures sur le réseau en 2007 (moyennes saison sèche / saison des pluies 2007) .....	28
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 – décret n°2001-1220) .....	29
Illustration 17 : Hausse des concentrations en chlorures sur la station SC2-Trois-Ilets – Vatable .....	30
Illustration 18 : Graphique Na Vs Cl .....	31
Illustration 19 : Histogramme des concentrations en bicarbonates mesurées en 2007 .....	32
Illustration 20 : Histogramme des concentrations en sulfates mesurées en 2007 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220) .....	34
Illustration 21 : Histogramme des concentrations en calcium mesurées en 2007 .....	35
Illustration 22 : Histogramme des concentrations en magnésium mesurées en 2007 .....	37
Illustration 23 : Histogramme des concentrations en sodium mesurées en 2007 (en rouge, le seuil maximal de 200 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Décret n°2001-1220) .....	38
Illustration 24 : Histogramme des concentrations en potassium mesurées en saison sèche 2007 .....	39
Illustration 25 : Oxydabilité des eaux du réseau mesurées en 2007 (en rouge, la limite maximale de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Décret n°2001-1220) .....	40
Illustration 26 : Histogramme des teneurs en Carbone Organique Dissous mesurées en 2007 .....	42
Illustration 27 : Tableau récapitulatif des plus fortes concentrations en fer mesurées en 2007 (en rouge, seuils maximum de 200 mg/l pour le fer et de 50 mg/l pour le manganèse pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220) .....	44
Illustration 28 : Histogramme des duretés mesurées sur le réseau de surveillance en 2007 .....	45
Illustration 29 : Histogramme des concentrations en silice mesurées en 2007 .....	46
Illustration 30 : Histogramme des concentrations en fluor mesurées en 2007 (en rouge, le seuil maximum de 1.5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220) .....	48
Illustration 31 : Histogramme des concentrations en nitrates mesurées en 2007 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18) .....	49

Illustration 32 : Evolution à la hausse des teneurs en nitrates sur 3 sites, depuis 2006 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18) .....	50
Illustration 33 : Diagramme nitrates versus chlorures (en mg/l) d'après les mesures effectuées en 2007 (N.B. : les points NC4, C2 et C3 ont des teneurs en nitrates inférieures à la limite de quantification égale à 0,5 mg/l) .....	51
Illustration 34 : Carte des teneurs en nitrates mesurées en 2007(moyenne saison sèche / saison des pluies 2007).....	53
Illustration 35 : Histogramme des concentrations en ammonium mesurées en 2007 .....	54
Illustration 36 : Tableau de synthèse des micropolluants minéraux recherchés.....	56
Illustration 37 : Tableau de synthèse des micropolluants minéraux détectés sur le réseau.....	58
Illustration 38 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Nord (2007) .....	59
Illustration 39 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Nord Atlantique (2007) .....	60
Illustration 40 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Nord Caraïbes .....	61
Illustration 41 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Centre.....	61
Illustration 42 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Sud Atlantique .....	62
Illustration 43 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Sud Caraïbes .....	62
Illustration 44 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux retrouvés dans les eaux souterraines en 2007 .....	64
Illustration 45 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Chalvet. ....	66
Illustration 46 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Source Socco Gradis .....	67
Illustration 47 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Macouba – Source Grande Plage .....	68
Illustration 48 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Rivière Falaise.....	69
Illustration 49 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Marigot – Anse Charpentier.....	70
Illustration 50 : Evolution de la concentration (µg/l) en Beta HCH sur le site de Marigot – Anse Charpentier.....	71
Illustration 51 : Evolution des concentrations (µg/l) en Chlordécone et Béta HCH sur le site du Lorrain – Fond Brûlé .....	72
Illustration 52 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lorrain – Fond Brulé (hors chlordécone et beta HCH).....	73
Illustration 53 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Gros Morne – La Borelli (plus le congénère 138 qui est un pesticide organochloré) .....	74
Illustration 54 : Evolution de la concentration en chlordécone sur le site de Trinité – Source Morne Figue .....	75
Illustration 55 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Trinité – Morne Figue (hors chlordécone) .....	75

Illustration 56 : Produits phytosanitaires détectés sur le site de St Pierre - CDST .....	76
Illustration 57 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires et produits de dégradation détectés sur le site du Prêcheur – Rivière du Prêcheur .....	77
Illustration 58 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires sur le site de Gros Morne – Vert Pré.....	78
Illustration 59 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lamentin – Habitation Ressource.....	79
Illustration 60 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Rivière Salée - Nouvelle Cité .....	80
Illustration 61 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site du Marin – Grand Fond.....	81
Illustration 62 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires détectés sur le site de François - Victoire .....	82
Illustration 63 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires et en produit de dégradation détectés sur le site de Rivière Pilote – Fougainville .....	83
Illustration 64 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Trois Ilets - Vatable.....	84
Illustration 65 : Produits phytosanitaires détectés sur le site de Diamant - Dizac .....	85
Illustration 66 : Carte récapitulative des pesticides détectés sur le réseau en saison des pluies 2007 .....	86
Illustration 67 : Carte récapitulative de l'état patrimonial de la ressource en eau souterraine en saison des pluies 2007 .....	88
Illustration 68 : Etat qualitatif des eaux souterraines de Martinique en saison des pluies 2007 .....	89
Illustration 69 : Molécules détectées et nombre de détections sur le réseau en 2007 .....	90
Illustration 70 : Carte récapitulative de l'état de la ressource en eau souterraine vis-à-vis des produits phytosanitaires en 2007.....	92
Illustration 71 : 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).....	95

## Liste des annexes

Annexe 1 Paramètres analysés .....	101
Annexe 2 Tableaux récapitulatifs des résultats d'analyses .....	105

## 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. Le réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines mis en place depuis 2004 (Cf. 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. ».

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 et un en période de basses eaux) **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 entrent 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.

La campagne de prélèvement décrite dans le présent rapport a été effectuée au cours de la saison des pluies 2007 (novembre 2007). Son objectif est ainsi de fournir « une image cohérente et globale de l'état chimique des eaux souterraines de chaque district hydrographique ». A terme, cette démarche devra « permettre de détecter la présence de tendances à la hausse à long terme de la pollution induite par l'activité anthropogénique ».

Tout comme en saison sèche 2007, les analyses effectuées lors de la campagne de saison des pluies 2007 sont très exhaustives. Ce rapport met ainsi en évidence les traits majeurs des analyses et les sites nécessitant une surveillance approfondie.

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
Saison sèche 2007 (avril 2007)	19	135	Rapport BRGM/RP-55812-FR

*Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées antérieurement*

**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 relatifs à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine définis dans la directive 98/83/CE et dans le décret français n°1220 du 20 décembre 2001.

## **1.1. LE RESEAU DE SURVEILLANCE**

L'illustration 2 indique les caractéristiques géographiques et typologiques des stations du réseau de contrôle de surveillance 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
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. Les points N4 et C1 sont suivis au titre du contrôle opérationnel anticipé, les autres au titre du contrôle de surveillance*

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

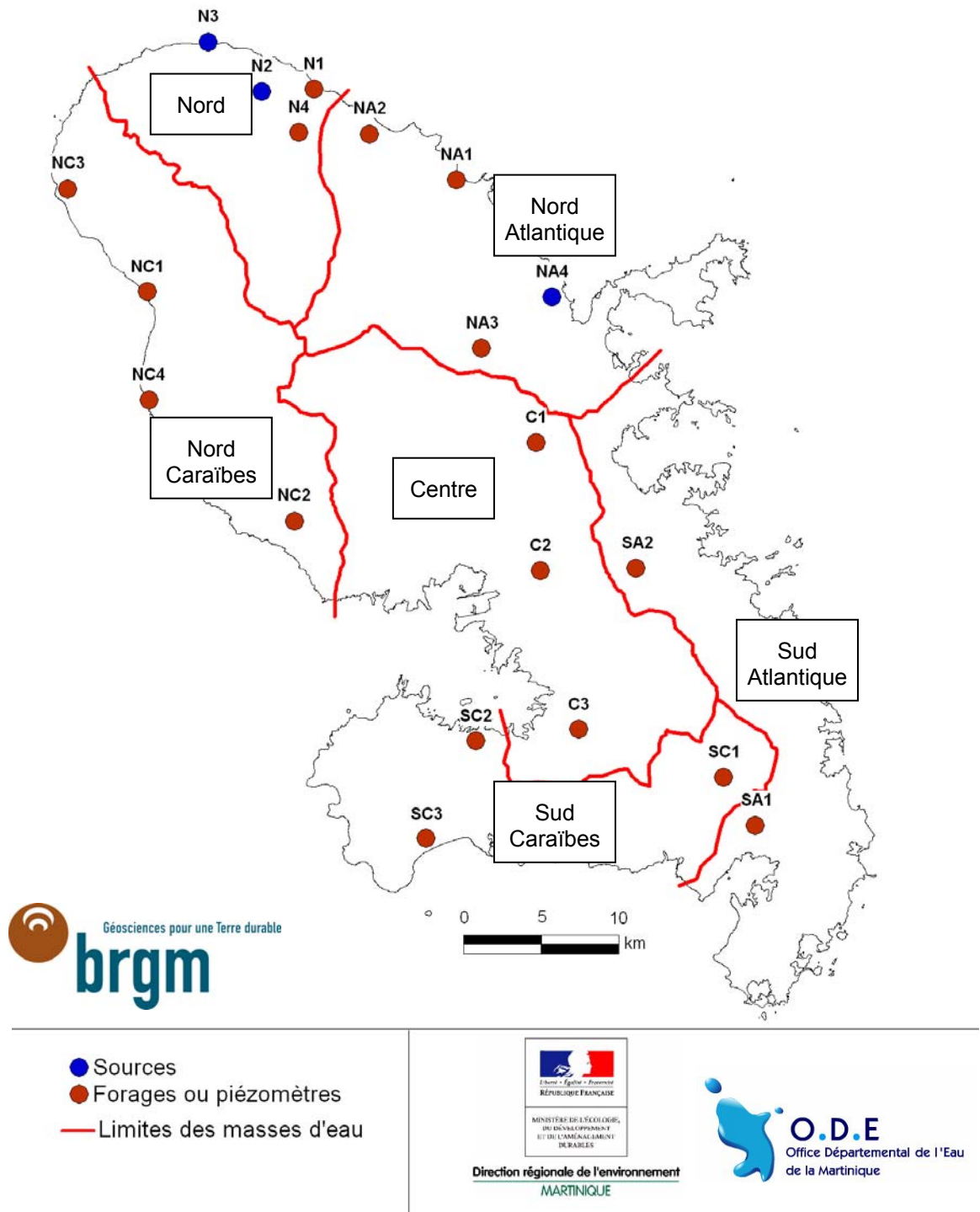
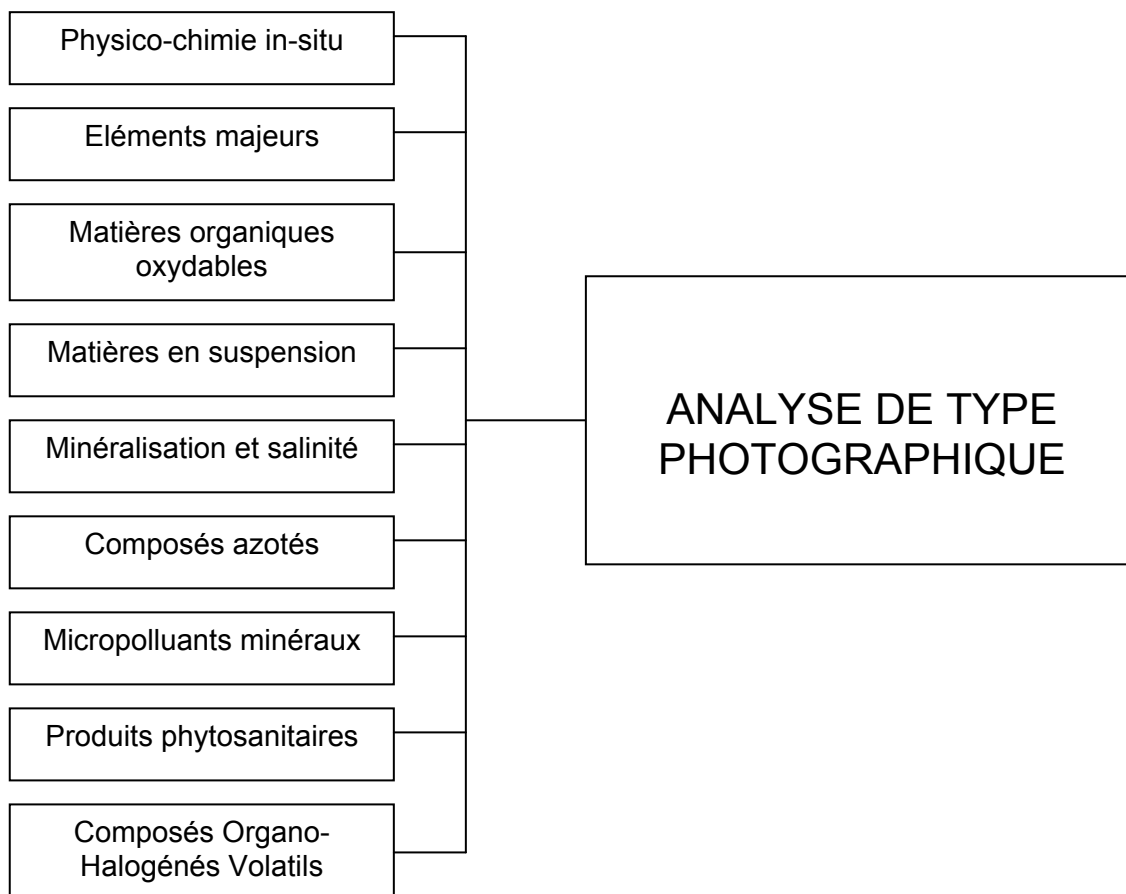


Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau de surveillance en 2007, les points N4 et C1 sont suivis au titre du contrôle opérationnel anticipé

## 1.2. PARAMETRES ANALYSES

Les campagnes de contrôle de surveillance débutent en 2007 par une analyse de type « photographique ». Les catégories de paramètres analysés sont détaillées ci-dessous. La liste exhaustive des paramètres et éléments analysés est disponible en Annexe 1.



*Illustration 4 : Catégories de paramètres analysés lors de l'analyse photographique*

### • 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 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 et le prélèvement n'a été effectué qu'après stabilisation, 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 appliquées pour les eaux destinées à la consommation humaine (Décret n°2001-1220), 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.

## 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, la température et le pH.

#### 2.1.1. Température

Les températures relevées sur le réseau ont été mesurées in situ, au moment des prélèvements. L'illustration 5 ci-dessous présente une comparaison des températures relevées sur chaque site lors des deux campagnes réalisées en 2007. Les températures relevées sont comprises entre 24,5 et 30,7 °C.

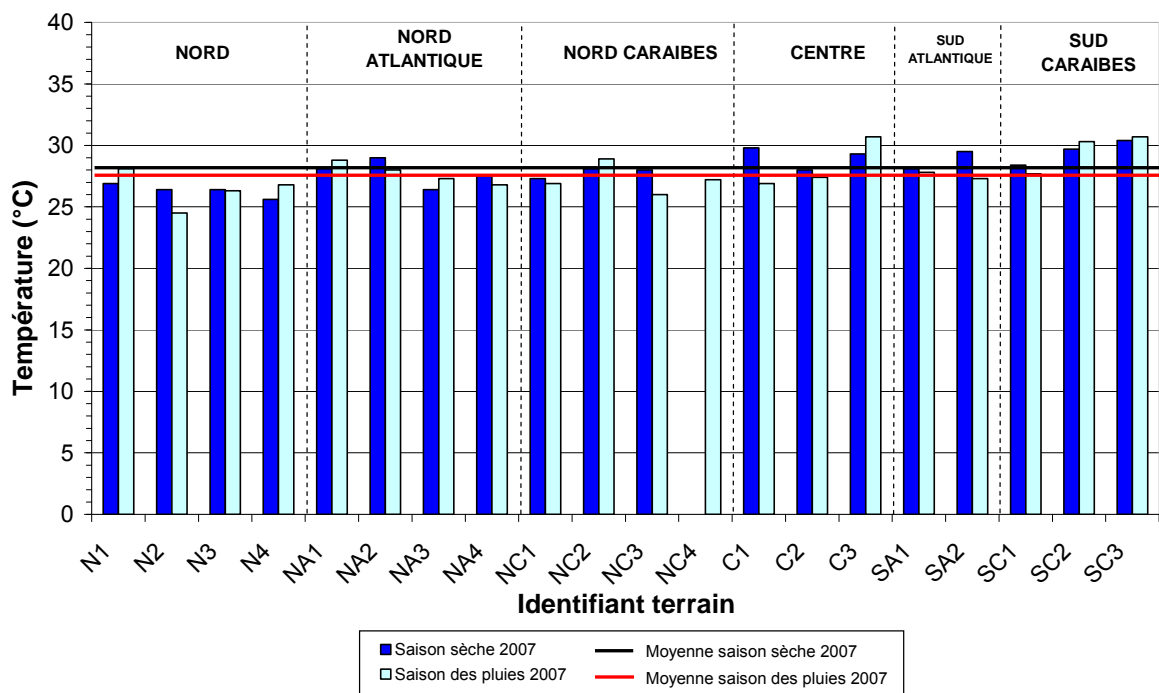


Illustration 5 : Températures relevées in situ lors des campagnes de saison sèche et de saison des pluies 2007

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.

L'illustration 6 ci-dessous présente une analyse statistique des données de température depuis la campagne de saison des pluies 2005.

Indice terrain	n° BSS	Température (en °C)						Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (27,7 °C)
		SS 2007	SP 2007	Statistiques par stations depuis SP 2005				
				Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	26,9	28,1	26,7	28,1	27,1	0,58	-0,6
N2	1166ZZ0019	26,4	24,5	24,5	26,4	25,5	1,34	-2,3
N3	1166ZZ0023	26,4	26,3	26,3	26,4	26,4	0,07	-1,4
N4	1168ZZ0054	25,6	26,8	25,6	26,8	26,4	0,48	-1,3
NA1	1169ZZ0006	28,1	28,8	27,8	28,8	28,3	0,42	0,6
NA2	1169ZZ0084	29	28	27,2	29,2	28,3	0,80	0,6
NA3	1174ZZ0088	26,4	27,3	26,4	27,3	26,8	0,43	-0,9
NA4	1175ZZ0153	27,5	26,8	25,2	27,5	26,6	0,97	-1,1
NC1	1167ZZ0045	27,3	26,9	26,3	27,9	27,2	0,66	-0,5
NC2	1177ZZ0161	28,1	28,9	28,1	29,4	28,7	0,51	1
NC3	1167ZZ0024	28	26	25,5	28,0	26,3	0,97	-1,4
NC4	1172ZZ0050	X	27,2	X	X	X	X	X
C1	1175ZZ0106	29,8	26,9	26,9	32,7	29,9	2,20	2,2
C2	1179ZZ0070	28	27,4	26,9	28,0	27,4	0,41	-0,3
C3	1182ZZ0160	29,3	30,7	29,3	30,7	30,0	0,99	2,3
SA1	1186ZZ0118	28,1	27,8	27,7	28,3	27,9	0,27	0,2
SA2	1179ZZ0228	29,5	27,3	25,0	29,5	28,0	1,85	0,3
SC1	1183ZZ0052	28,4	27,7	27,3	28,4	27,8	0,40	0,1
SC2	1181ZZ0132	29,7	30,3	28,2	30,3	29,2	0,82	1,5
SC3	1184ZZ0001	30,4	30,7	30,4	30,7	30,6	0,21	2,9

Illustration 6 : Analyse statistique des données de températures, depuis 2005

De manière générale, la température de l'eau souterraine est élevée en Martinique (moyenne interannuelle ou médiane de 27,7 °C) et varie peu d'une année sur l'autre. 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 16 stations sur 19.

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 médiane de 27,7 °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).

Les températures sont globalement très stables entre les campagnes de saison sèche et de saison des pluies réalisées depuis 2004 (Cf. Annexe 2). Pour preuve, le comparatif entre les deux dernières campagnes (avril et novembre 2007) qui présente une variabilité moyenne de seulement 0.3 °C (Cf. Illustration 5).

### 2.1.2. Conductivité

La conductivité électrique de l'eau représente sa capacité à laisser les charges électriques se déplacer librement. Cette caractéristique dépend de la quantité d'ions présents en solution. **La conductivité électrique, ici exprimée en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , est donc 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 des roches mises en contact avec l'eau. 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 7 ci-dessous présente les conductivités mesurées en saison sèche et saison des pluies 2007.

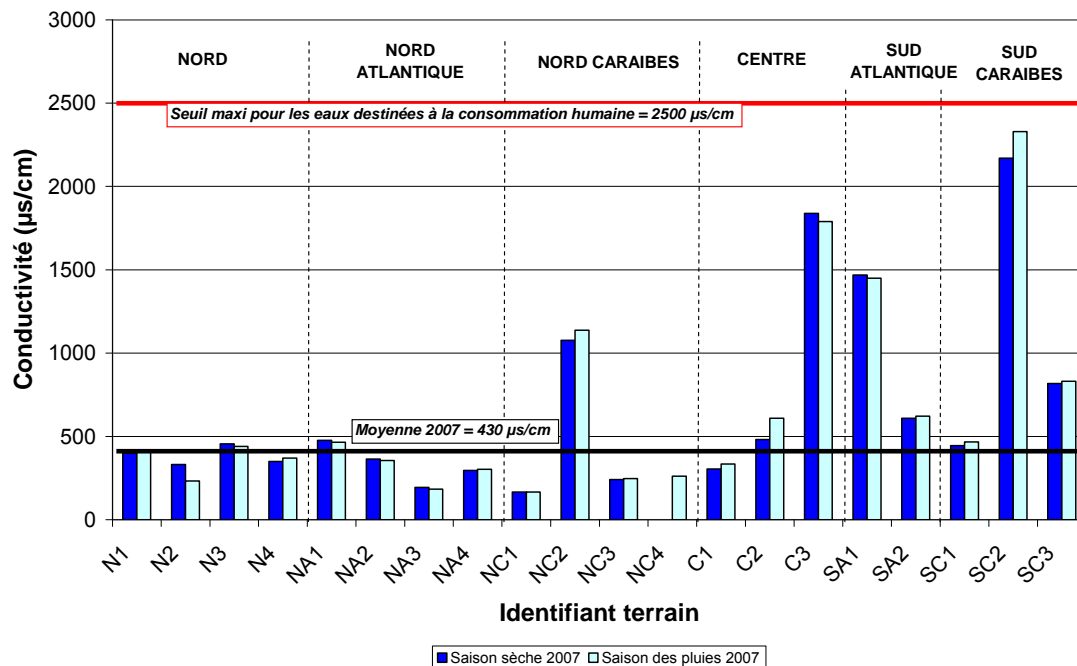


Illustration 7 : Conductivités mesurées in situ en 2007 (en rouge, seuil maximum de 2500 µS/cm admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220)

Parmi les eaux analysées, les conductivités mesurées s'échelonnent entre 184 et 2330 µS/cm.

La comparaison des moyennes interannuelles de chaque station avec la médiane de conductivité pour la Martinique (430 µS/cm) révèle une grande variabilité spatiale des conductivités des eaux souterraines de Martinique (Cf. Illustration 8).

Les masses d'eau Centre, Sud Atlantique et Sud Caraïbes présentent les conductivités les plus élevées, toutefois inférieures au seuil maximum de 2500 µS/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 les caractériser.

Les conductivités mesurées sur les stations C2 et SC2 montrent des hausses sensibles entre la saison sèche et la saison des pluies 2007. Les autres stations montrent en revanche une stabilité assez marquée entre ces deux campagnes de mesures.

Les conductivités relevées en Martinique sont toutes inférieures au seuil de potabilité de 2500 µS/cm. **La conductivité n'est donc pas un paramètre déclassant la qualité des masses d'eau souterraines vis-à-vis de la DCE.**

Indice terrain	n° BSS	Conductivité (en $\mu\text{s/cm}$ )						
		SS 2007	SP 2007	Statistiques par stations depuis SS 2004				Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (430 $\mu\text{s/cm}$ )
				Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	399	410	394	492	425	40	-5
N2	1166ZZ0019	331	233	233	331	282	69	-148
N3	1166ZZ0023	455	440	440	455	448	11	18
N4	1168ZZ0054	350	370	285	370	319	32	-111
NA1	1169ZZ0006	476	466	394	476	437	30	7
NA2	1169ZZ0084	365	356	318	365	351	19	-79
NA3	1174ZZ0088	194	184	170	213	192	14	-238
NA4	1175ZZ0153	296	302	153	304	276	60	-154
NC1	1167ZZ0045	166	166	166	193	177	12	-253
NC2	1177ZZ0161	1077	1137	651	1137	999	167	569
NC3	1167ZZ0024	242	247	201	247	222	19	-208
NC4	1172ZZ0050	X	262	X	X	X	X	-168
C1	1175ZZ0106	305	335	299	335	311	13	-119
C2	1179ZZ0070	481	609	481	609	552	53	122
C3	1182ZZ0160	1839	1790	1790	1839	1815	35	1385
SA1	1186ZZ0118	1468	1450	1334	1468	1390	56	960
SA2	1179ZZ0228	610	622	610	1176	695	212	265
SC1	1183ZZ0052	444	467	413	496	444	29	14
SC2	1181ZZ0132	2170	2330	1340	2330	1926	341	1496
SC3	1184ZZ0001	818	831	780	831	810	22	380

Illustration 8 : Analyse statistique des données de conductivité, depuis 2004

### 2.1.3. pH

Le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Une eau de pH égal à 7 est dite neutre. Une eau de pH inférieur à 7 est dite acide, et, inversement, une eau de pH supérieur à 7 est dite basique. Les valeurs enregistrées en 2007 sont représentées dans l'illustration 9 ci-dessous.

Les eaux analysées montrent des valeurs comprises entre 6,3 et 7,8 pour la saison sèche et des valeurs comprises entre 5,6 et 7,6 pour la saison des pluies. Une légère acidification des eaux a donc globalement été observée entre la saison sèche et la saison des pluies 2007, les variations les plus importantes s'observant sur les stations du Nord de l'île (N1, N3, NA1, NA3 et NA4).

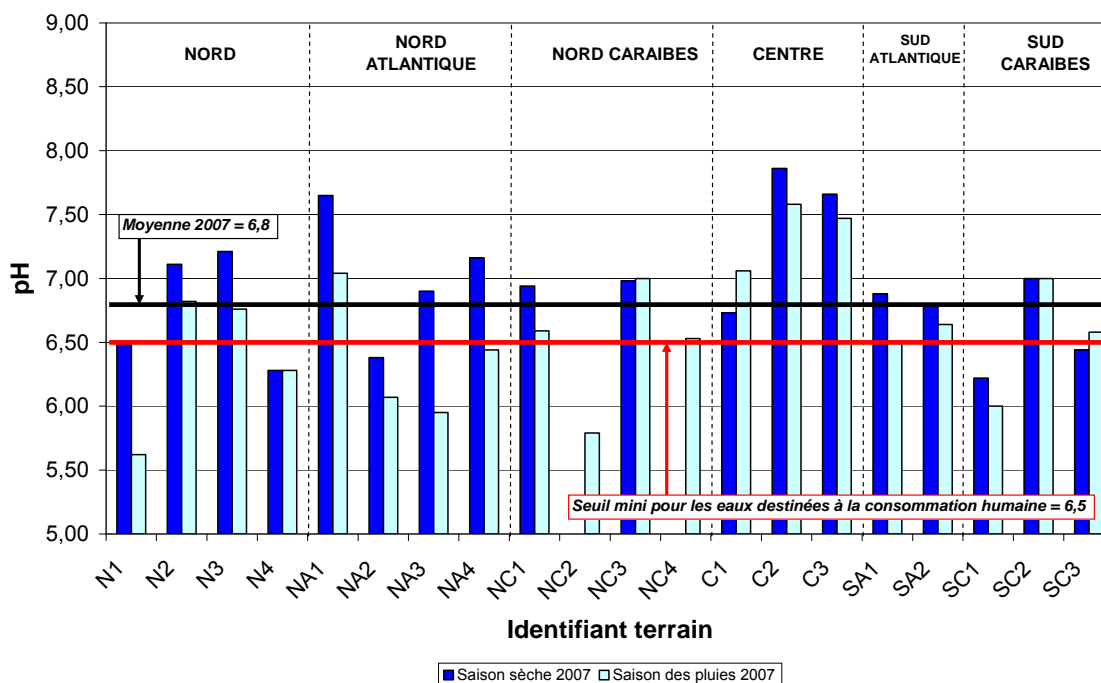


Illustration 9 : pH mesurés in situ lors des deux campagnes de 2007 (en rouge, seuil minimum de 6.5 admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220)

De manière générale, les valeurs restent assez proches de la neutralité même si les stations N1 et NC2 sont à surveiller. **Le seuil minimum de 6,5 admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine n'est pas respecté sur les stations N1, N4, 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 (Cf. 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 (L. Chery, 2006).

Les nappes captives présentent 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 qualifié de réducteur, dans le contexte martiniquais.

Les valeurs mesurées sur le réseau s'échelonnent entre 0,78 et 4,02 mg/l pour la saison sèche et entre 0,06 et 2,86 mg/l pour la saison des pluies. L'

Illustration 10 ci-dessous permet de constater que les stations de la masse d'eau Nord présentent les plus fortes concentrations en oxygène dissous. Les stations de la masse d'eau Nord ne concernent en effet que des nappes libres, et donc davantage oxygénées. Les eaux de sources (N2, N3 et NA4) présentent également des valeurs assez élevées.

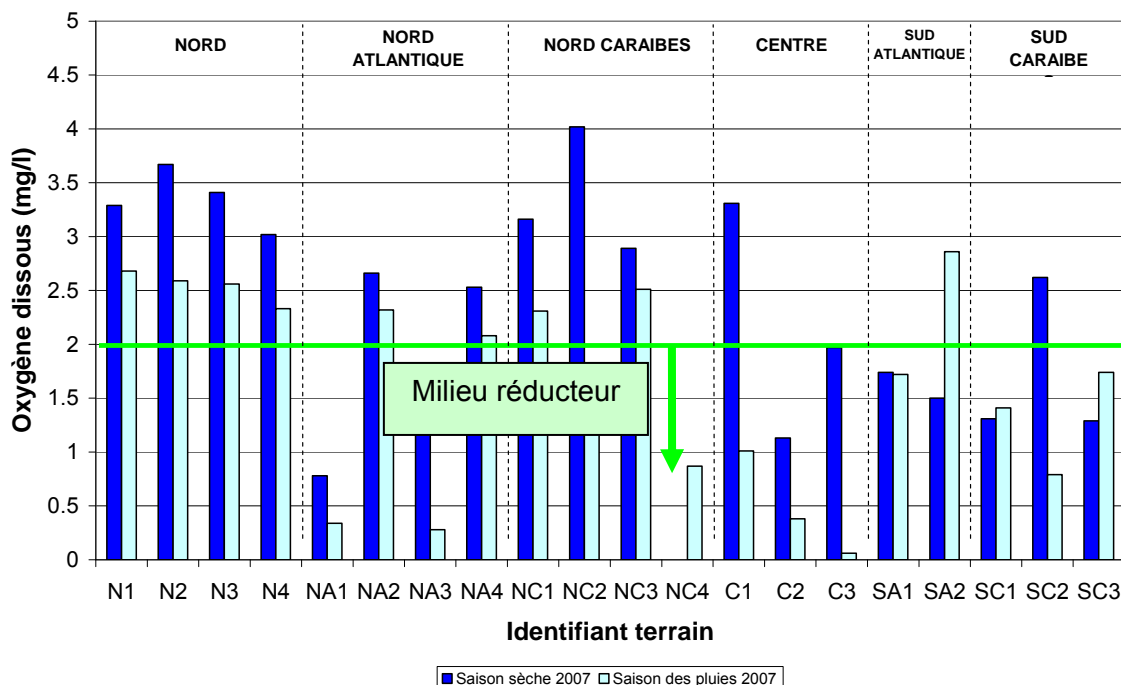


Illustration 10 : Teneurs en oxygène dissous mesurées in situ lors des deux campagnes de 2007

**Ces valeurs sont cependant toutes caractéristiques d'eaux appauvries en oxygène.**

Indice terrain	n° BSS	Oxygène dissous (en mg/l)						
		SS 2007	SP 2007	Statistiques par stations depuis SP 2005				Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (2,7 mg/l)
				Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	3,29	2,68	2,68	8,20	4,8	2,2	2,1
N2	1166ZZ0019	3,67	2,59	2,59	3,67	3,1	0,8	0,4
N3	1166ZZ0023	3,41	2,56	2,56	3,41	3	0,6	0,3
N4	1168ZZ0054	3,02	2,33	2,33	7,97	4,9	2,3	2,2
NA1	1169ZZ0006	0,78	0,34	0,34	2,55	1,4	0,9	-1,3
NA2	1169ZZ0084	2,66	2,32	2,32	7,95	4,7	2,4	2
NA3	1174ZZ0088	1,63	0,28	0,28	4	2,2	1,6	-0,5
NA4	1175ZZ0153	2,53	2,08	2,08	7,3	4,1	2,4	1,4
NC1	1167ZZ0045	3,16	2,31	2,31	7,72	4,8	2,1	2,1
NC2	1177ZZ0161	4,02	1,61	1,61	4,46	3,2	1,1	0,5
NC3	1167ZZ0024	2,89	2,51	2,51	7,23	4,4	1,9	1,7
NC4	1172ZZ0050	X	0,87	X	X	X	X	-1,8
C1	1175ZZ0106	3,31	1,01	1,01	8,74	4,1	2,9	1,4
C2	1179ZZ0070	1,13	0,38	0,38	4,81	2	1,7	-0,7
C3	1182ZZ0160	1,97	0,06	0,06	1,97	1	1,4	-1,7
SA1	1186ZZ0118	1,74	1,72	1,72	4,17	2,9	1,1	0,2
SA2	1179ZZ0228	1,5	2,86	0,57	2,86	1,6	0,8	-1,1
SC1	1183ZZ0052	1,31	1,41	1,31	5,62	2,9	1,9	0,2
SC2	1181ZZ0132	2,62	0,79	0,79	8,93	3,1	3,3	0,4
SC3	1184ZZ0001	1,29	1,74	1,29	1,74	1,5	0,3	-1,2

*Illustration 11 : Analyse statistique des données d'oxygène dissous, depuis 2005*

Toutes les valeurs de la dernière campagne sont globalement inférieures à celle d'avril 2007 pour les sites de la partie Nord de l'île alors que les valeurs sont quasi-similaires voire supérieures pour les stations présentes dans le Sud. Il est même constaté que la campagne de saison des pluies 2007 a révélé leur minimum en oxygène dissous pour la quasi-totalité des stations du Nord de l'île (Nord, Nord Caraïbes et Nord Atlantique). Il sera intéressant d'observer l'évolution de ce paramètre lors des prochaines campagnes.

## 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 12 suivante représente les balances ioniques calculées sur chacun des échantillons d'eau analysés.

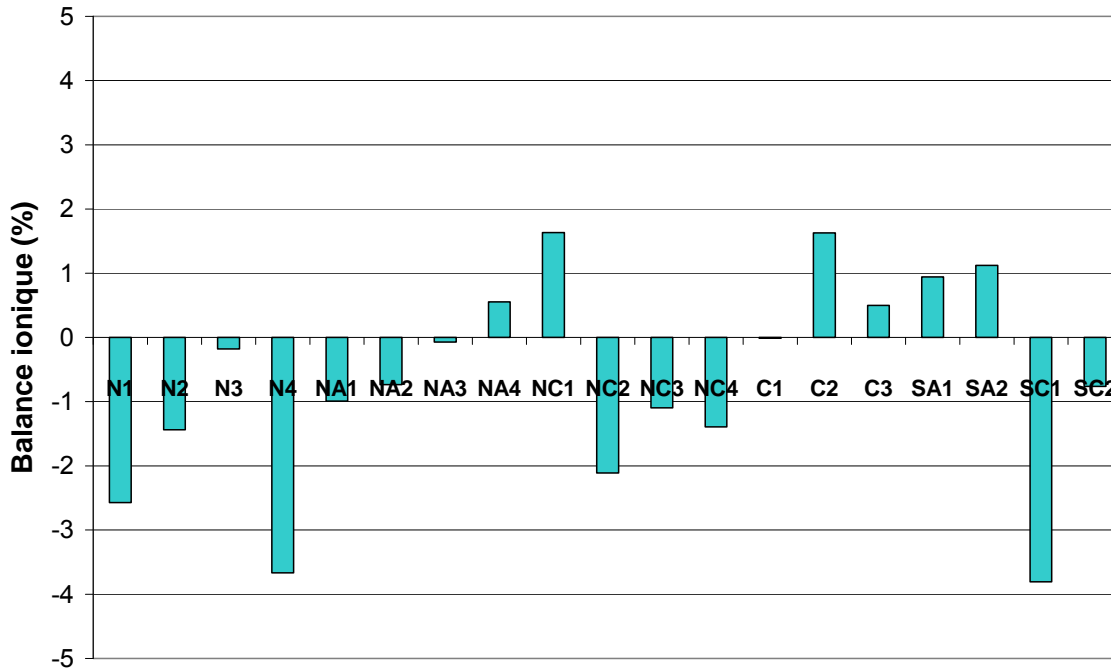


Illustration 12 : Représentation des balances ioniques calculées

Les balances ioniques sont toutes inférieures à 5%. **Les résultats d'analyse sont donc corrects.**

## 2.2.2. Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

### • 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 :

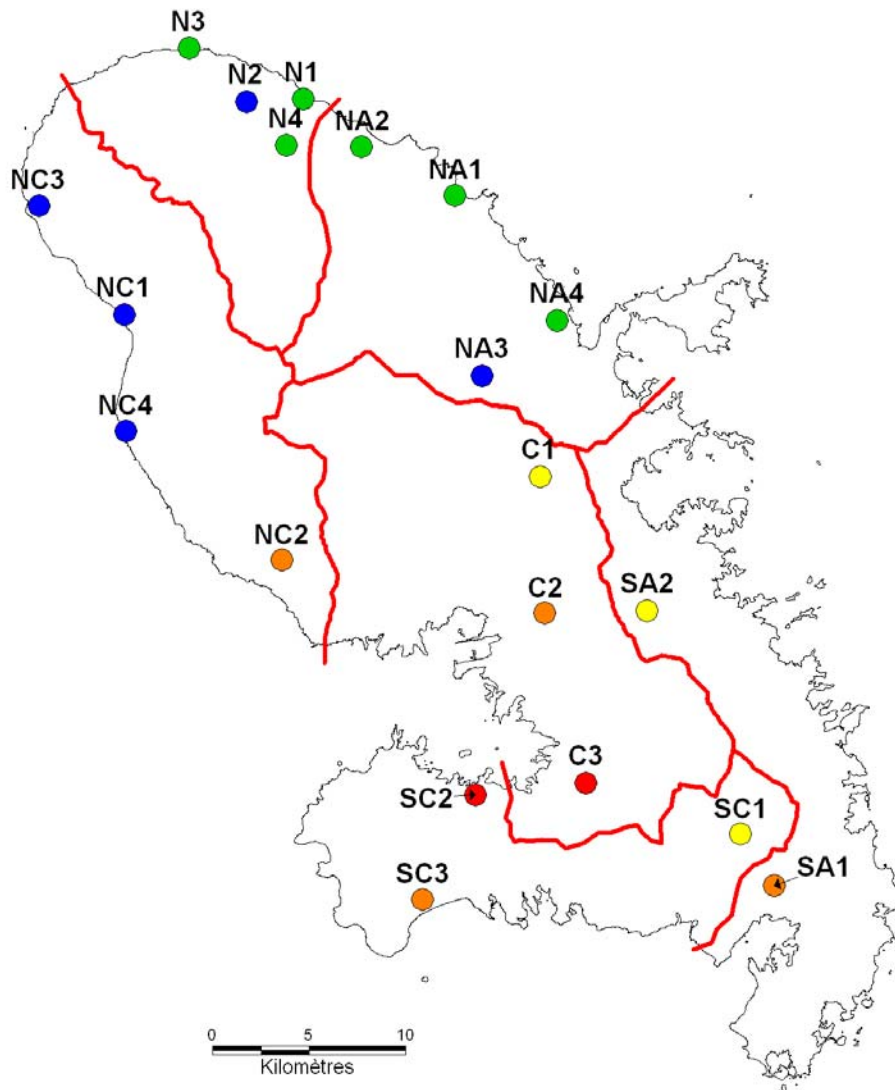
Ces eaux marines anciennes piégées pourraient, à la faveur de fissures ou de forages, influencer les concentrations en chlorures des eaux prélevées.

#### - Les engrais :

De nombreux fertilisants minéraux 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.

### • Résultats des analyses

L'illustration 13 ci-après présente une carte des concentrations moyennes en chlorures calculées sur la base des mesures effectuées en saison sèche et en saison des pluies 2007.



**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
- 250 mg/l < [Cl]



Illustration 13 : Répartition des teneurs en chlorures sur le réseau en 2007 (moyennes saison sèche / saison des pluies 2007)

La carte révèle la répartition inégale des concentrations en chlorures sur le réseau, les plus fortes concentrations étant observées dans le Sud de l'île. Aucun lien direct entre la distance des stations au littoral et les concentrations en chlorures ne se distingue. L'illustration 14 ci-dessous présente les données acquises en saison sèche et en saison des pluies 2007.

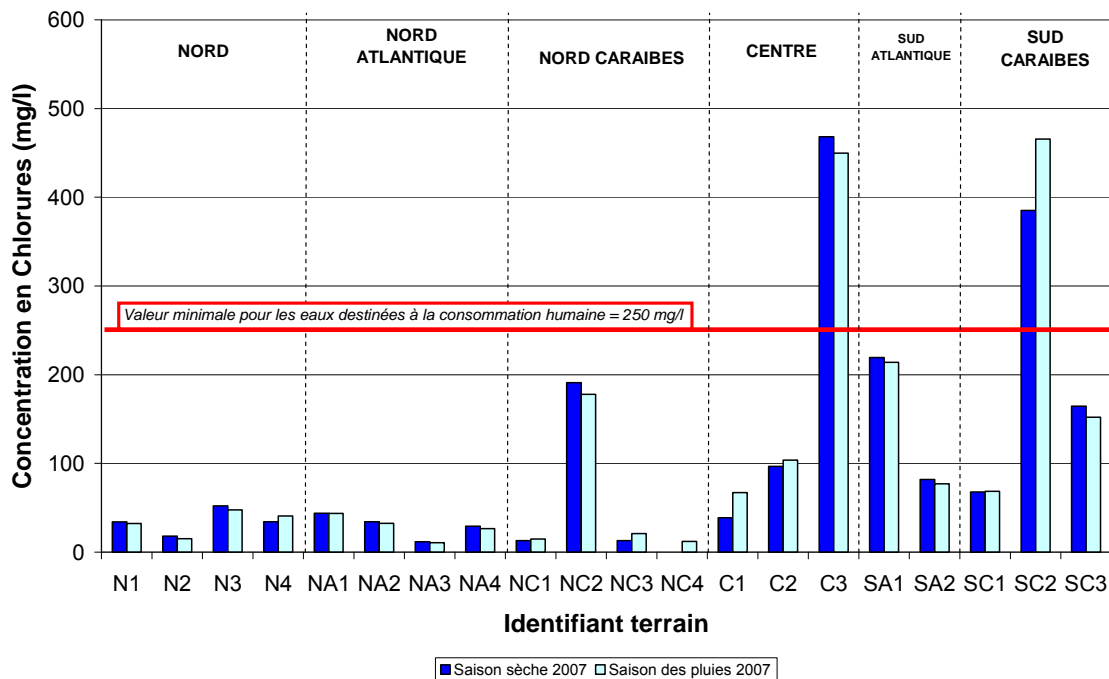


Illustration 14 : Histogramme des concentrations en chlorures mesurées en 2007 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220)

Les concentrations en chlorures mesurées sur le réseau sont très variables entre les différentes masses d'eau. Celles-ci évoluent en effet entre 12 et 468 mg/l. La valeur minimale de 250 mg/l pour des eaux destinées à la consommation humaine (Décret n°2001-1220) 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 y présentent des concentrations supérieures aux normes de qualités définies pour l'AEP. Les chlorures pourraient avoir sur ces stations une origine naturelle ou anthropique.** En effet, les deux stations concernées (C3 et SC2) sont situées à proximité du littoral. L'origine des chlorures détectés sur ces stations ne pourrait être caractérisée qu'à partir d'informations précises sur le fond géochimique de Martinique. L'analyse des bromures pourrait également se révéler utile pour préciser l'origine de ces chlorures (sur la base des rapports Br / Cl).

**Les stations du réseau ne montrent pas de nette variation entre la saison sèche et la saison des pluies, 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 15 ci après.

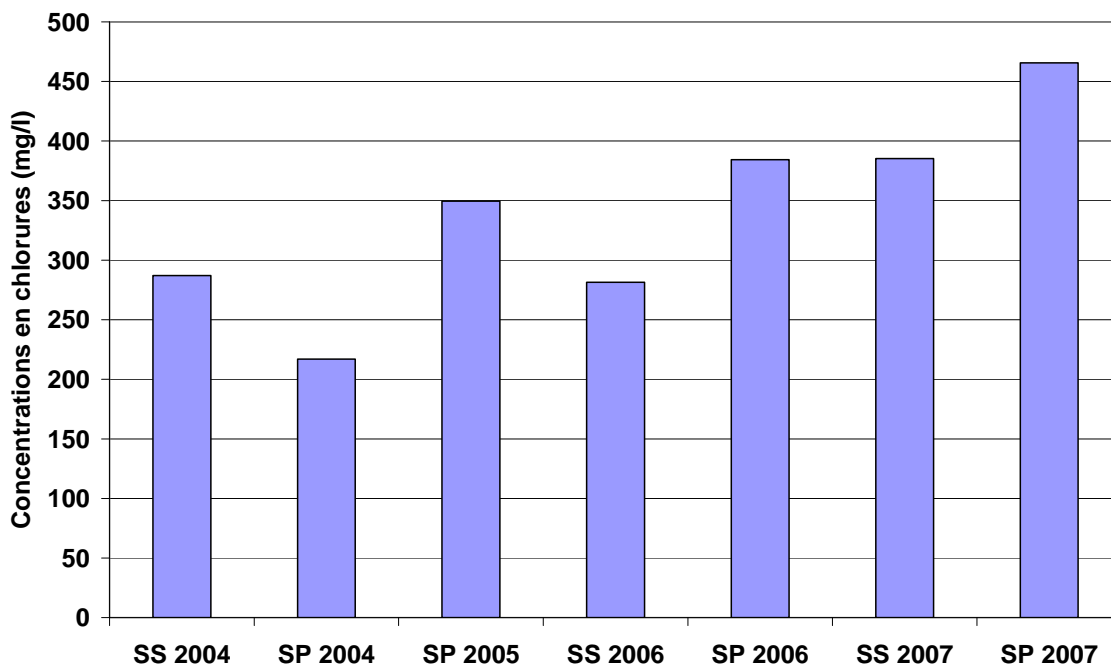


Illustration 15 : Hausse des concentrations en chlorures sur la station SC2-Trois-Ilets – Vatable

Cette tendance à la hausse des concentrations en chlorures depuis 2006 pour cette station pourrait avoir plusieurs origines, notamment :

- une intrusion du biseau salé suite à des rabattements de la nappe ou à une recharge plus faible (donc pas d'effet de dilution)
- une augmentation des intrants polluants (type engrais).

La seconde hypothèse sur une éventuelle augmentation d'intrants de type engrais est rapidement réfutée à l'aide des graphiques Na vs Cl (Cf. Illustration 16 ci-dessous) et Na vs NO<sub>3</sub> (Cf. Illustration 31 du § 2.6.1). Sur le premier graphique, on constate que la station SC2 est en-dessous de la droite de dilution de l'eau de mer ce qui indique un enrichissement en Na lié à des interactions eau-roche et non pas à des apports anthropiques.

De plus une augmentation des chlorures par un apport d'engrais s'accompagne d'une augmentation des nitrates. Or, sur le graphique Na vs NO<sub>3</sub>, la station SC2 est en-dessous de la limite de 10 mg/l de NO<sub>3</sub>, limite au-dessus de laquelle l'apport anthropique est caractérisé.



Par conséquent, l'hypothèse d'une intrusion du biseau salé suite à des rabattements de la nappe ou à une recharge plus faible semble plus probable. Ceci d'autant plus que, lors du pompage effectué à un débit d'environ 1 m<sup>3</sup>/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.

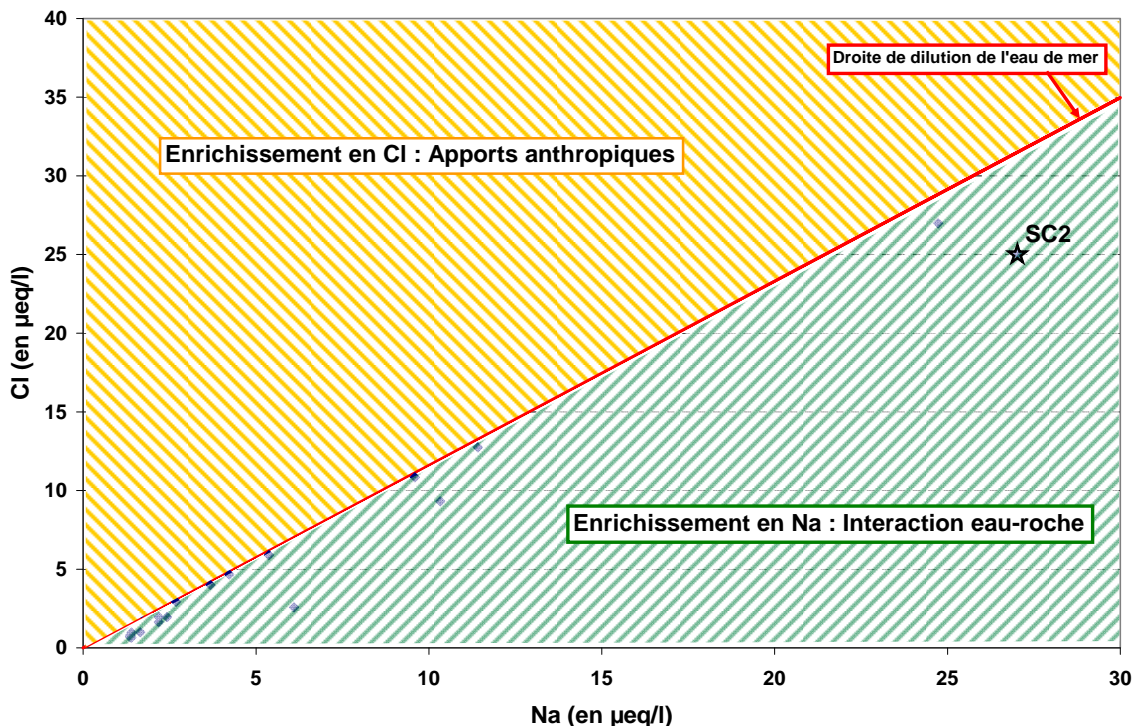


Illustration 16 : Graphique Na Vs Cl

Par conséquent, cette évolution des teneurs en chlorures sur la station SC2 serait à surveiller lors des prochaines campagnes. Si elle se confirmait, des mesures spécifiques devraient être menées pour en identifier l'origine et appliquer les mesures compensatoires adéquates.

### 2.2.3. Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

#### • Origine des bicarbonates dans les eaux

La dissolution des minéraux carbonatés et l'action combinée du CO<sub>2</sub> des eaux météoriques et du sol sont, d'une manière générale les principales origines des bicarbonates. D'autres origines, telles que la dissolution de CO<sub>2</sub> profond volcanique ou l'hydrolyse des espèces minérales silicatées ont également été identifiées.

Les fonds géochimiques en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les contextes de socle et milieu volcanique en métropole peuvent être compris entre 50 et 200 mg/l. Dans le contexte martiniquais, les concentrations naturelles en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sont encore mal connues.

• **Résultats des analyses**

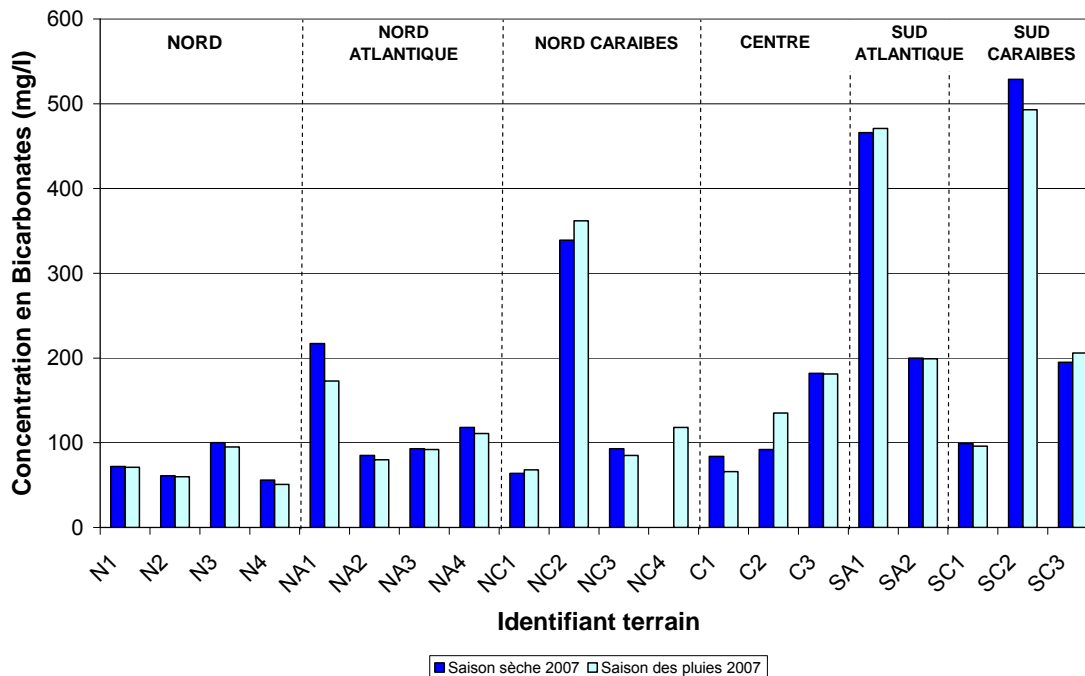


Illustration 17 : Histogramme des concentrations en bicarbonates mesurées en 2007

Les concentrations en bicarbonates sont très variables, comprises entre 51 et 529 mg/l. L'importance des interactions eau/roche dans les différents aquifères étudiés et les processus de dissolution/précipitation conditionne les concentrations en bicarbonates. Les stations qui présentent les plus fortes concentrations en bicarbonates présentent également les plus fortes concentrations en calcium et magnésium (Cf. §2.2.5, §2.2.6), deux autres traceurs d'interactions eau/roche. C'est le cas des stations SC2, SA1, NC2 et NA1.

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.

**2.2.4. Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

• **Origine des sulfates dans les eaux**

L'ion sulfate SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 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<sub>2</sub>)) :

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

- **Le lessivage de 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**

Ce phénomène est en lien avec les pluies acides.

- **L'utilisation d'engrais.**

- **Résultats des analyses**

Les concentrations en sulfates mesurées sont comprises entre 1 et 75 mg/l. Le détail des résultats est présenté dans l'illustration 18. Le seuil de potabilité de 250 mg/l est présenté à titre indicatif. Il est toutefois possible de constater que 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).

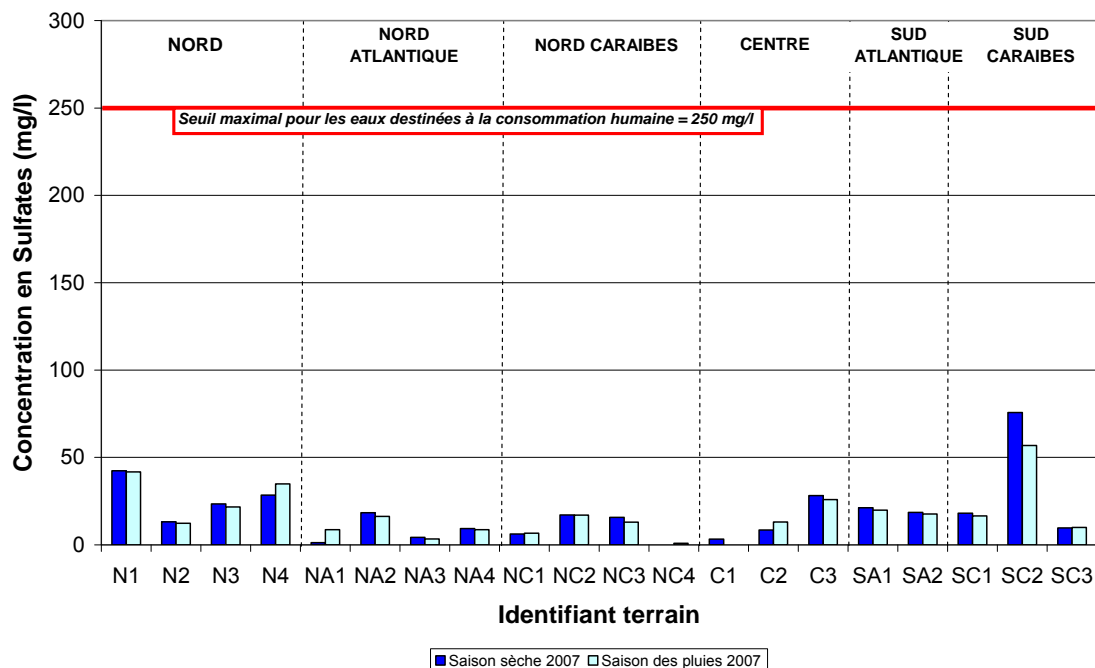


Illustration 18 : Histogramme des concentrations en sulfates mesurées en 2007 (en rouge, seuil maximum de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220)

La station SC2 (commune des Trois Ilets) présente les plus fortes teneurs en sulfates (> 50 mg/l). Il est possible d'évoquer une origine anthropique des sulfates puisque, pour ce point, celles-ci sont corrélées avec d'importantes concentrations en chlorures (apport d'origine agricole ?). Mais, au regard des arguments précédemment émis concernant l'origine du chlorure (Cf. §2.2.2), la possibilité d'une influence de formations évaporitiques sulfatées à proximité semble plus envisageable, d'autant plus que la pression agricole dans ce secteur reste limité à de l'élevage extensif.

Les stations situées sur la masse d'eau Nord présentent des concentrations en sulfates assez faibles mais cependant accompagnées de produits phytosanitaires (Cf. § 2.8) et de nitrates (Cf. § 2.6.1). 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 sont pas signes de pollution** puisqu'ils sont tous très largement en-dessous du seuil maximal de 250 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine (Décret n°2001-1220).

*Nb : la connaissance du fond géochimique naturel sera nécessaire pour préciser l'origine anthropique ou non des sulfates détectés.*

## 2.2.5. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

### • 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) (SiO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> mais également l'ensemble des minéraux constitutifs de la série isomorphe Albite-Anorthite (Na[Si<sub>3</sub>AlO<sub>8</sub>] => Ca[Si<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>8</sub>]).

### • Résultats des analyses

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

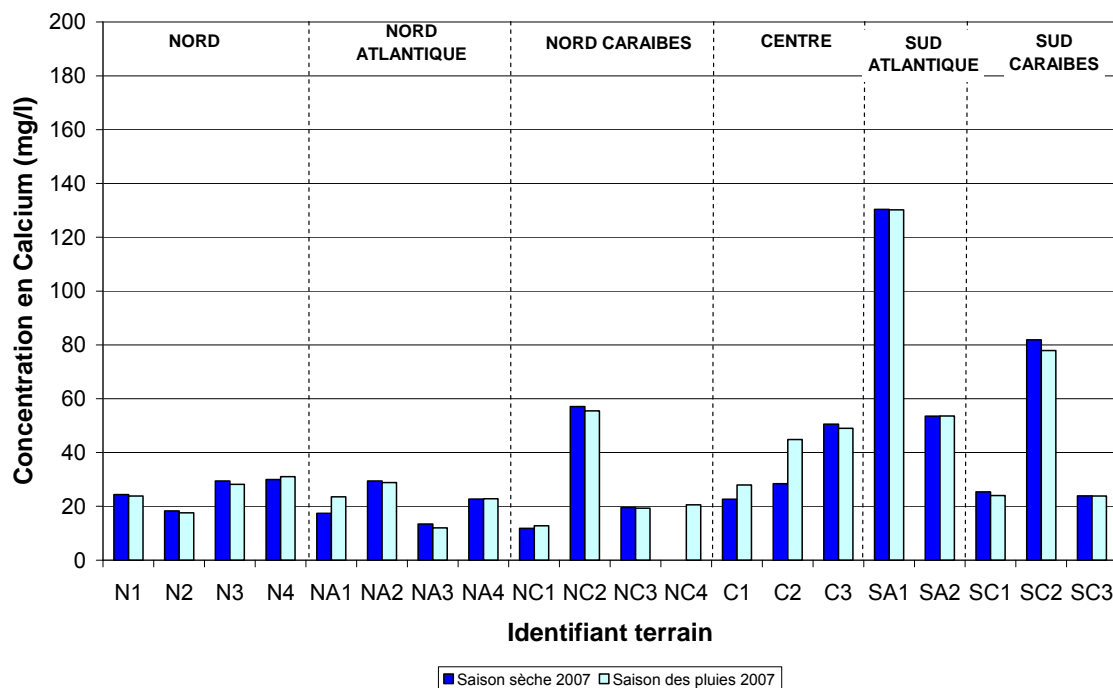


Illustration 19 : Histogramme des concentrations en calcium mesurées en 2007

Les teneurs en calcium mesurées sont très 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. 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.**

## **2.2.6. Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)**

### **• 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)<sub>2</sub> [SiO<sub>4</sub>], les clinopyroxènes et les orthopyroxènes (Mg, Fe)<sub>2</sub> (SiO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, l'amphibole (Mg, Fe)<sub>7</sub> [Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub>] (OH, F)<sub>2</sub> et les biotites K (Mg, Fe)<sub>3</sub> [Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub> (OH, F)<sub>2</sub>]. Les équilibres naturels qui contrôlent sa mise en solution dans les eaux souterraines, sous la forme dissoute Mg<sup>2+</sup>, 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. Ainsi les teneurs types du fond géochimique de Martinique pourraient être comprises entre quelques mg/l et quelques dizaines de mg/l.

### **• Résultats des analyses**

Les concentrations en magnésium mesurées sont en effet toutes inférieures à 50 mg/l (à l'exception de la station SC2 en saison des pluies 2007). 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. 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 un pic de concentration en saison des pluies (déjà montré en 2006, et de nouveau en 2007) qui devra être vérifié lors des prochaines campagnes.

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

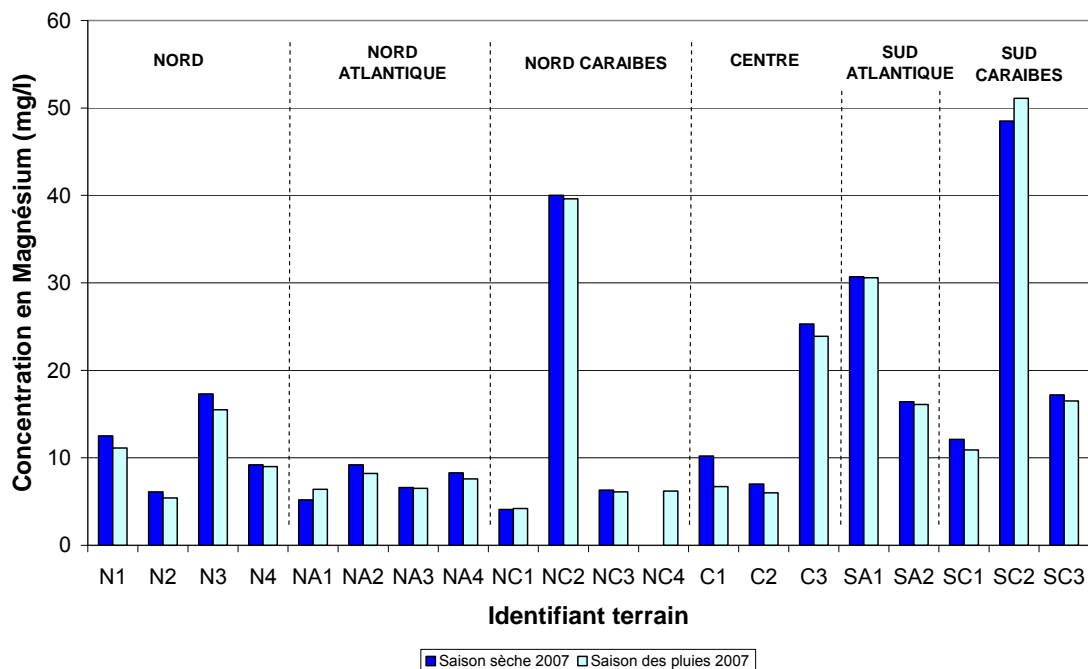


Illustration 20 : Histogramme des concentrations en magnésium mesurées en 2007

## 2.2.7. Sodium (Na<sup>+</sup>)

### • 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[Si<sub>3</sub>AlO<sub>8</sub>]). Dans les eaux souterraines, le sodium est présent sous la forme ionique Na<sup>+</sup>. 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 quelques mg/l et plusieurs centaines de 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 probable (communes de Trois Ilets et de Rivière salée).

Comme pour l'élément chlorure, la teneur en sodium de la station SC2 augmente en saison des pluies (observé en 2006 et de nouveau en 2007). Cette apparente périodicité devra faire l'objet d'une attention particulière lors des prochaines campagnes.

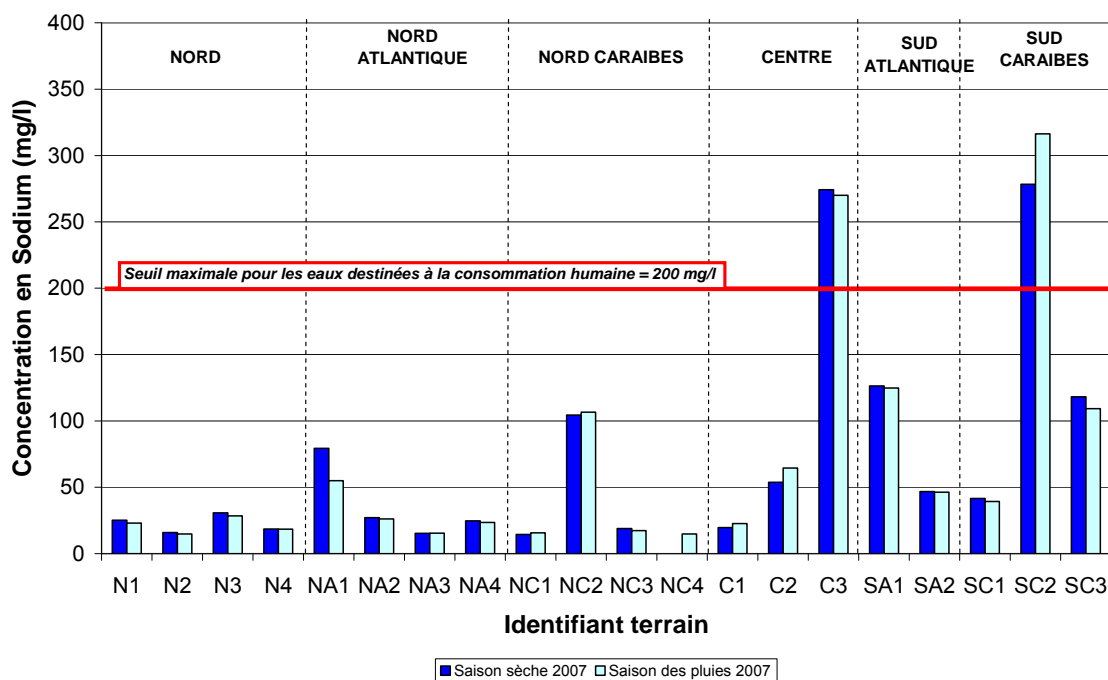


Illustration 21 : Histogramme des concentrations en sodium mesurées en 2007 (en rouge, le seuil maximal de 200 mg/l admissible pour les eaux destinées à la consommation humaine – Décret n°2001-1220)

## 2.2.8. Potassium (K<sup>+</sup>)

### • 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 [KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>], de micas et de feldspathoïdes (ex : la leucite [KAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]). D'une manière générale, les eaux souterraines présentent rarement des teneurs en potassium supérieures à 10mg/l (Chery et al, 2006).

### • Résultats des analyses

Les concentrations en potassium sont comprises entre 1 mg/l et 15 mg/l. 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, les stations SA1 et NC3 qui montraient une augmentation progressive des concentrations en potassium depuis la campagne de saison sèche 2006 (Ollagnier, 2007), présentent cette fois-ci des teneurs en baisse. Au contraire, la teneur au niveau de la station NC1 est toujours en augmentation. L'évolution de ce paramètre sur ces stations devra ainsi être surveillée.

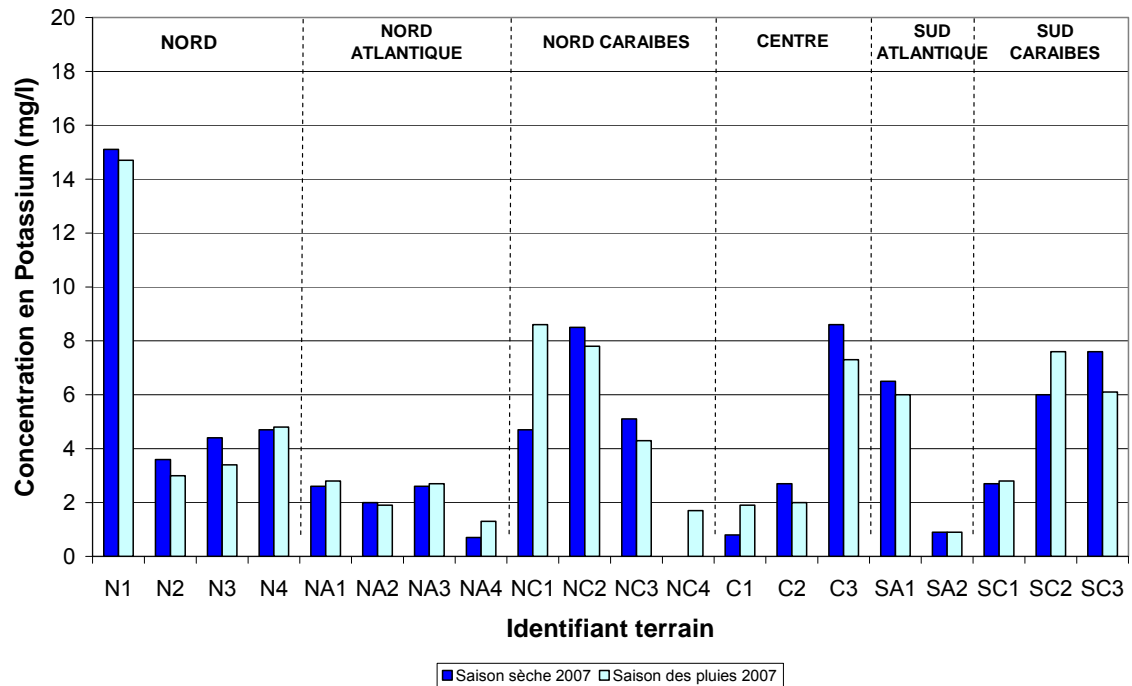


Illustration 22 : Histogramme des concentrations en potassium mesurées en saison sèche 2007

La station SC2 semble présenter par ailleurs un pic de concentration en saison des pluies (observé en 2006 puis en 2007). Cette variabilité saisonnière apparente devra être surveillée lors des prochaines campagnes.

**La présence de potassium à ces concentrations révèle une origine majoritairement naturelle, et ne constitue donc 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.

Le décret français 2001-1220 ainsi que la directive européenne de 1998 relative 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. L'illustration 23 ci-dessous présente les teneurs mesurées.

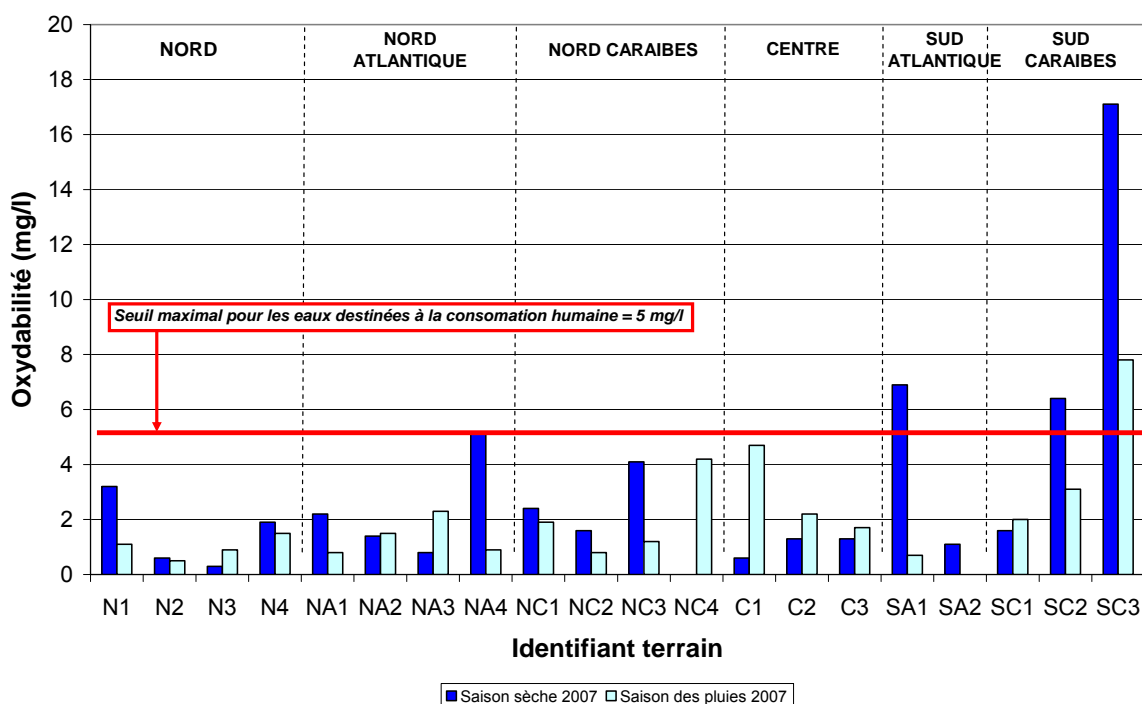


Illustration 23 : Oxydabilité des eaux du réseau mesurées en 2007 (en rouge, la limite maximale de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Décret n°2001-1220)

Les valeurs d'oxydabilité évoluent le plus souvent entre 2 et 4 mg/l. Ces valeurs ne sont que légèrement supérieures à celles attendues dans les eaux souterraines (plutôt < 1 mg/l). Il n'y aurait donc pas de problématique de pollution par les matières organiques sur ces stations.

En revanche, les stations NA4, SA1, SC2 et plus particulièrement SC3 montrent des teneurs plus importantes, signes d'accumulations importantes de matières organiques dans les milieux concernés. Les limites maximales autorisées pour l'AEP y ont été dépassées sur au moins une des deux campagnes réalisées en 2007.

La présence d'un animal en décomposition avait été relevée dans le forage de la station SA1 en saison sèche 2007. La chute, en saison des pluies 2007, du paramètre d'oxydabilité sur cette station semble ainsi révéler un retour à la normal.

L'influence d'effluents domestiques ou agricoles avait été évoquée pour la station SC3 lors de la campagne de saison sèche 2007 (Ollagnier, 2007). La nette diminution du paramètre d'oxydabilité observée en saison des pluies 2007 pourrait être attribuée à un effet de dilution (battement de la nappe dû à la recharge) ou à une diminution des intrants.

D'une manière générale, les autres stations du réseau présentant une évolution à la baisse du paramètre d'oxydabilité en saison des pluies peuvent être soumises à ce même type de raisonnement. Seul un suivi en continu de ce paramètre pourra permettre d'affiner la connaissance de son comportement au sein des aquifères.

Les stations C1, C2 et C3 montrent a contrario de nettes augmentations du paramètre d'oxydabilité en saison des pluies. Cette évolution devra être surveillée lors des prochaines campagnes afin de définir si elle est due à un simple phénomène saisonnier (battement de la nappe) ou à une augmentation des intrants polluants dans les aquifères concernés.

En saison des pluies 2007, seule la station SC3 présente une concentration supérieure au seuil de potabilité. Il ne semble donc pas y avoir pas de réelle problématique de pollution des masses d'eau par les matières organiques. 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, 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 24 ci-dessous présente les teneurs en carbone organique dissous détectées.

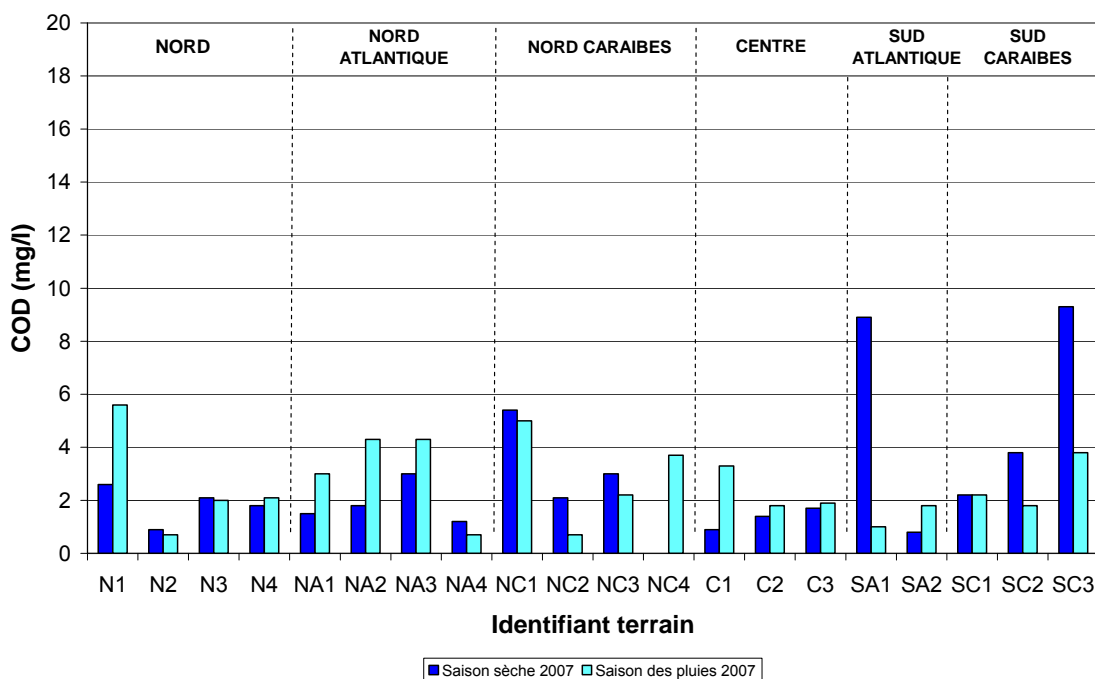


Illustration 24 : Histogramme des teneurs en Carbone Organique Dissous mesurées en 2007

Les deux sites SC3 et SA1 avaient les teneurs les plus fortes en COD (toutefois inférieures à 10 mg/l) en saison sèche 2007. On constate sur ces deux mêmes stations une nette diminution de la teneur en COD entre la saison sèche et la saison des pluies 2007. En effet, 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 diminution des teneurs en COD sur la station SC3 est également marquée mais aucun argument ne peut toutefois être avancé pour expliquer cet état de fait.

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

## 2.4. FER ET MANGANESE

La concentration des deux éléments fer total et manganèse total dans les eaux souterraines est largement influencée par le pH et le potentiel d'oxydoréduction du

milieu. Les résultats des analyses sont présentés simultanément pour le fer et le manganèse dans l'illustration 25.

Sur cette illustration, les seuils maximaux pour les eaux destinées à la consommation humaine sont présentés uniquement à titre indicatifs (décret n°2001-1220). La présence de fer et de manganèse dans les eaux souterraines à des concentrations supérieures à ces seuils n'est pas forcément révélatrice d'une pollution anthropique mais elle peut être issue d'un processus naturel lié aux contextes des aquifères à nappe captive. Des conditions réductrices et la présence de matière organique favorisent la réduction du fer et du manganèse qui passent d'une forme oxydée à une forme réduites ( $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Mn}^{2+}$ ).

Les stations concernées par les plus fortes concentrations sont les stations NA1, NA3, NC4, C1, C2 et SC3. Ces mêmes stations présentent en parallèle des concentrations en oxygène dissous inférieures à 2 mg/l. Les aquifères concernés par la présence importante de ces deux éléments présentent donc des contextes anoxiques et réducteurs, **ce qui souligne l'origine naturelle des concentrations mesurées.**

Les stations concernées par les plus fortes concentrations en manganèse le sont généralement également pour le fer. De plus, une augmentation des concentrations en manganèse s'accompagne généralement d'une augmentation des concentrations en fer (stations NA1, C1, SC3).

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. Les normes de qualité à employer dans le cadre de la DCE devront prendre en compte le caractère captif des nappes, et donc privilégier, pour ces deux éléments des seuils élevés.

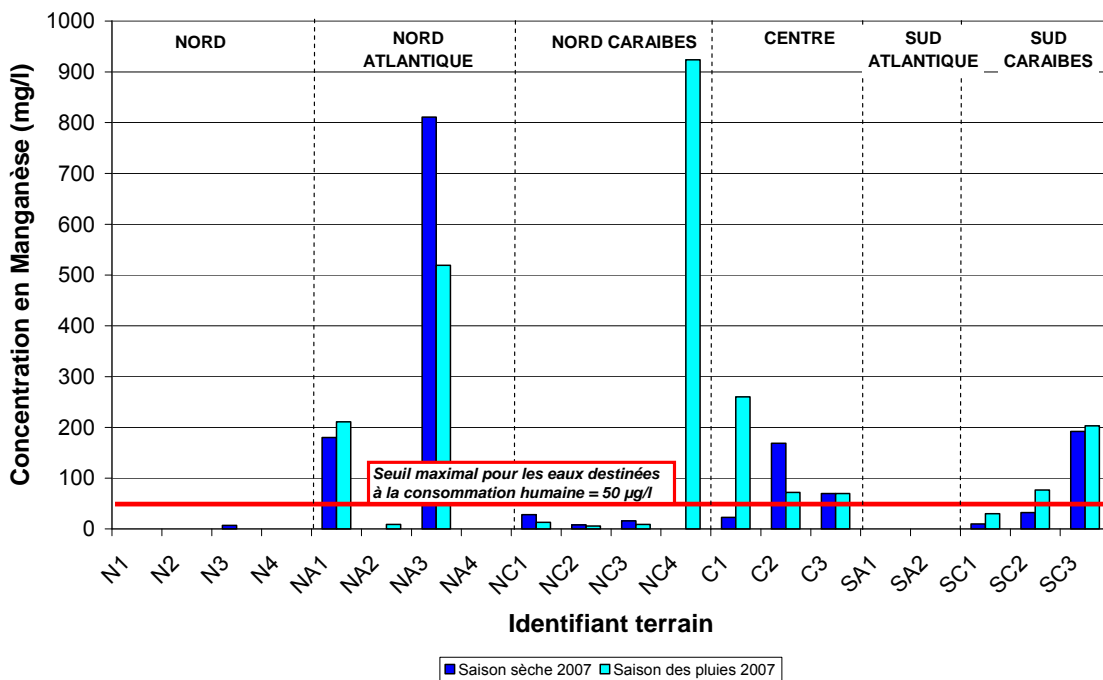
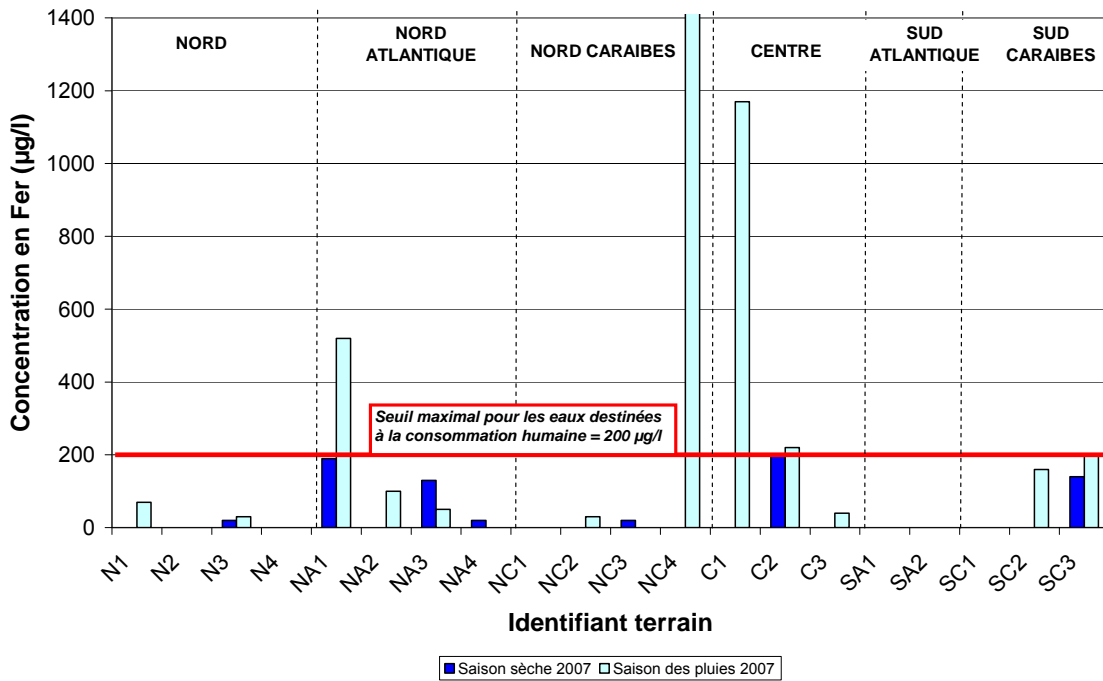


Illustration 25 : Tableau récapitulatif des plus fortes concentrations en fer mesurées en 2007 (en rouge, seuils maximum de 200 mg/l pour le fer et de 50 mg/l pour le manganèse pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220)

## 2.5. MINERALISATION ET SALINITE

### 2.5.1. Dureté totale

La dureté de l'eau est définie par le titre hydrotimétrique (TH), qui correspond à la présence de sels de calcium et de magnésium. Plus une eau est riche en calcium et en magnésium, plus elle est dite « dure ». Inversement, une eau pauvre en calcaire est dite « douce ». Ainsi, l'importance du calcium (calcaire) dans l'eau est le principal critère déterminant la dureté de l'eau.

La dureté de l'eau s'exprime par un indice, ou titre hydrotimétrique, TH, exprimé en degrés français (°F), chaque degré résultant du calcul suivant : 1 degré (°F) = 4 mg/l de calcium ou 2,43 mg/l de magnésium. Pour mémoire, il correspond également à une concentration de 10 mg/l de carbonates de calcium.

L'illustration 26 présente les résultats.

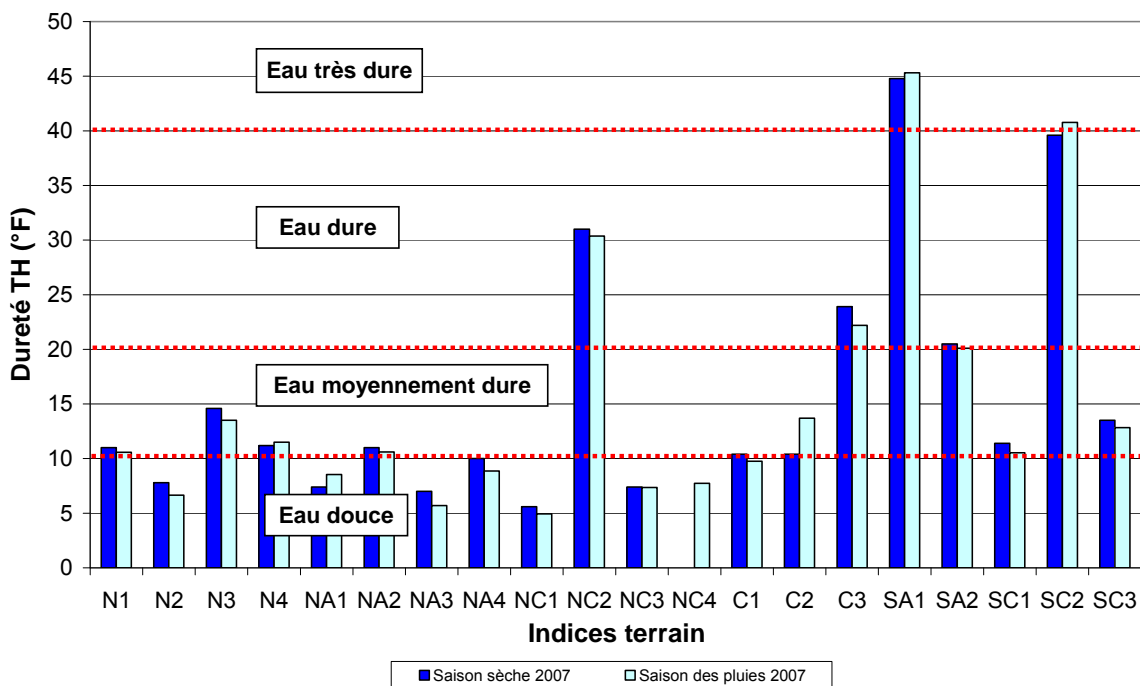


Illustration 26 : Histogramme des duretés mesurées sur le réseau de surveillance en 2007

La variabilité est très faible entre les deux campagnes de prélèvements. Sur les 20 sites du réseau, seules les stations SA1 et SC2 ont des eaux très dures. Plus de 75 % du réseau présente cependant une eau douce à moyennement dure.

## 2.5.2. Silicium (SiO<sub>2</sub>)

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). En conditions tropicales, l'altération des silicates s'accompagne d'une augmentation des concentrations en silice dans les eaux. L'illustration 27 montre en effet que les concentrations en silice mesurées sont comprises entre 10 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 SiO<sub>2</sub> que les eaux plus anciennes. Cet élément est donc, en l'absence de thermalisme, un bon indicateur des temps de résidence des eaux dans les systèmes aquifères.

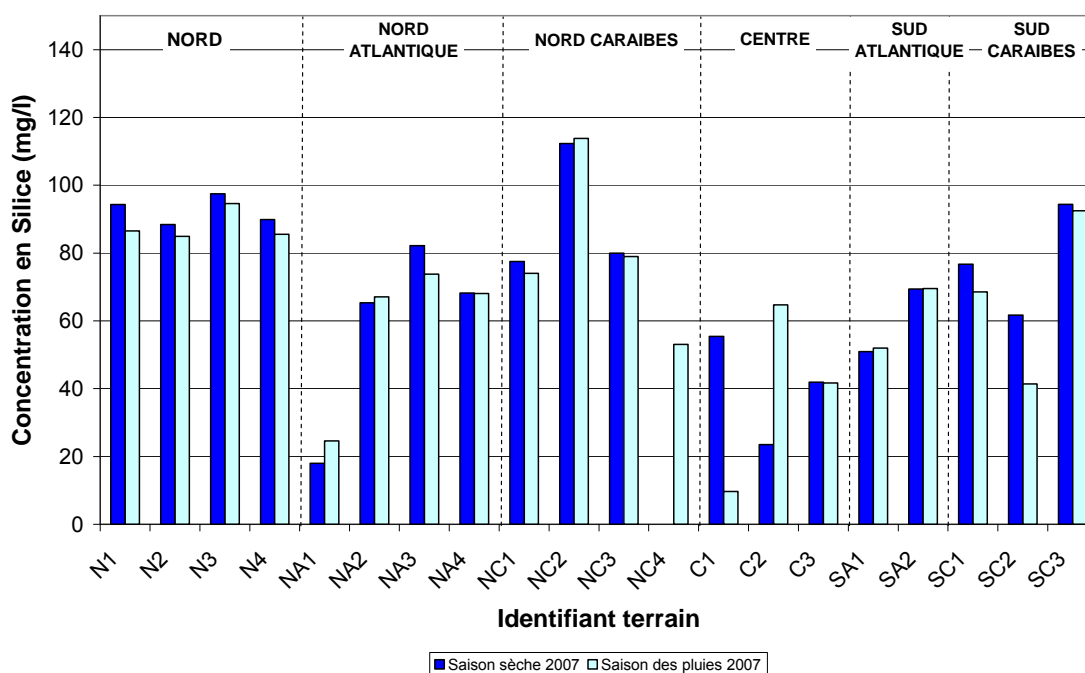


Illustration 27 : Histogramme des concentrations en silice mesurées en 2007

On ne constate pas d'évolution claire entre les analyses de saison sèche et celles de saison des pluies. Le lessivage des minéraux silicatés serait plus important en saison des pluies qu'en saison sèche, toutefois, leur solubilité, liée à d'autres paramètres physico-chimiques des eaux (pH, T°, etc.) influencerait d'avantage la concentration en silicates des eaux souterraines. Il faut noter que les plus fortes variations sont observées dans la masse d'eau Centre, avec une teneur en silice en très forte baisse pour la station C1 et en très forte hausse pour la station C2.



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

### **2.5.3. Fluorures (F<sup>-</sup>)**

L'ion fluorure est la forme ionique du fluor. Il trouve son origine dans la dissolution des minéraux fluorés. La solubilité des minéraux fluorés est largement influencée par le pH, de faibles valeurs de pH induisent en général une augmentation de la solubilité des minéraux et, in fine, une augmentation potentielle des concentrations en fluor dans les eaux souterraines.

Les résultats d'analyse sont présentés dans l'illustration 28 ci-dessous. Les concentrations mesurées, comprises entre 0,1 et 0,4 mg/l sont significatives mais restent inférieures aux concentrations généralement rencontrées dans la plupart des systèmes de socle où les concentrations peuvent atteindre plusieurs mg/l (Chery, 2006).

Par ailleurs, 7 sites ne montrent la présence de fluor en concentrations supérieurs à la limite de quantification (de 0,1 mg/l) qu'en saison des pluies. Le pH des stations N1, N3, NA4 et SA2 est en effet plus faible en saison des pluies 2007 qu'en saison sèche 2007 (Cf. 2.1.3). La diminution naturelle du pH entre les deux campagnes aurait eu une incidence sur la solubilité des minéraux fluorés de l'encaissant des aquifères concernés. L'apparition du fluor sur plusieurs stations en saison des pluies 2007 serait donc un processus naturel.

**Les concentrations en fluor sont toutes inférieures au seuil maximal de 1,5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine (décret n°2001-1220), ce qui laisse présager l'absence de problématique de concentrations en fluor sur le réseau DCE.**

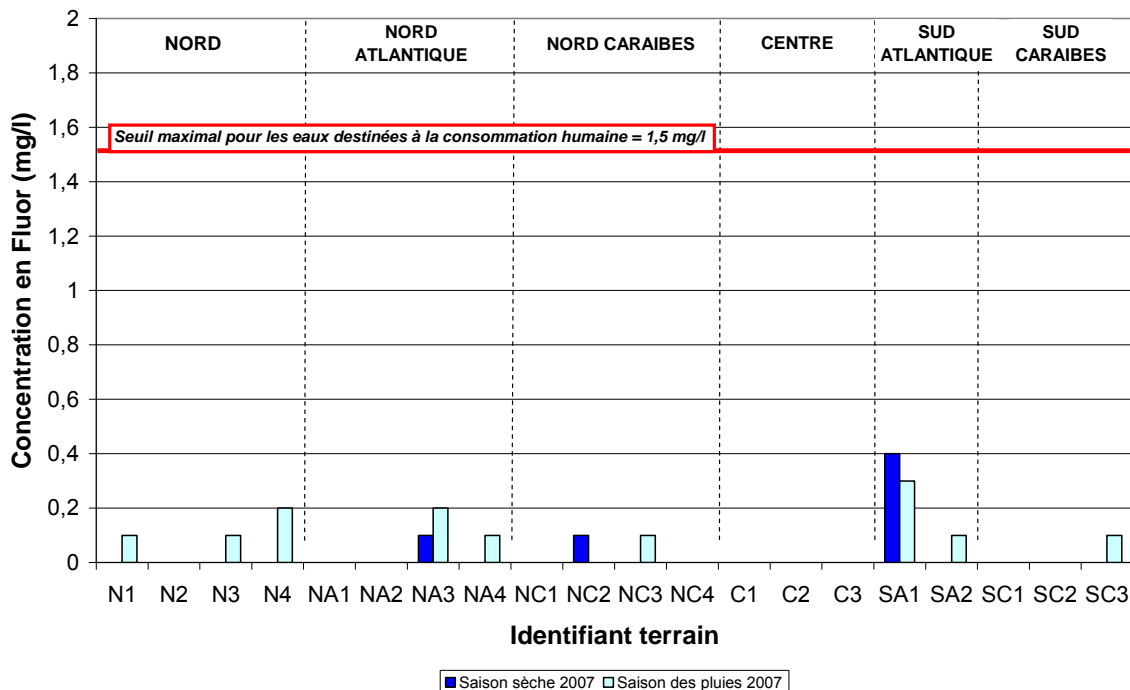


Illustration 28 : Histogramme des concentrations en fluor mesurées en 2007 (en rouge, le seuil maximum de 1.5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – décret n°2001-1220)

## 2.6. COMPOSES AZOTES

### 2.6.1. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

#### • 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 29 ci-dessous présente les teneurs en nitrates mesurées lors des deux campagnes d'analyses effectuées en 2007.

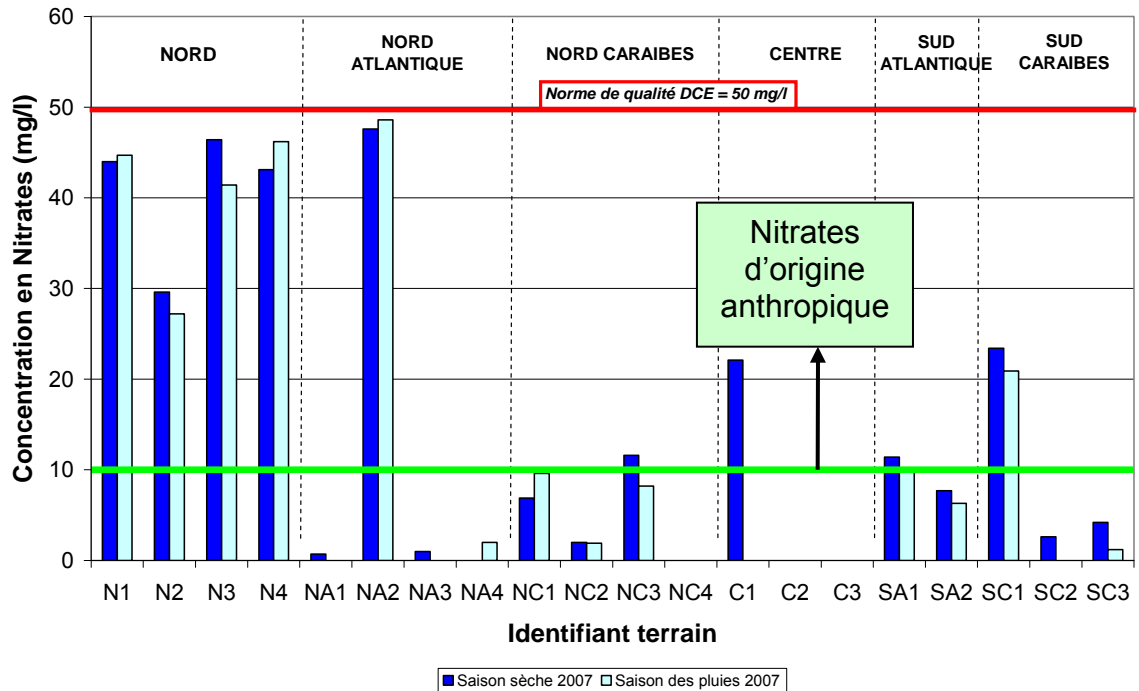


Illustration 29 : Histogramme des concentrations en nitrates mesurées en 2007 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)

Moins de 50% des eaux étudiées montre la présence de nitrates d'origine anthropique. Même si les eaux du Nord de l'île (masse d'eau Nord et la station NA2) présente des teneurs en nitrates proche de la limite de 50 mg/l, **aucune station du réseau ne dépasse toutefois cette norme de qualité fixée par la Directive Cadre** (limite rouge du graphique).

Cependant, une attention particulière doit être apportée sur le comportement à la hausse des concentrations observées sur les stations NA2, N4 (Cf. Illustration 30 ci-dessous), et dans une moindre mesure, NC3.

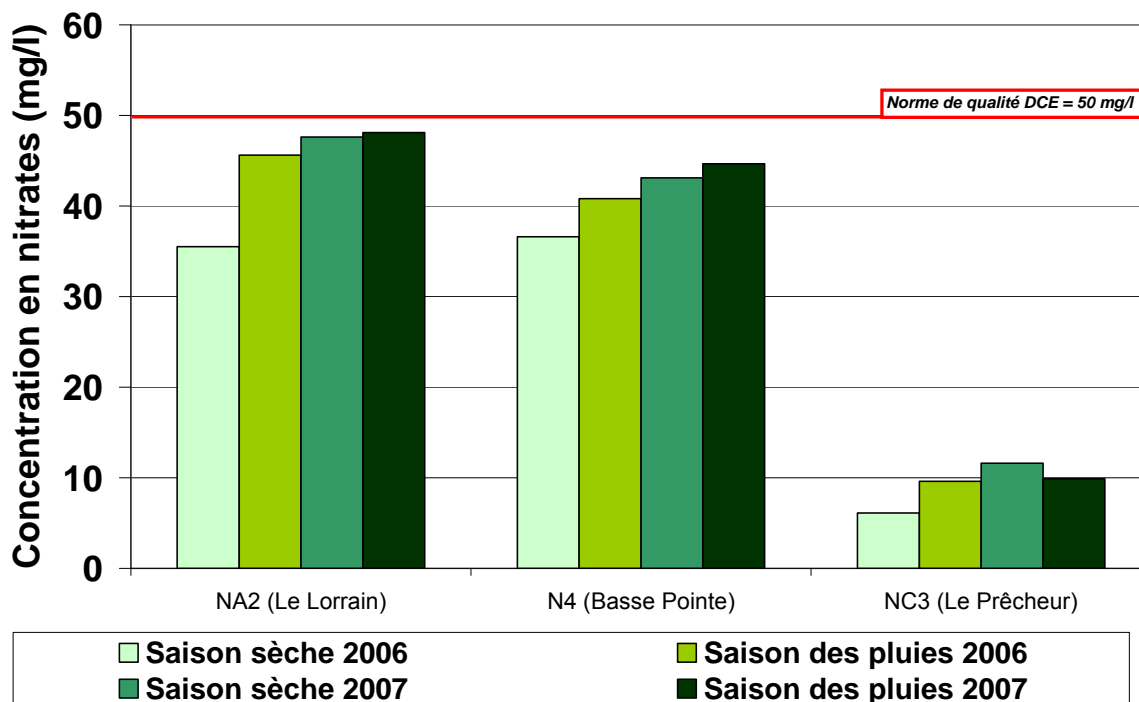


Illustration 30 : Evolution à la hausse des teneurs en nitrates sur 3 sites, depuis 2006 (en rouge, seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)

Depuis 2006, une évolution à la hausse des concentrations en nitrates avait été observée sur trois stations (NA2, N4 et NC3). La station NC3 située au Prêcheur dépassait alors le seuil de 10 mg/l traduisant une probable origine anthropique (à moduler toutefois puisque ce seuil n'est peut-être pas adapté au milieu tropical martiniquais). Cette station montre en saison des pluies 2007 une légère décroissance, qui sera toutefois à surveiller lors des prochaines campagnes de surveillance. Les stations NA2 et N4 sont cependant plus problématiques dans le sens où la dégradation se poursuit d'une manière continue à hauteur de quelques mg/l par an. potabilité

La proximité des concentrations mesurées au seuil DCE de 50 mg/l laisse présager un risque de dépassement de ce seuil à une échéance annuelle, d'autant plus en cas de fortes pluies qui entraîneraient un lessivage important des NO<sub>3</sub> stockés dans les sols.

#### • 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. Ce type de graphique est présenté dans l'illustration 31. 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).

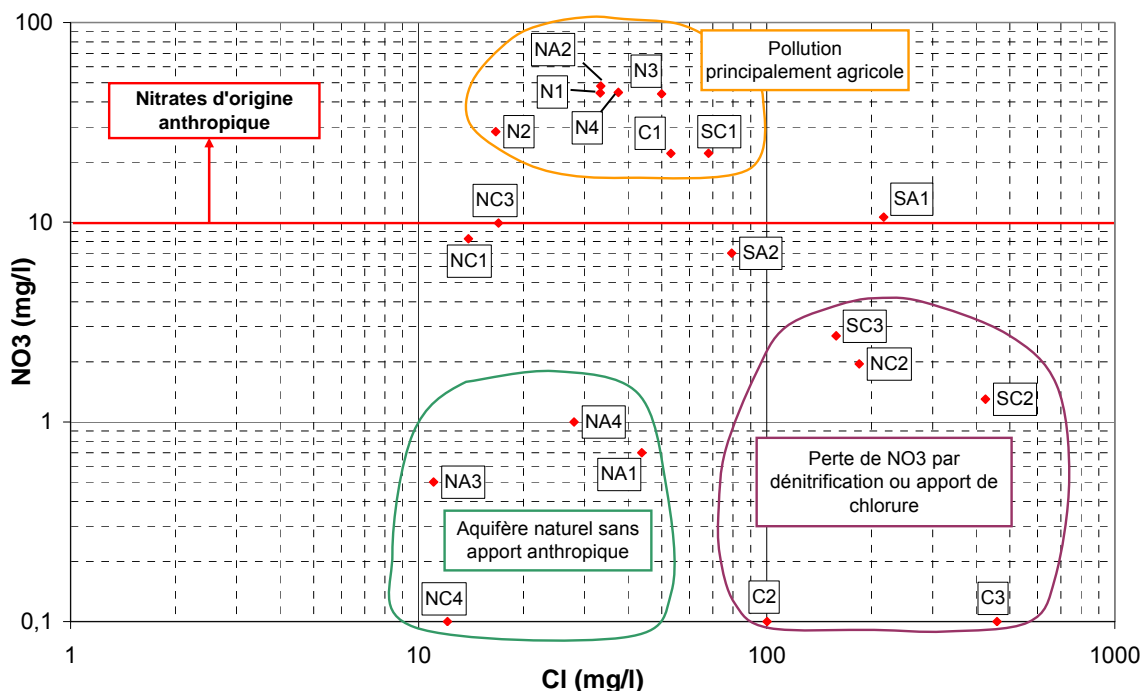


Illustration 31 : Diagramme nitrates versus chlorures (en mg/l) d'après les mesures effectuées en 2007 (N.B. : les points NC4, C2 et C3 ont des teneurs en nitrates inférieures à la limite de quantification égale à 0,5 mg/l)

Les fortes concentrations en nitrates d'origine anthropique sont corrélées avec de fortes concentrations en chlorures dans le cas d'apports majoritairement agricoles. 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.

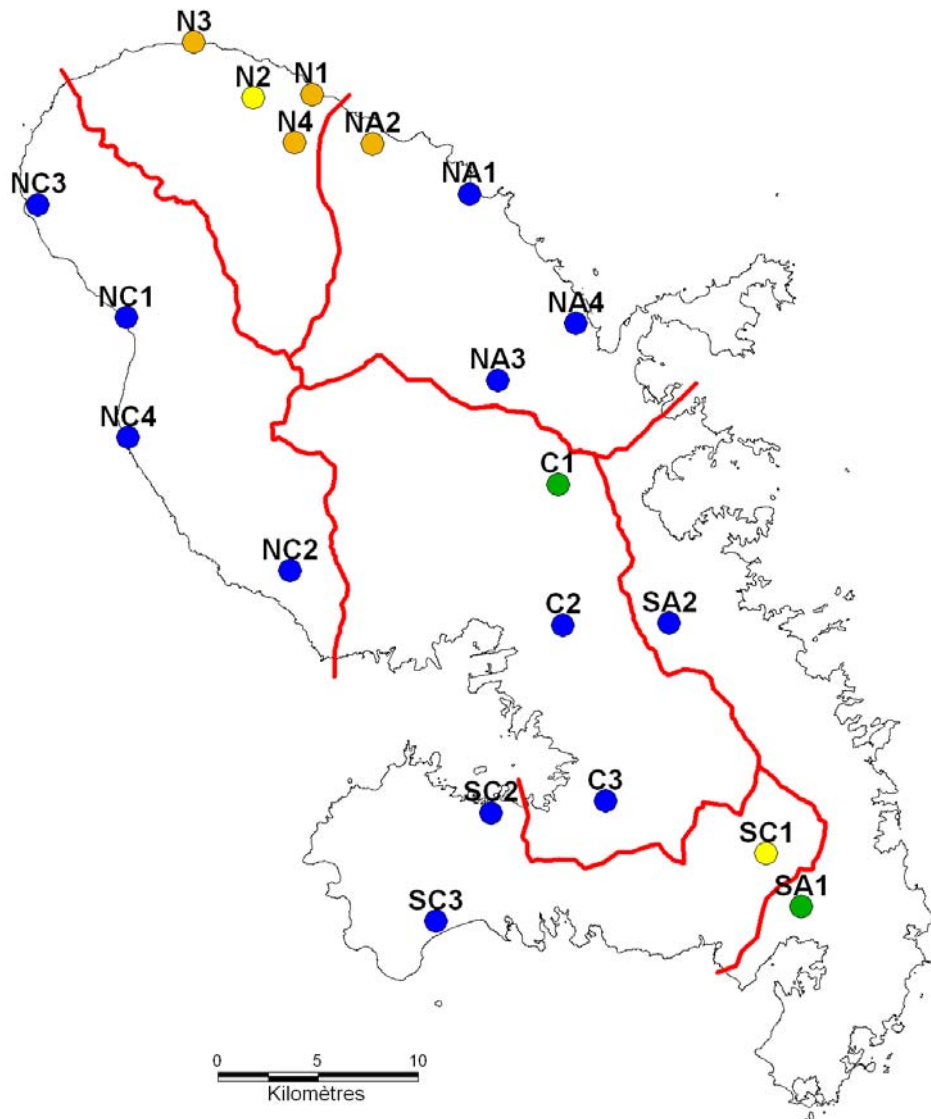
L'expérience montre que le processus de dénitrification s'accompagne généralement d'une hausse des concentrations en fer et en manganèse (indicateur de milieu réducteur), phénomène rencontré sur les stations C2, C3, SC2 et SC3 ; ceci peut appuyer l'hypothèse d'un processus de dénitrification sur ces stations.

#### • Etat patrimonial de la ressource

L'illustration 32 ci-dessous présente la moyenne des teneurs en nitrates enregistrées à l'issue des 2 campagnes de 2007. 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 à activité agricole importante.



**LEGENDE**

- 0 mg/l < [NO<sub>3</sub>] < 10 mg/l
- 10 mg/l < [NO<sub>3</sub>] < 20 mg/l
- 20 mg/l < [NO<sub>3</sub>] < 40 mg/l
- 40 mg/l < [NO<sub>3</sub>] < 50 mg/l
- 50 mg/l < [NO<sub>3</sub>]



Direction régionale de l'environnement  
MARTINIQUE



Illustration 32 : Carte des teneurs en nitrates mesurées en 2007 (moyenne saison sèche / saison des pluies 2007)

## 2.6.2. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

### • 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 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 construits) ou par réduction des nitrates.

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 33 ci-dessous.

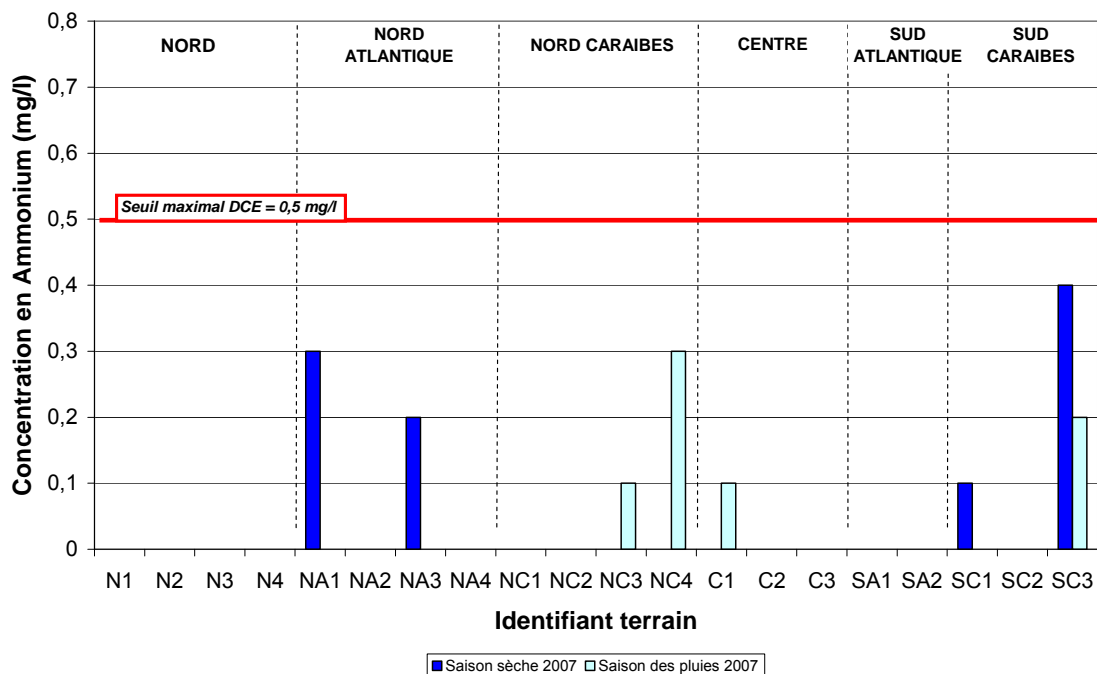


Illustration 33 : Histogramme des concentrations en ammonium mesurées en 2007



**Aucune station ne dépasse la valeur seuil DCE provisoire de 0,5 mg/l retenue au niveau national.** Certaines stations présentent toutefois des concentrations assez proches de ce seuil (stations NA1, NA3, NC4 et SC3).

La présence d'ammonium sur ces stations semble se corrélérer avec d'autres paramètres étudiés. En effet, ces 4 stations présentent toutes :

- des concentrations en oxygène dissous inférieures à 2 mg/l,
- des concentrations en Fer et Manganèse supérieures aux autres stations du réseau.

La combinaison de ces paramètres indique que les aquifères concernés sont susceptibles d'être le siège de processus de réduction des nitrates. Les concentrations en nitrates y sont d'ailleurs très faibles voire nulles.

Ce processus de réduction des nitrates pourrait alors expliquer la présence d'ammonium à des concentrations proches du seuil provisoire de 0,5 mg/l retenu au niveau national.

## 2.7. MICROPOLLUANTS MINÉRAUX

### 2.7.1. Méthodologie

Au total, 14 micropolluants minéraux ont été recherchés lors des deux campagnes de surveillance effectuées en 2007. Le tableau suivant les présente, accompagnés des limites de quantification du laboratoire, des seuils provisoires adoptés au niveau national dans le cadre de la DCE, et des concentrations maximales admissibles issues du Décret n°2001-1220 relative 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 (Décret n°2001-1220)
Aluminium (Al)	10 µg/l	-	200 µg/l
Antimoine (Sb)	5 µg/l	-	5 µg/l
Arsenic (As)	5 µg/l	10 µg/l	10 µg/l
Bore (B)	10 µg/l	-	1000 µg/l
Cadmium (Cd)	2 µg/l	-	5 µg/l
Chrome total (Cr)	5 µg/l	-	50 µg/l
Cuivre (Cu)	2 µg/l	-	2000 µg/l
Cyanures (CN)	0,01 mg/l	-	50 µg/l
Mercure (Hg)	0,05 µg/l	-	1 µg/l
Nickel (Ni)	5 µg/l	-	20 µg/l
Plomb (Pb)	2 µg/l	10 µg/l	10 µg/l
Sélénium (Se)	10 µg/l	-	10 µg/l
Strontium (Sr)	2 µg/l	-	-
Zinc (Zn)	5 µg/l	-	5000 µg/l

*Illustration 34 : Tableau de synthèse des micropolluants minéraux recherchés*

Parmi les 14 éléments recherchés, seuls l'arsenic et le plomb disposent de valeurs seuils provisoires conformes aux prescriptions de la DCE. Ces valeurs seuils provisoires ne prennent pas en compte l'influence du milieu géologique sur la composition chimique des aquifères. Ils sont par conséquent exploités à titre indicatifs, sans pouvoir déclasser les masses d'eau concernées (dans l'attente de la caractérisation du fond géochimique de Martinique prévue dans le courant de l'année 2008).

Pour les 10 autres éléments ne disposant pas de valeurs seuils provisoires, les normes AEP prescrites dans le Décret n°2001-1220 ont été employées. Ces seuils ne pourront toutefois pas déclasser les masses d'eau concernées.

*Nota : Il est utile de constater que les seuils provisoires adoptés au niveau national dans le cadre de la DCE pour l'arsenic et le plomb sont identiques aux seuils prescrits*

*pour l'AEP dans le Décret n°2001-1220. Ces seuils paraissent ainsi tout à fait indicatifs.*

## **2.7.2. Synthèse des micropolluants minéraux détectés en 2007**

Afin de mettre en évidence les résultats des deux campagnes effectuées en 2007, 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 42. 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**

Le tableau suivant présente la synthèse des micropolluants minéraux détectés en 2007 sur le réseau de surveillance de Martinique. La synthèse présente le nombre de masses d'eau concernées par la présence des éléments, le nom des masses d'eau concernées (Ex abrégées : NC => Nord Caraïbes), le nombre de stations concernées sur le réseau 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.

	Nombre de masses d'eau concernées	Masses d'eau concernées	Nombre de stations	Fréquence moyenne de détection sur l'île	Seuils provisoires DCE ou Normes CMA AEP	
					Dépassement	Masses d'eau concernées
<b>Bore</b>	6	Toutes	20	100%	non	-
<b>Strontium</b>	6	Toutes	20	100%	-	-
<b>Zinc</b>	6	Toutes	20	78%	non	-
<b>Cuivre</b>	5	N, NA, NC, C	9	45%	non	<b>N</b>
<b>Aluminium</b>	6	Toutes	11	32%	non	-
<b>Arsenic</b>	4	NA, NC, C, SC	5	29%	oui	<b>NA, NC, SC</b>
<b>Plomb</b>	1	SC	1	22%	non	-
<b>Sélénium</b>	2	C, SC	2	17%	oui	<b>C, SC</b>
<b>Antimoine</b>	1	NC	1	13%	oui	<b>NC</b>
<b>Chrome</b>	1	NC	1	13%	non	-
<b>Nickel</b>	1	NC	1	13%	non	-

Illustration 35 : Tableau de synthèse des micropolluants minéraux détectés sur le réseau

Parmi les 14 micropolluants minéraux recherchés au cours des deux campagnes réalisées en 2007, 11 éléments ont été retrouvés. Les éléments bore, strontium et zinc ont été détectés sur toutes les stations du réseau, et présentent des fréquences de détection proches voire égales à 100%. Les concentrations observées pour ces 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 autres éléments apparaissent sur moins de la moitié des stations du réseau, avec des fréquences de détections inférieures à 50 %. Ces autres éléments peuvent être présents sous forme naturelle mais également anthropique.

Les éléments cuivre, arsenic, sélénium et antimoine présentent un voire plusieurs dépassements des seuils employés. Ces dépassements concernent toutes les masses d'eau, hormis la masse d'eau Sud Atlantique, exempte d'anomalie particulière.

**Parmi les éléments dépassant les normes, le cuivre est connu pour être d'origine anthropique dès lors que sa concentration dépasse quelques µg/l. L'arsenic en revanche, peut atteindre naturellement plusieurs dizaines de µg/l dans les eaux souterraines. Le sélénium, naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines peut cependant atteindre naturellement quelques dizaines de µg/l. Des teneurs en antimoine supérieures à 1 µg/l sont très rares, hormis dans des contextes où règnent une activité hydrothermale importante.**

• **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 nombre de stations de la masse d'eau détectées positives pour ces éléments en 2007,
- la fréquence de détection résultante de l'élément au sein de la masse d'eau,
- les concentrations minimum, maximum et moyenne de chaque élément détecté au cours des deux campagnes réalisées en 2007.

• **Masse d'eau Nord**

L'illustration 36 ci-dessous présente les éléments détectés sur les stations de la masse d'eau Nord.

Masse d'eau	Elément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Nbr stations détectés positives	Fréquence de détection	C (µg/l)		
						min	max	moy
NORD	Cuivre	2000		3	50%	3	387	111
	Strontium	-		4	100%	63	161	118
	Bore	1000		4	100%	23	34	32
	Aluminium	200		2	38%	21	63	37
	Zinc	5000		4	75%	7	22	13

Illustration 36 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Nord (2007)

La masse d'eau Nord montre la présence de 5 éléments parmi les 12 recherchés.

Parmi les analyses effectuées, l'élément cuivre a été retrouvé à une forte concentration sur la station N4. D'une manière générale, des concentrations supérieures à quelques µg/l traduisent une origine anthropique. Sur la masse d'eau Nord, le cuivre a atteint des concentrations de 387 et 50 µg/l sur la station N4. Ces concentrations dépassent les fonds géochimiques attendus pour cet élément, mais restent en-dessous des concentrations maximales admissibles pour les eaux destinées à la consommation humaine (Directives 98/83/CE). Une pollution ponctuelle n'est ainsi pas exclue sur la station N4.

Les concentrations en cuivre mesurées sur les autres stations de la masse d'eau sont toutes inférieures à 10 µg/l, ainsi d'avantages comparables au fond géochimique.

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**

L'illustration 37 ci-après présente les éléments détectés sur les stations de la masse d'eau Nord Atlantique. Parmi les analyses effectuées en 2007 sur cette masse d'eau, l'arsenic est le seul élément à présenter des concentrations supérieures aux valeurs seuils provisoires fixée par la DCE. Cette présence d'arsenic s'observe toutefois sur une seule station (NA1). Cependant, la présence d'arsenic dans les eaux souterraines à des concentrations de plusieurs dizaines de µg/l reste fréquente (fond géochimique). 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. Une participation anthropique des apports en bore sur cette station ne peuvent être exclus (ex : bore contenu dans les lessives).

Masse d'eau	Elément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Nbr stations détectés positives	Fréquence de détection	C (µg/l)		
						min	max	moy
NORD ATLANTIQUE	Cuivre	2000		2	38%	2	6	3.66
	Plomb	10	10 µg/l	1	13%	3		
	Strontium	-		4	100%	49	200	106
	Zinc	5000		4	75%	8	27	14
	Aluminium	200		1	13%	89		
	Arsenic	10	10 µg/l	1	25%	22	33	27
	Bore	1000		4	100%	20	787	187

Illustration 37 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Nord Atlantique (2007)

• **Masse d'eau Nord Caraïbes**

La masse d'eau Nord Caraïbes montre la présence d'antimoine (station NC1) et d'arsenic (stations NC2 et NC4) à des concentrations notables. La présence d'antimoine à une concentration de 24 µg/l en saison sèche 2007 sur la station NC1 (commune de St Pierre) pourrait être d'origine naturelle compte tenu de l'activité hydrothermale probable du secteur. Toutefois, en l'absence de données supplémentaires sur le fond géochimique, une origine anthropique ne peut être exclue. De plus, cet élément n'a plus été retrouvé sur ce site en saison des pluies 2007.

L'élément antimoine pourrait faire l'objet d'un suivi spécifique sur la station NC1 dans le cadre du contrôle opérationnel, même s'il n'a plus été décelé sur ce site en saison des pluies 2007.

Masse d'eau	Élément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Nbr stations détectés positives	Fréquence de détection	C (µg/l)		
						min	max	moy
NORD CARAÏBES	Chrome	50		1	13%	5		
	Cuivre	2000		3	63%	2	11	5
	Strontium	-		4	100%	41	263	122
	Zinc	5000		4	100%	18	72	41
	Antimoine	5		1	13%	24		
	Nickel	20		1	13%	15		
	Aluminium	200		3	50%	16	39	92
	Arsenic	10		2	38%	7	11	9
Bore	1000		4	100%	29	155	70	

Illustration 38 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Nord Caraïbes

#### • Masse d'eau Centre

La masse d'eau Centre montre la présence de sélénium à une concentration légèrement supérieure aux concentrations maximales admissibles pour l'AEP. Le sélénium a été détecté sur une seule station (C3) et uniquement lors de la campagne de saison des pluies 2007. Cet élément sur la masse d'eau Centre pourrait provenir éventuellement d'apport d'intrant de type fertilisant. Sa présence à une concentration aussi faible ne nécessite pas à première vue la mise en place d'un suivi particulier.

Masse d'eau	Élément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Nbr stations détectés positives	Fréquence de détection	C (µg/l)		
						min	max	moy
CENTRE	Cuivre	2000		2	33%	2	14	8
	Strontium	-		3	100%	47	146	91
	Zinc	5000		2	67%	4	37	15
	Selenium	10		1	17%	16		
	Aluminium	200		2	33%	20	33	26
	Arsenic	10		1	33%	8		
	Bore	1000		3	100%	12	483	188

Illustration 39 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Centre

#### • Masse d'eau Sud Atlantique

La masse d'eau Sud Atlantique présente en Martinique le nombre le plus restreint de micropolluants minéraux. Les éléments les plus communs tels que le strontium, le zinc

et le bore y sont bien représentés, dans des concentrations toutefois caractéristiques d'une origine naturelle.

Masse d'eau	Elément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Nbr stations détectés positives	Fréquence de détection	C (µg/l)		
						min	max	moy
SUD ATLANTIQUE	Strontium	-		2	100%	74	744	401
	Aluminium	200		1	25%	13		
	Zinc	5000		2	75%	7	9	7
	Bore	1000		2	100%	53	78	64

Illustration 40 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Sud Atlantique

#### • Masse d'eau Sud Caraïbes

La masse d'eau Sud Caraïbes a montré en 2007 la présence d'arsenic sur une station (SC2). L'arsenic n'y a été détecté qu'en saison des pluies, et à une concentration très proche du seuil provisoire fixé par la DCE. Sa présence est probablement d'origine naturelle.

Masse d'eau	Elément	CMA eau potable (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Nbr stations détectés positives	Fréquence de détection	C (µg/l)		
						min	max	moy
SUD CARAÏBES	Cuivre	2000		2	50%	2	5	3
	Plomb	10	10 µg/l	1	33%	2	3	2.5
	Strontium	-		3	100%	83	788	318
	Zinc	5000		3	83%	21	37	26
	Selenium	10		1	17%	13		
	Bore	1000		3	100%	42	358	148
	Aluminium	200		2	33%	12	34	23
	Arsenic	10	10 µg/l	1	17%	14		

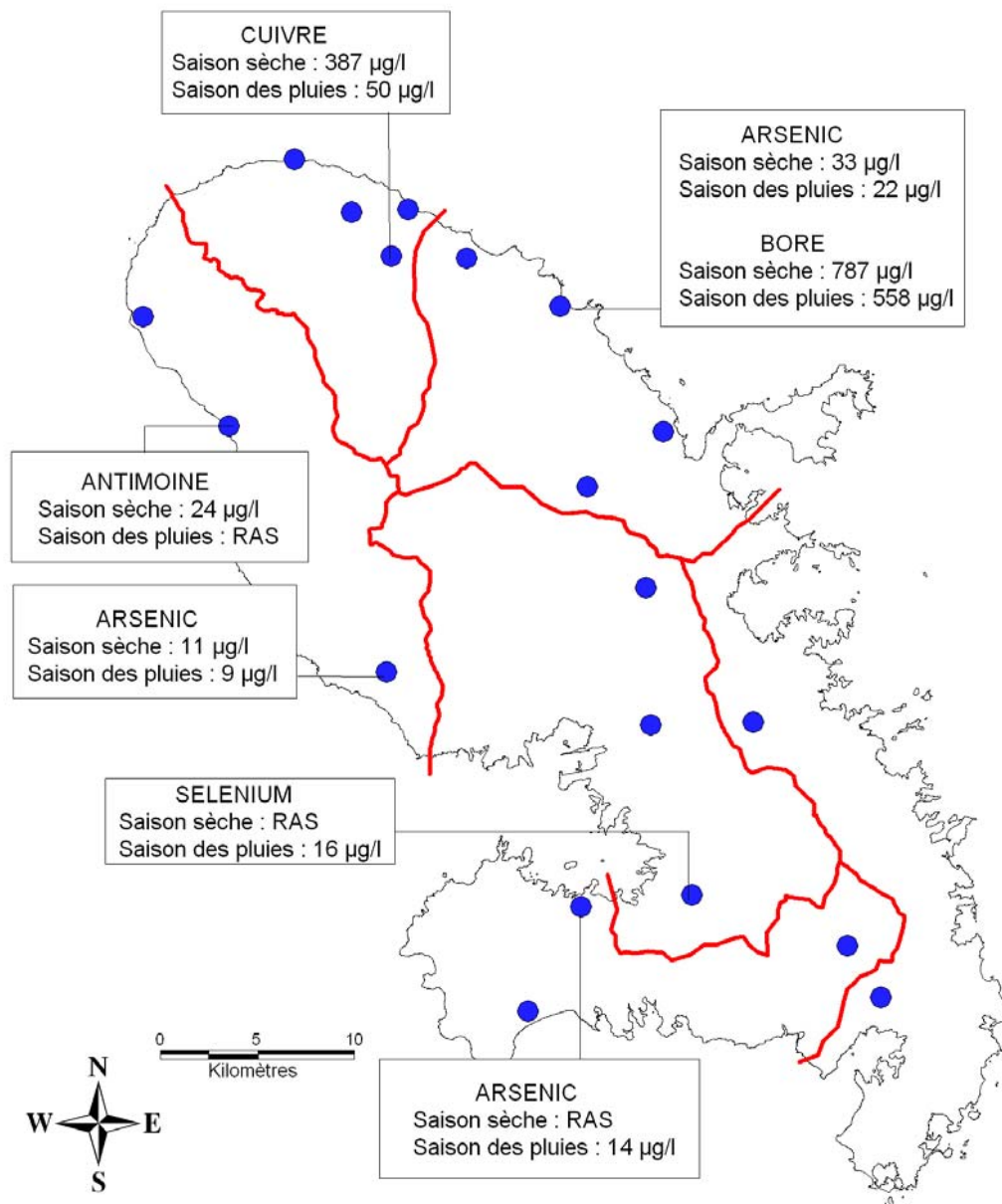
Illustration 41 : Micropolluants minéraux – masse d'eau Sud Caraïbes

### 2.7.3. Synthèse

Parmi les 12 micropolluants minéraux recherchés au cours des deux campagnes réalisées en 2007, l'arsenic, le cuivre, l'antimoine et le sélénium devraient faire l'objet d'un suivi spécifique lorsque des données concernant le fond géochimique seront disponibles. L'illustration 42 présente les masses d'eau et les stations concernées, avec les indications sur les mesures effectuées en 2007.



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. **Les résultats semblent montrer toutefois l'absence de contamination majeure des aquifères par des micropolluants minéraux.**



**LEGENDE**

Classification des sites (seuils : Directive 98/83/CE)

- Eléments remarquables
- Limites de masses d'eau

Les lettres font référence aux indices de terrain du tableau de synthèse des ouvrages du réseau



Direction régionale de l'environnement  
MARTINIQUE



Illustration 42 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux retrouvés dans les eaux souterraines en 2007

## 2.8. PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Au total, une liste de 142 molécules phytosanitaires a été dressée en concertation entre la DIREN et la DAF/SPV. Ces 142 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 (Décret n°2001-1220) 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

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

• **Basse Pointe – Chalvet (N1)**

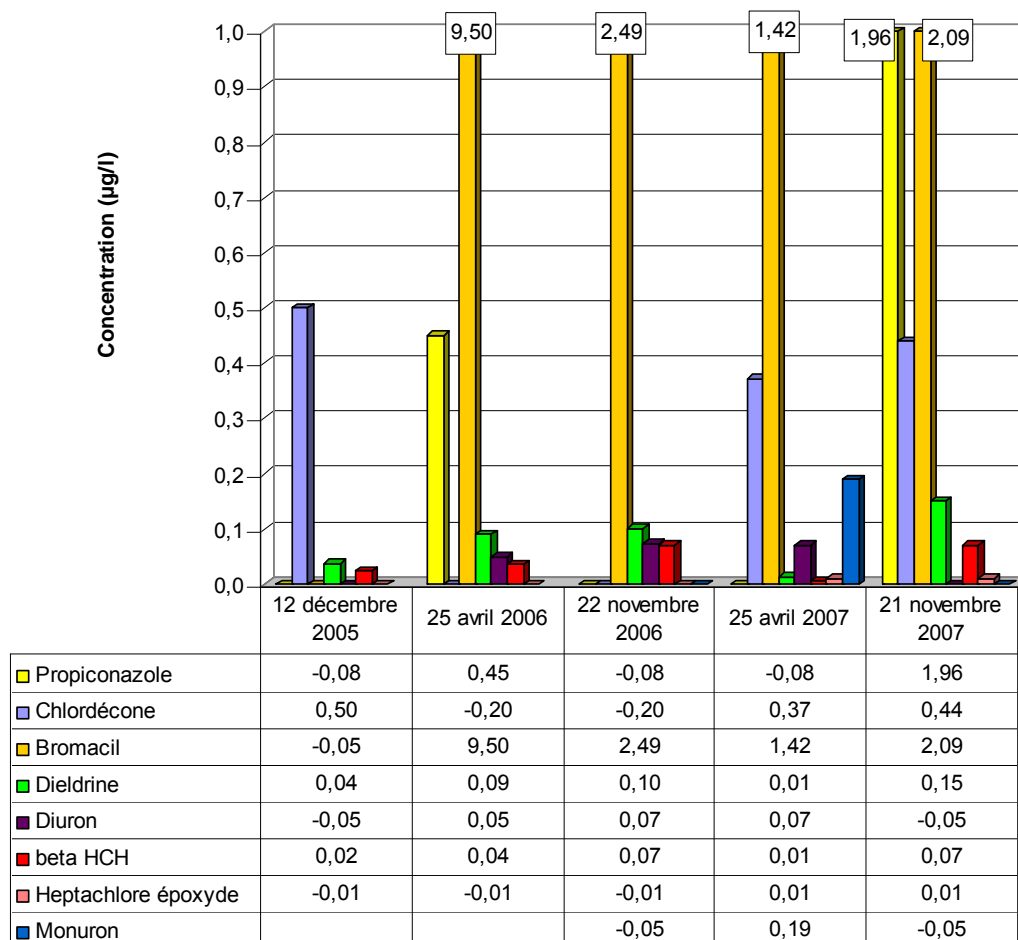


Illustration 43 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Chalvet.

Le site de Basse Pointe –Chalvet est situé dans le secteur Nord de l'île. Au cours de la campagne saison sèche 2007, 7 molécules y avaient été détectées dont **le Diuron** et un herbicide nouvellement retrouvé, **le Monuron**. Ces derniers n'ont ensuite plus été détectés lors de la campagne de saison des pluies 2007.

**Le Bromacil**, détecté depuis la saison sèche 2006 avec de fortes teneurs mais qui présentaient une nette tendance à la baisse depuis 3 campagnes, semble se stabiliser autour de 2 µg/l (à confirmer lors des prochaines campagnes de prélèvements).

Au contraire, **La Chlordécone** et **la Dieldrine** ont de nouveau été détectées à des teneurs plus élevées (respectivement 0,44 et 0,15 µg/l) que celles de la campagne de saison sèche 2007 (teneur maximale jamais rencontrée pour la Dieldrine).

**Le Propiconazole**, qui avait été quantifié en avril 2006 et ne l'était plus par la suite, a de nouveau été détecté à une teneur record pour le site de 1,96 µg/l. Cette évolution récente devra faire l'objet d'une attention particulière lors des prochaines campagnes.

Enfin, **le beta HCH** et **l'Heptachlore époxyde** ont été détectés à des concentrations proches des limites de quantification.

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

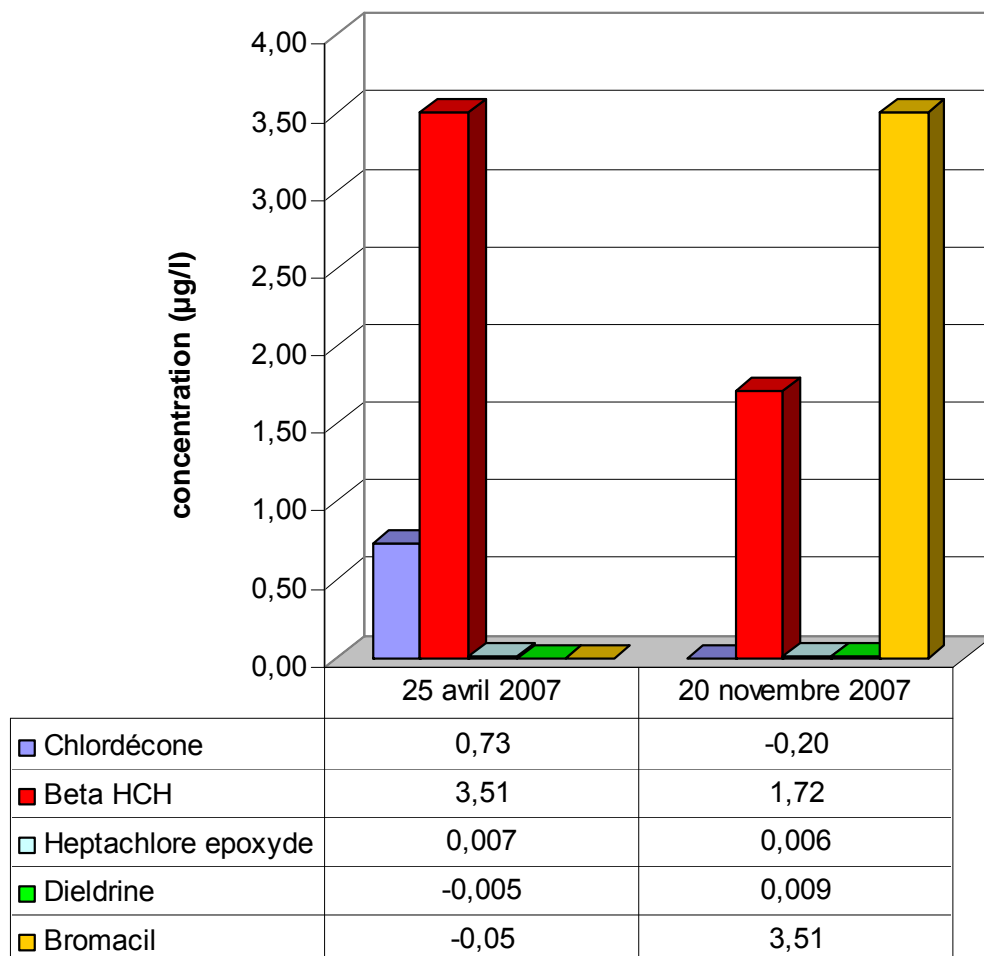


Illustration 44 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Source Socco Gradis

La première campagne d'analyses effectuée en avril 2007 sur la source Socco Gradis, située dans le secteur Nord de l'île, avait montré la présence de **Chlordécone** et de **beta HCH**, à des concentrations très importantes, et dans une moindre mesure d'**Heptachlore époxyde**.

Les analyses issues de la campagne de novembre 2007 ont montré une nette tendance à la baisse pour ces molécules, qu'il sera intéressant de suivre lors des prochaines campagnes. En effet, en plus de la baisse significative du beta HCH (de 3,51 à 1,72 µg/l), la Chlordécone n'a plus été détectée en novembre 2007. L'Heptachlore époxyde et un nouveau produit, **la Dieldrine**, ont été décelé, mais à des valeurs toutefois très proches de la limite de quantification.

A contrario, les dernières analyses ont détecté une forte teneur en **Bromacil** (3,51 µg/l) qu'il faudra surveiller lors des prochaines campagnes.

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

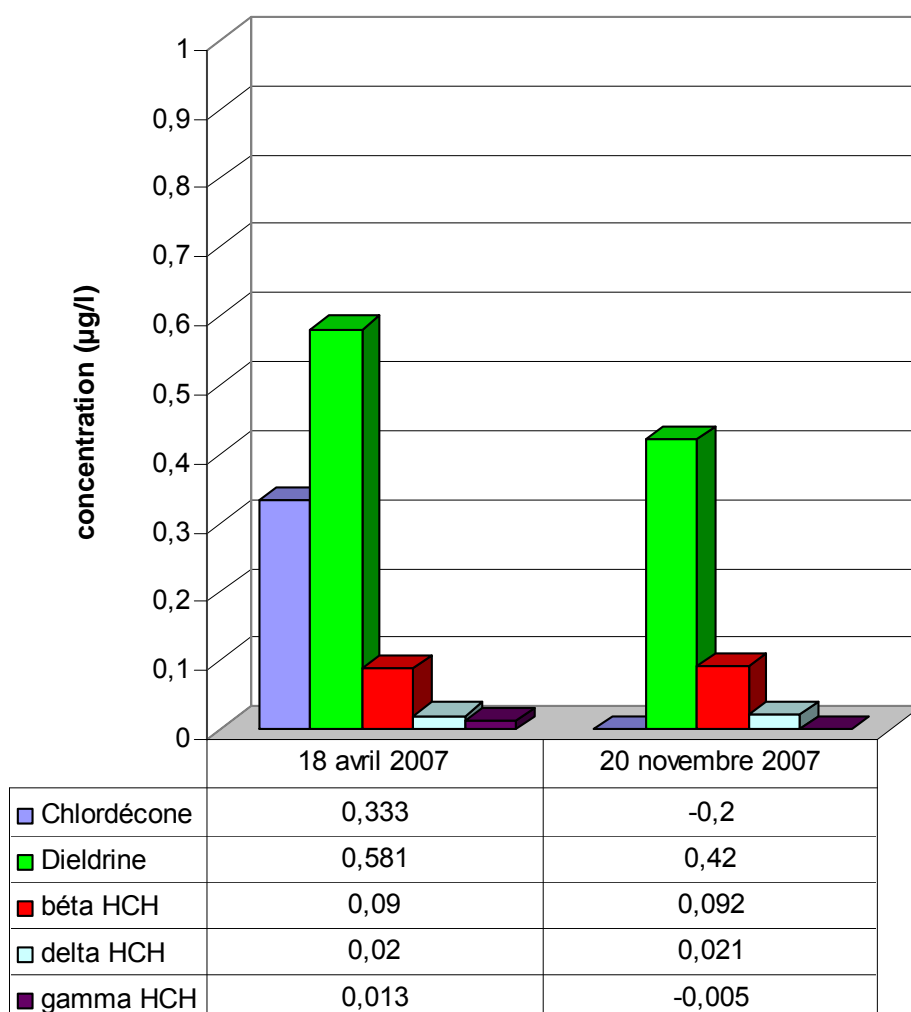


Illustration 45 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Macouba – Source Grande Plage

La source Nord plage est située sur la commune de Macouba, dans le Nord de l'île. Les analyses n'ont débuté qu'en 2007. En avril 2007, 5 molécules y avaient été détectées avec notamment la **Chlordécone** et la **Dieldrine**, à des concentrations respectives de 0,33 et 0,58 µg/l. Les **beta**, **delta** et **gamma HCH** avaient été également détectés.

Concernant la campagne de novembre 2007, une tendance à la baisse est perceptible. En effet, la Chlordécone et le gamma HCH n'ont plus été détectés et la Dieldrine présente une diminution de sa concentration (de 0,58 à 0,42 µg/l). Les prochaines campagnes permettront de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'une baisse des concentrations en produits phytosanitaires.

A noter la stabilité de beta et delta HCH au cours des deux campagnes.

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

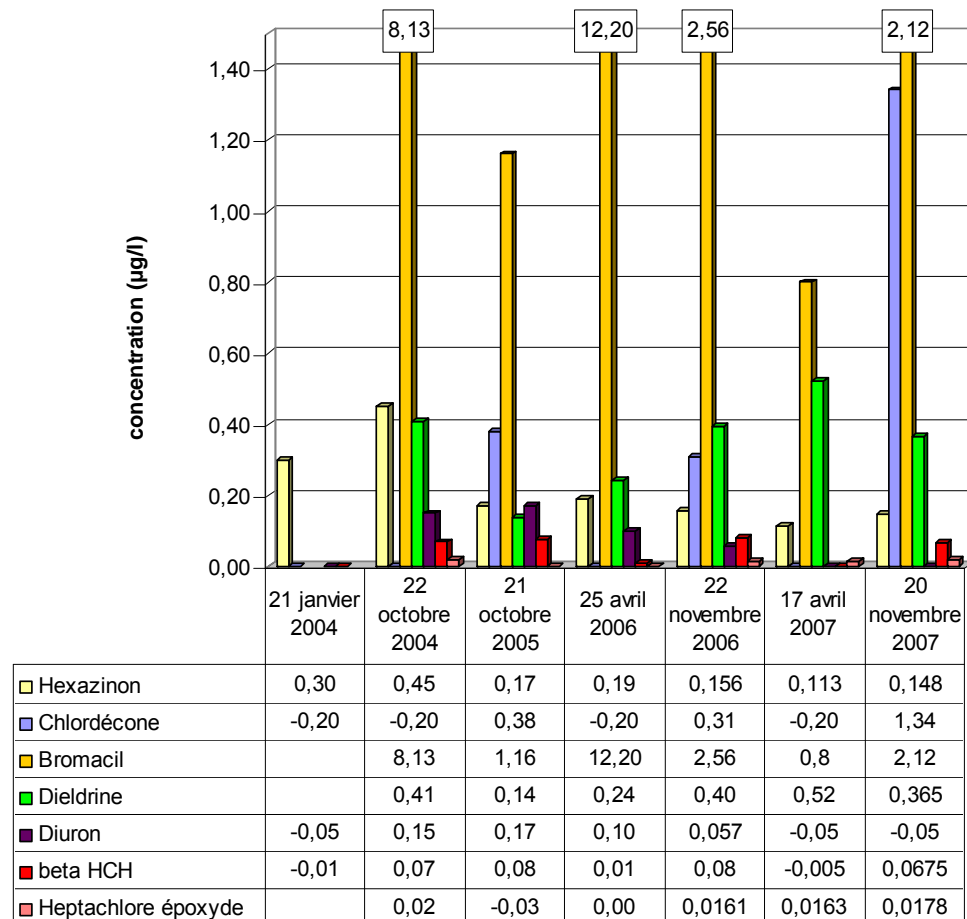


Illustration 46 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Rivière Falaise

Le site de Rivière Falaise est situé sur la commune de Basse Pointe, dans le Nord de l'île. Au cours des 7 campagnes de recherches de produits phytosanitaires, de nombreuses molécules y ont été détectées.

La campagne de saison sèche 2007 avait montré notamment la présence d'**Hexazinone**, de **Dieldrine** et d'**Heptachlore époxyde**. Les valeurs rencontrées pour ces 3 molécules, lors de la campagne de saison des pluies 2007, restent dans les mêmes ordres de grandeur.

**Le Bromacil**, qui semblait présenter depuis le mois d'octobre 2004 une nette tendance à la baisse, a été de nouveau détecté en novembre 2007 à une concentration de 2,12 µg/l, très proche de celle enregistrée un an plus tôt (novembre 2006). Cette apparente stabilisation devra être surveillée lors des prochaines analyses en 2008.

Pour l'ensemble de ces molécules, il est cependant toujours délicat de définir leur évolution.

De plus, **la Chlordécone** et **le beta HCH**, qui n'avaient plus été détectées en avril 2007, font de nouveau leur réapparition. La Chlordécone atteint même le taux record, pour le site, de 1,34 µg/l. Cette évolution récente devra être surveillée lors des prochaines analyses.

- **Marigot – Anse Charpentier (NA1)**

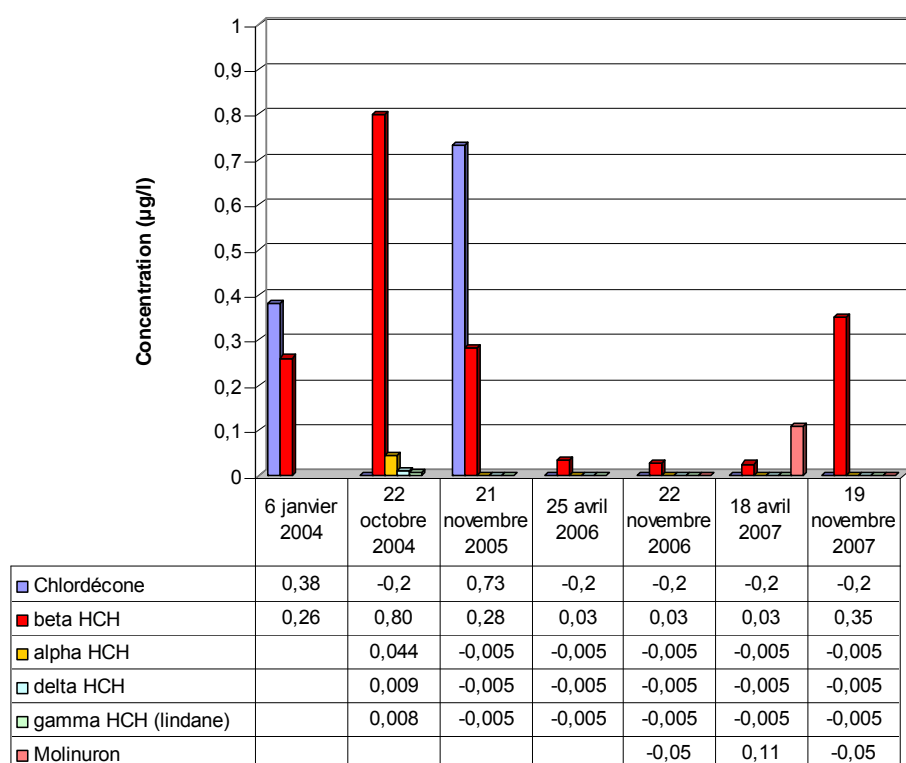


Illustration 47 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Marigot – Anse Charpentier



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, après avoir constaté en 2006 une baisse sensible de la quantité de produits phytosanitaires détectés sur ce site, on remarque leur réapparition en 2007, à des teneurs cependant bien inférieures à celles enregistrées en 2004/2005.

**Le Monolinuron** (herbicide recherché seulement depuis 3 campagnes), détecté à une teneur de 0,11 µg/l en avril 2007, n'a plus été détecté en novembre 2007.

Seul **le beta HCH** a de nouveau été détecté, avec la 2<sup>ème</sup> plus forte teneur jamais enregistrée depuis janvier 2004 (0,35 µg/l).

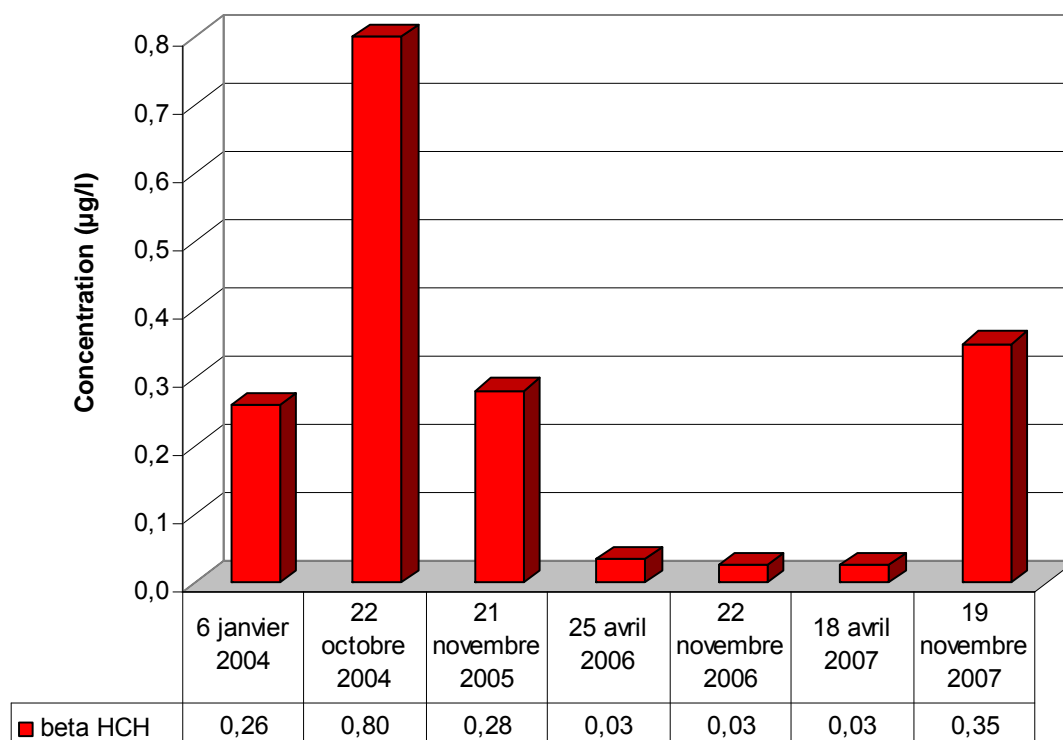
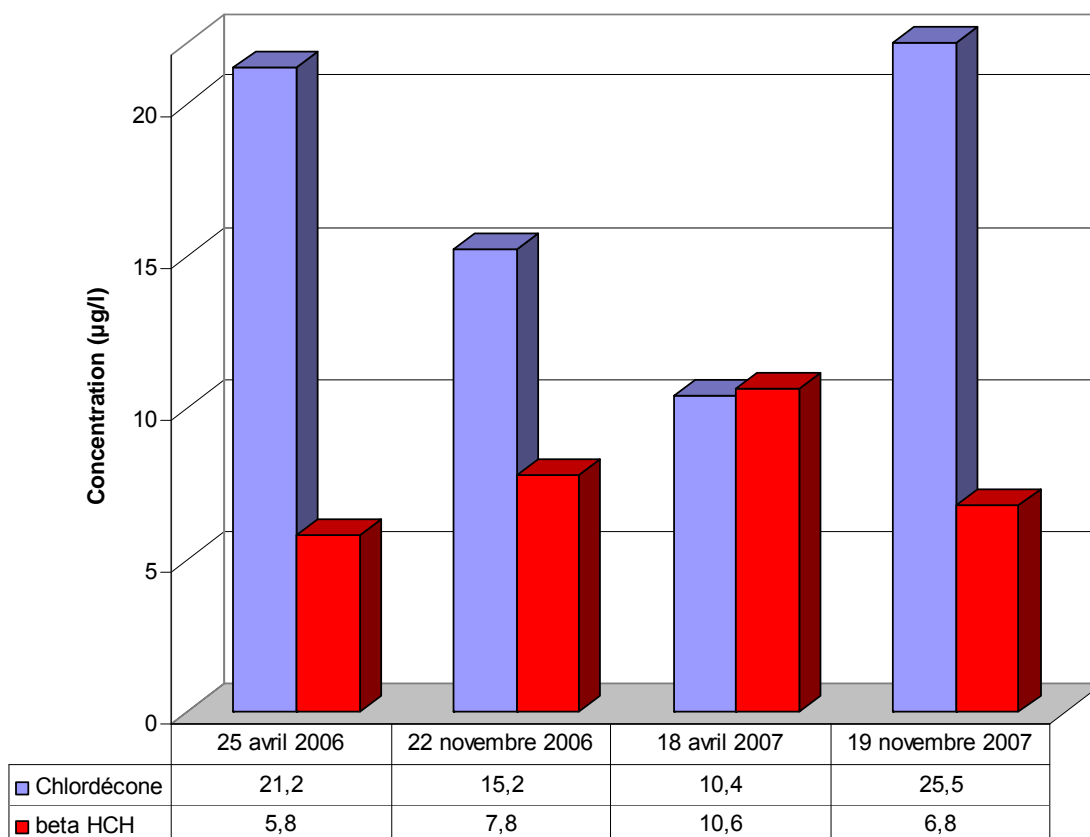


Illustration 48 : Evolution de la concentration (µg/l) en Beta HCH sur le site de Marigot – Anse Charpentier

La tendance à la baisse qui était constatée depuis novembre 2005 pour ce produit n'est désormais plus constatée et cette nouvelle évolution devra faire l'objet d'une attention particulière lors des prochaines campagnes.

• **Le Lorrain – Fond Brûlé (NA2)**



*Illustration 49 : Evolution des concentrations (µg/l) en Chlordécone et Béta 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. Au cours des quatre dernières campagnes, la **Chlordécone** et le **beta HCH** ont été détectés à des teneurs très importantes (plusieurs µg/l). Les hypothèses concernant des tendances globales à la hausse pour le beta HCH et à la baisse pour la Chlordécone sont désormais compromises par les résultats de la campagne de novembre 2007. En effet, la Chlordécone a enregistré une teneur record de 25,5 µg/l alors que le beta HCH est passé de 10,6 µg/l en avril 2007 à 6,8 µg/l en novembre 2007. Il semble donc encore assez difficile de caractériser une tendance pour ces 2 molécules.

La **Dieldrine** et, dernièrement l'**AMPA**, apparaissent à des concentrations bien inférieures (toutefois au-dessus de la norme DCE pour l'AMPA avec 0,46 µg/l).

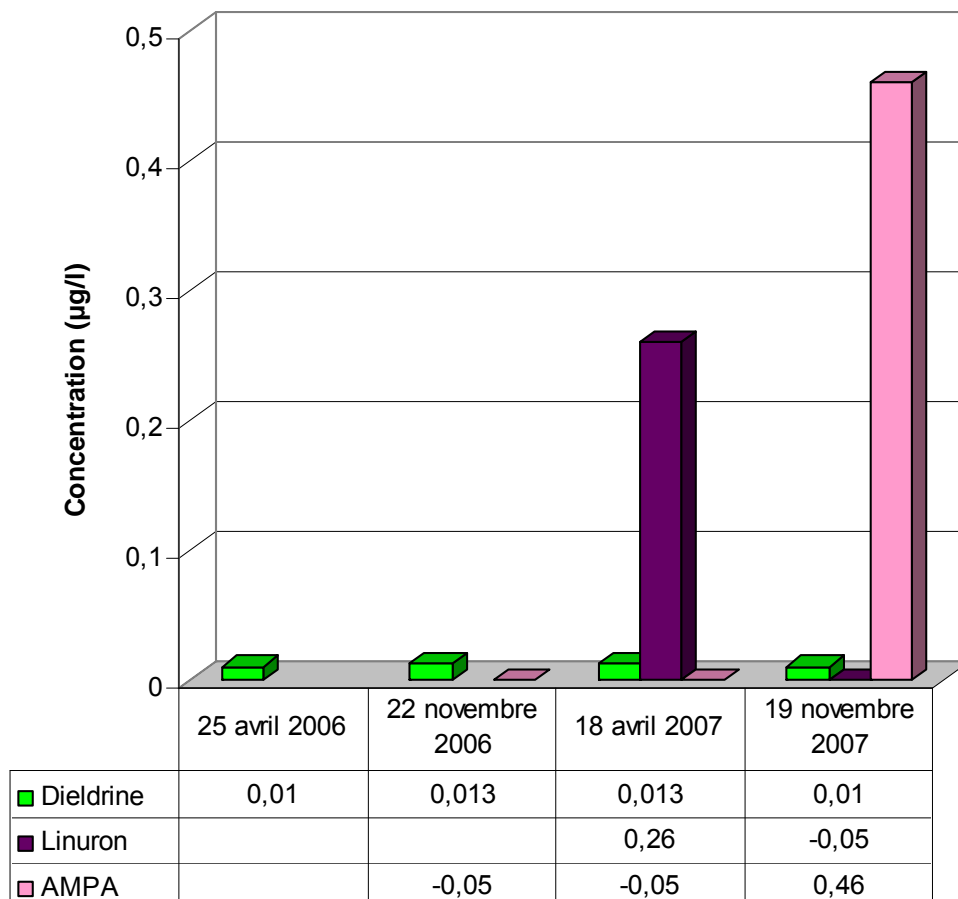


Illustration 50 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lorrain – Fond Brulé (hors chlordécone et beta HCH)

Le Linuron, qui avait été détecté à une teneur importante de 0,26 µg/l en saison sèche 2007, n'est plus présent dans les dernières analyses.

- **Gros Morne – La Borelli (NA3)**

Le site de la Borelli, situé sur la commune de Gros Morne, a fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de novembre 2005. Les molécules détectées lors des précédentes analyses, telles que la Chlordécone, le Glyphosate et le Congénère 138 (qui est en réalité un pesticide organochloré), n'ont pas été détectés lors de la campagne de saison des pluies 2007.

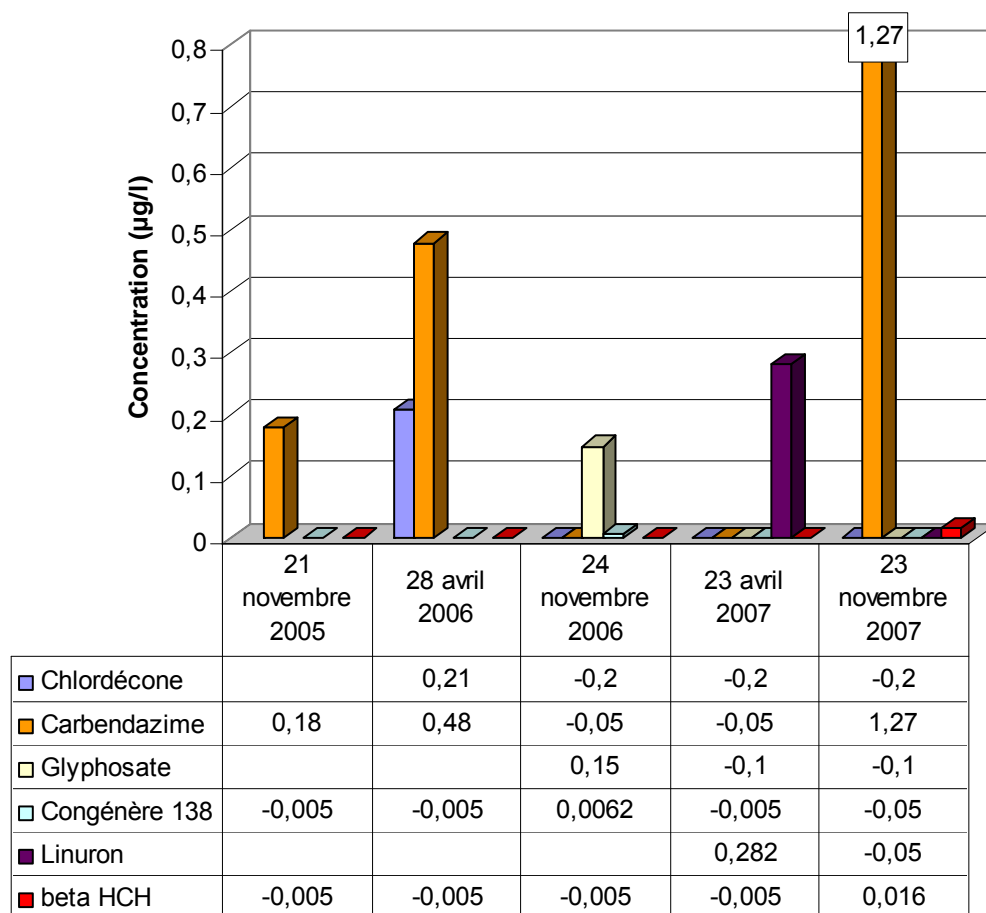


Illustration 51 : Concentration ( $\mu\text{g/l}$ ) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Gros Morne – La Borelli (plus le congénère 138 qui est un pesticide organochloré)

De plus, le Linuron, nouvellement détecté en avril 2007 à une concentration importante de 0,28  $\mu\text{g/l}$ , n'est plus présent en novembre 2007.

Toutefois, **le Carbendazime**, qui n'avait plus été détecté depuis avril 2006, a été retrouvé dans les dernières analyses de novembre 2007 avec une teneur record pour le site de 1,27  $\mu\text{g/l}$ .

Enfin, **le beta HCH** apparaît pour la première fois, à une teneur certes faible (0,016  $\mu\text{g/l}$ ), mais qui devra être surveillée lors des prochaines campagnes de prélèvements.

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

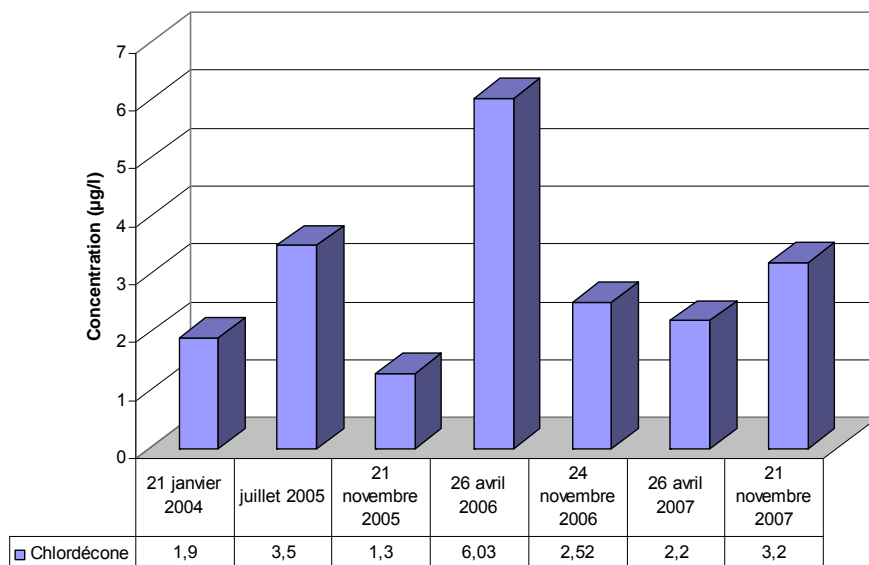


Illustration 52 : Evolution de la concentration en chlordécone sur le site de Trinité – Source Morne Figue

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, 7 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 »). La **Chlordécone** y a été détectée à chaque fois, mais aucune tendance d'évolution significative ne semble se dégager.

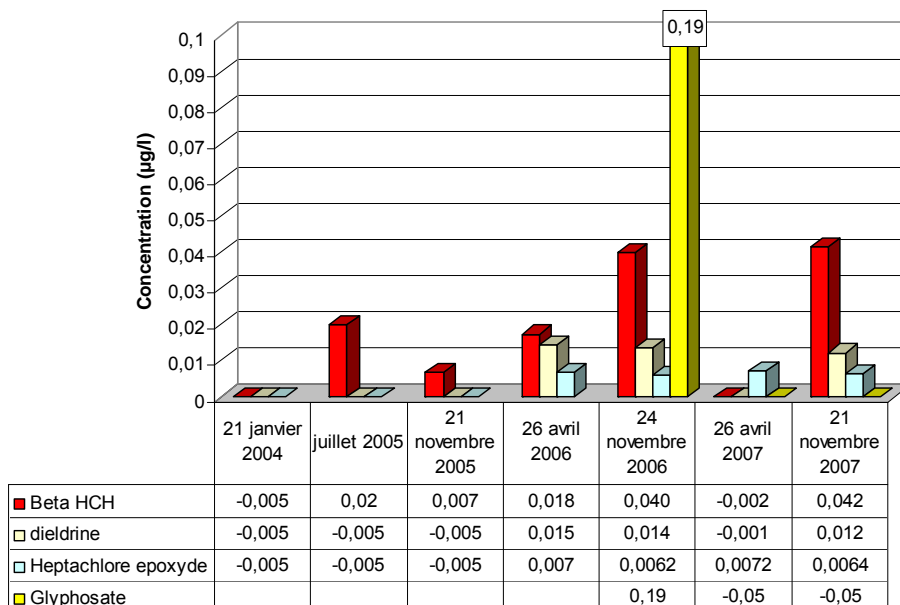
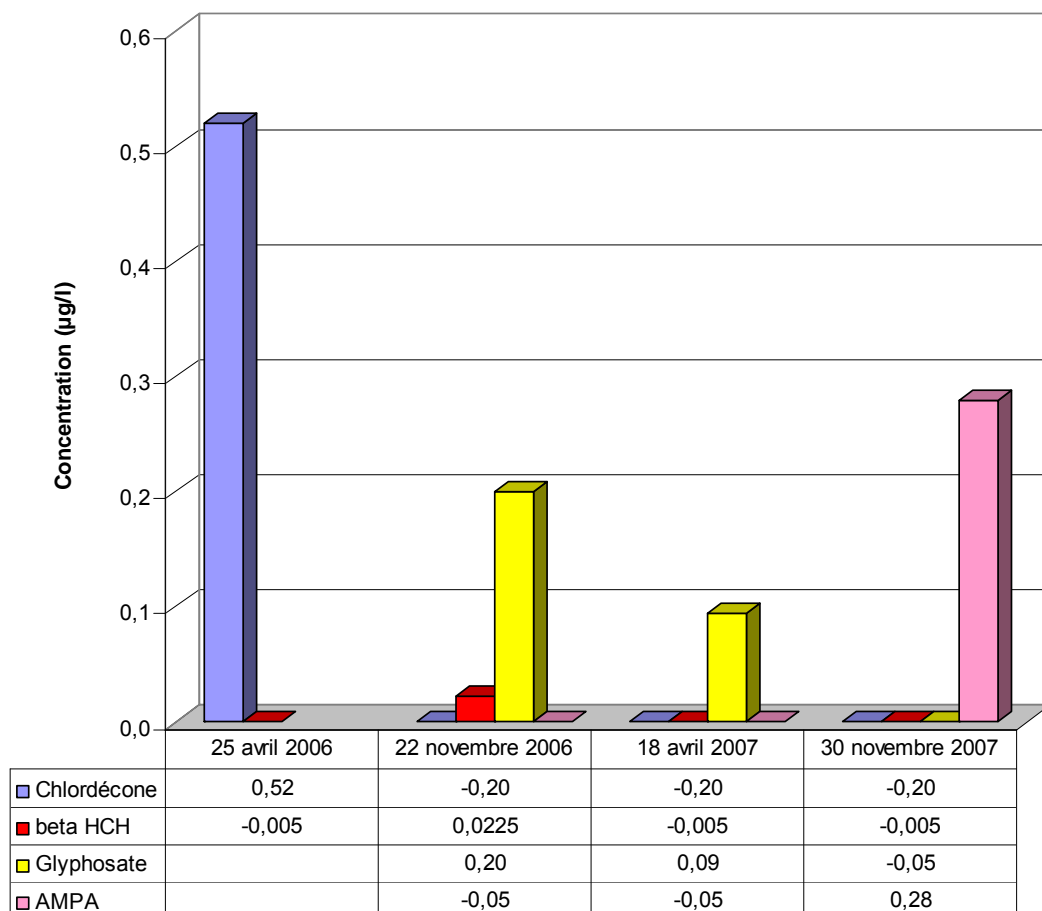


Illustration 53 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Trinité – Morne Figue (hors chlordécone)

**Le beta HCH et la Dieldrine**, qui n'avaient plus été détectées en avril 2007, font leur réapparition dans les prélèvements de novembre 2007 à des valeurs très proches de celles de novembre 2006.

L'**heptachlore époxyde** a une fois de plus été détectée lors de la campagne de saison des pluies 2007. La concentration est toutefois très proche de la limite de quantification de 0,005 µg/l. Aucune évolution significative n'est ainsi à signaler.

• **St Pierre – CDST (NC1)**



*Illustration 54 : 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. Au total, 4 campagnes y ont été réalisées.

La campagne de saison des pluies 2007 a uniquement révélé la présence d'**AMPA**, à une concentration de 0,28 µg/l. La présence de cette molécule sur ce site pourrait

s'expliquer par le fait qu'elle provienne de la dégradation du glyphosate, molécule qui avait été détectée en novembre 2006 et en avril 2007.

La Chlordécone et le bêta HCH, détectés de manière ponctuelle lors des deux campagnes de 2006 n'ont plus été détectés depuis.

- **Schœlcher – Fond Lahaye (NC2) :**

La station de Fond Lahaye 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 a été réalisée durant l'année 2007.

L'AMPA qui avait été détecté suite à la campagne de prélèvements d'avril 2007, à une teneur de 0,37 µg/l n'avait pas été détecté dans les autres analyses (notamment celles de la DSDS) et n'est désormais plus détecté en novembre 2007. Une pollution ponctuelle pourrait expliquer cet état de fait. En saison des pluies 2007, seules des traces de Chlordécone sont décelées, à une teneur inférieure à sa limite de quantification.

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

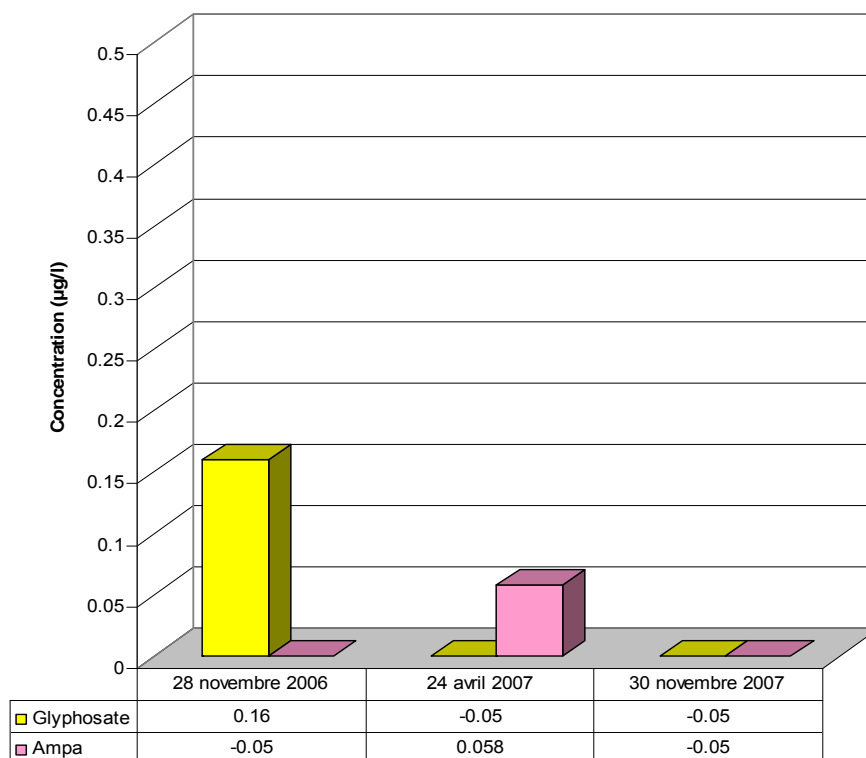


Illustration 55 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires et produits de dégradation détectés sur le site du Prêcheur – Rivière du Prêcheur

Le site situé sur la commune du Prêcheur a fait l'objet de 3 campagnes, depuis novembre 2006.

Les deux molécules qui avaient été détectées lors des campagnes précédentes, le Glyphosate et l'AMPA, ne sont plus détectées en novembre 2007. Ces deux molécules devront toutefois toujours faire l'objet d'un suivi particulier lors des prochains contrôles de surveillance.

- **Carbet – Fond Canal (NC4) :**

Le site de Fond Canal, situé dans la commune du Carbet, a été prélevé pour la première fois durant cette campagne de novembre 2007. Les analyses ont montré la seule présence de **Dieldrine**, à une teneur très proche de sa limite de quantification (0,0132 µg/l) mais qui devra faire l'objet d'une attention particulière lors des prochaines campagnes.

A noter cependant les résultats seulement partiels concernant ce point puisque certains des flacons ont été cassés lors de leur acheminement vers le laboratoire d'analyse (y compris les doublons).

- **Le Robert – Vert Pré (C1)**

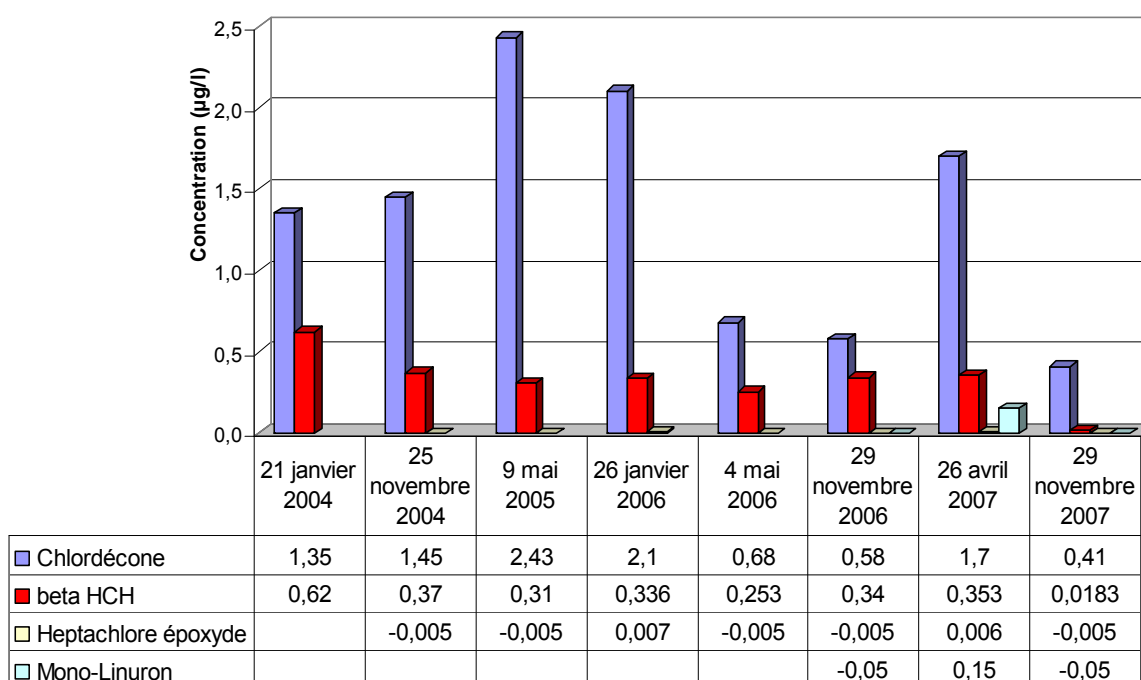


Illustration 56 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires sur le site de Gros Morne – Vert Pré

Le site de Vert Pré, situé sur la commune de Gros Morne, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de janvier 2004.



**La Chlordécone** marque depuis la campagne de saison sèche 2005 une tendance globale à la baisse, et elle atteint en novembre 2007 sa plus faible teneur (0,41 µg/l). Cette tendance à la baisse devra néanmoins être confirmée à l'issue des prochaines campagnes, d'autant plus que la campagne de saison sèche 2007 avait vu apparaître un ressaut de la concentration en chlordécone. .

L'Heptachlore époxyde et le Monolinuron (molécule recherchée depuis 3 campagnes) ne sont plus détectés en novembre 2007.

Jusqu'à présent, **le beta HCH** montrait des teneurs très stables, comprises entre 0,3 et 0,6 µg/l. Cependant, les dernières analyses ont montré une très forte baisse de sa teneur (0,018 µg/l – facteur 10). Cette évolution remarquable devra être surveillée lors des prochaines analyses en 2008.

• **Lamentin – Habitation Ressource (C2) :**

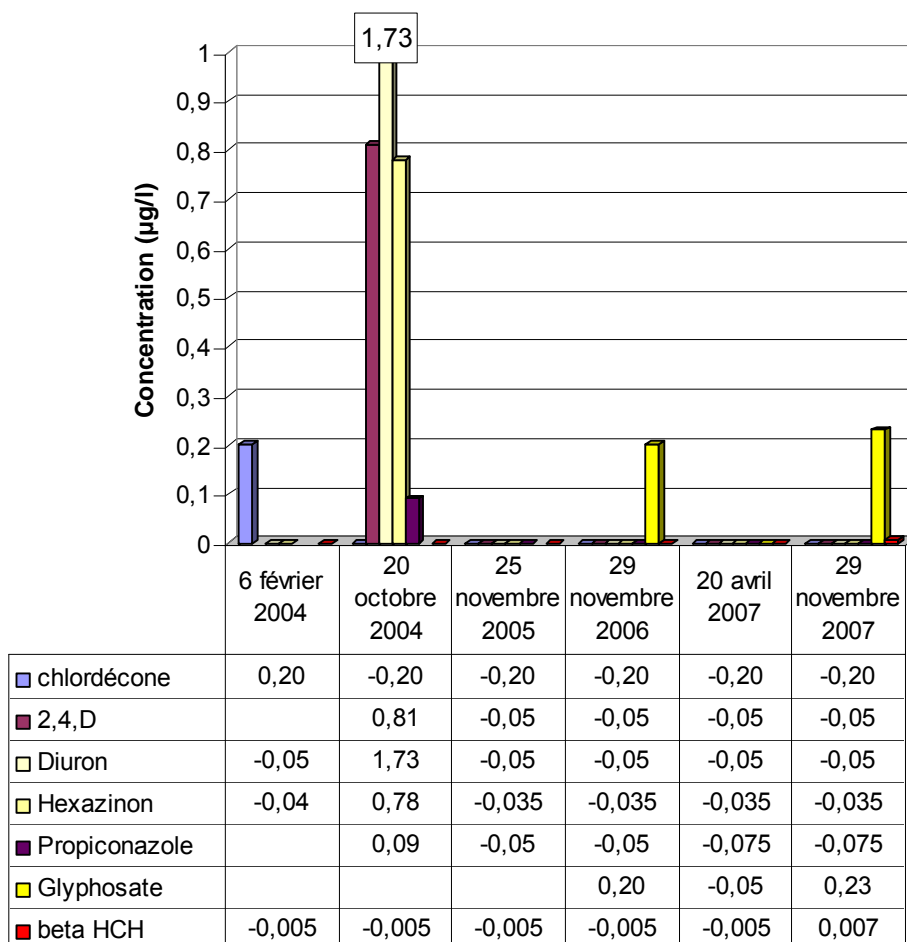


Illustration 57 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lamentin – Habitation Ressource

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 la Chlordécone, le 2.4 D, le Diuron et l'Hexazinon, ne sont désormais plus détectées depuis novembre 2005.

Cependant, la campagne de novembre 2007 a décelé la présence de **Glyphosate** (à une teneur de 0,23 µg/l quasi-identique à celle de novembre 2006) et de **beta HCH**. Ce dernier présente toutefois une teneur très proche de sa limite de quantification.

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

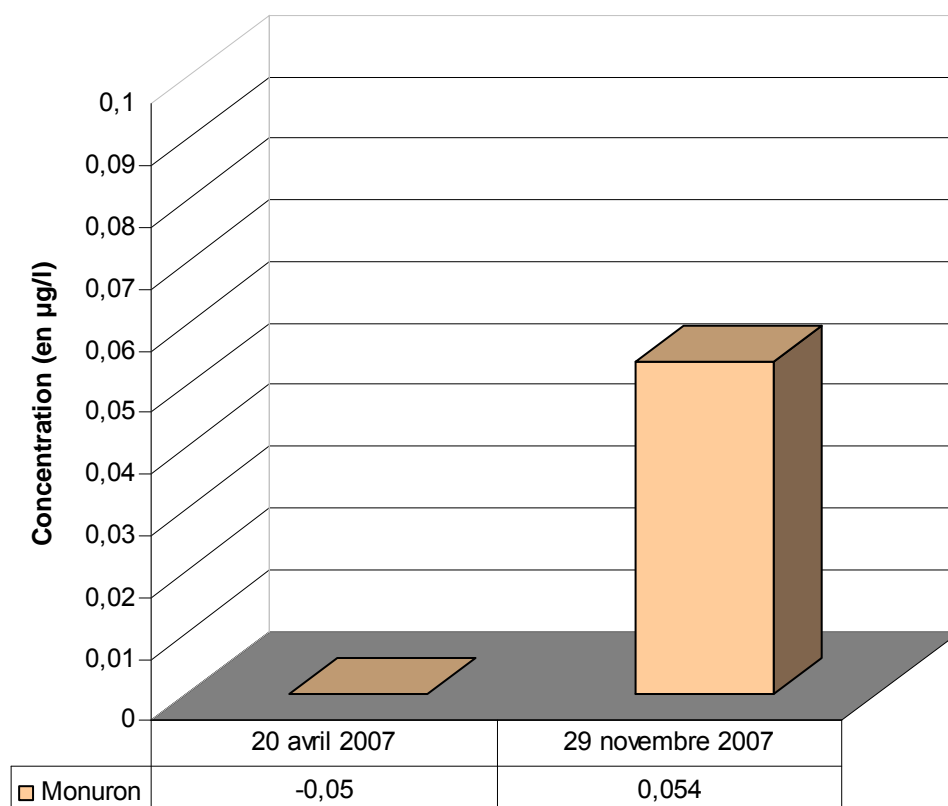
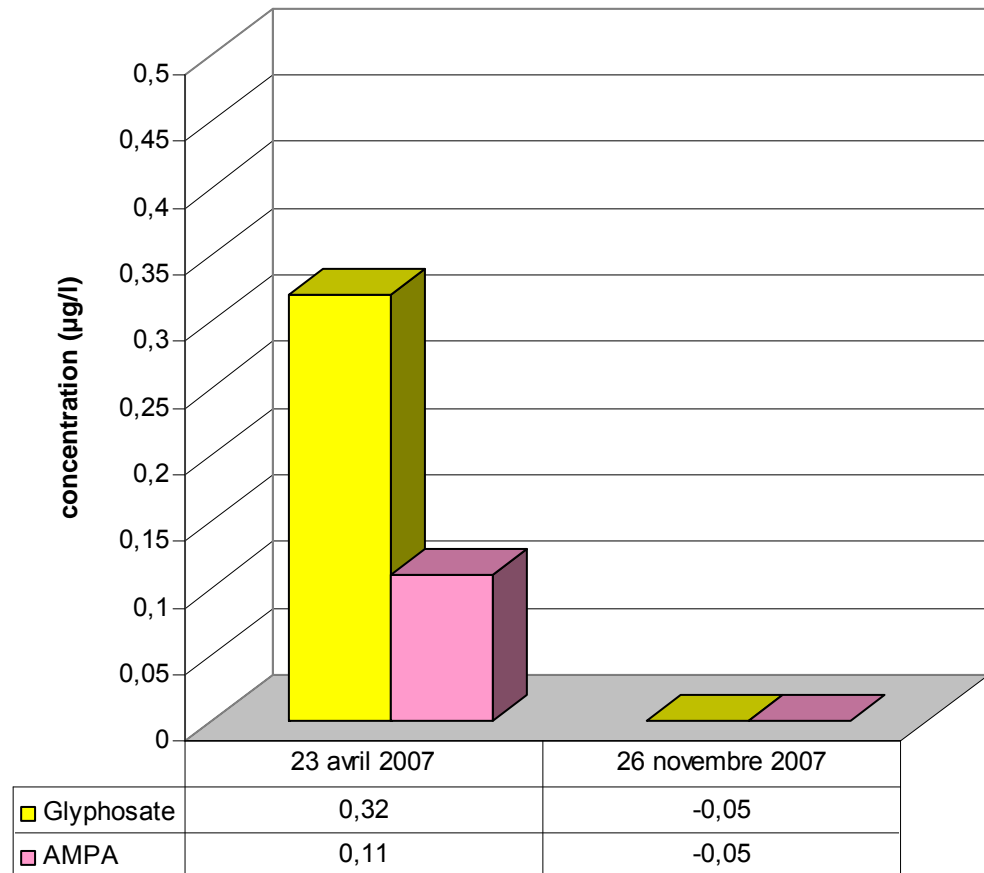


Illustration 58 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Rivière Salée - Nouvelle Cité

Depuis 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** a été détecté, à une teneur très proche de sa limite de quantification.

Malgré sa faible teneur, cette molécule devra être surveillée lors des prochaines campagnes d'analyses.

- **Le Marin – Grand Fond (SA1)**



*Illustration 59 : Concentration (µg/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 des métabolites), qui avaient été détectés en avril 2007, ne sont plus présents en novembre 2007. Aucun produit phytosanitaire n'a été détecté sur ce site lors de cette dernière campagne.

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

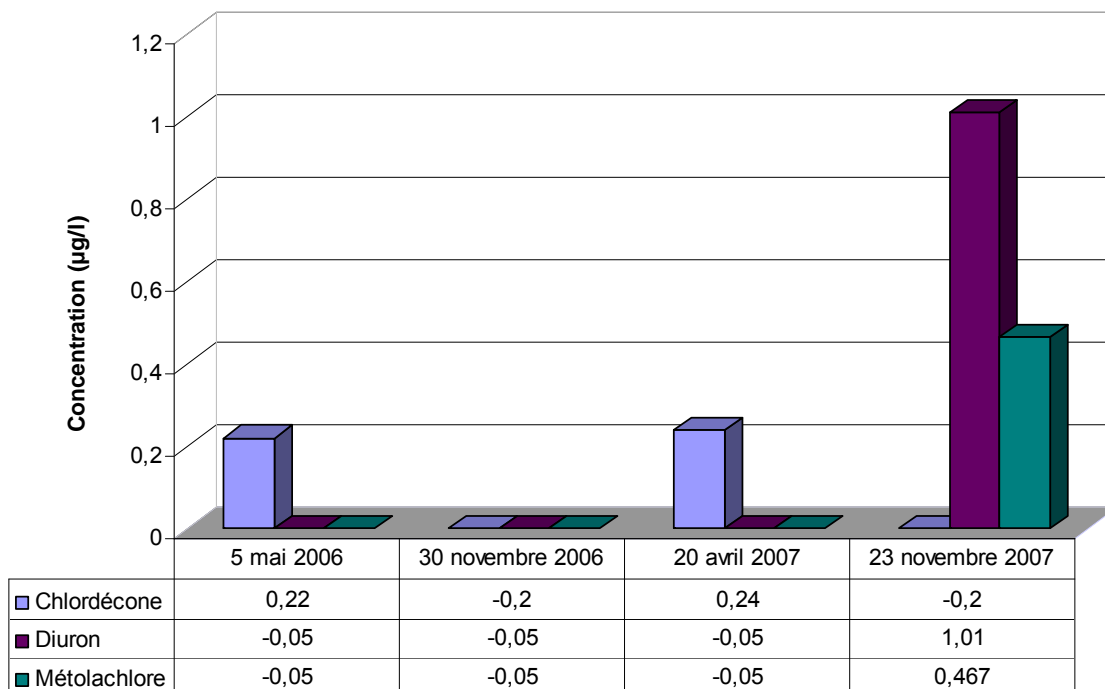
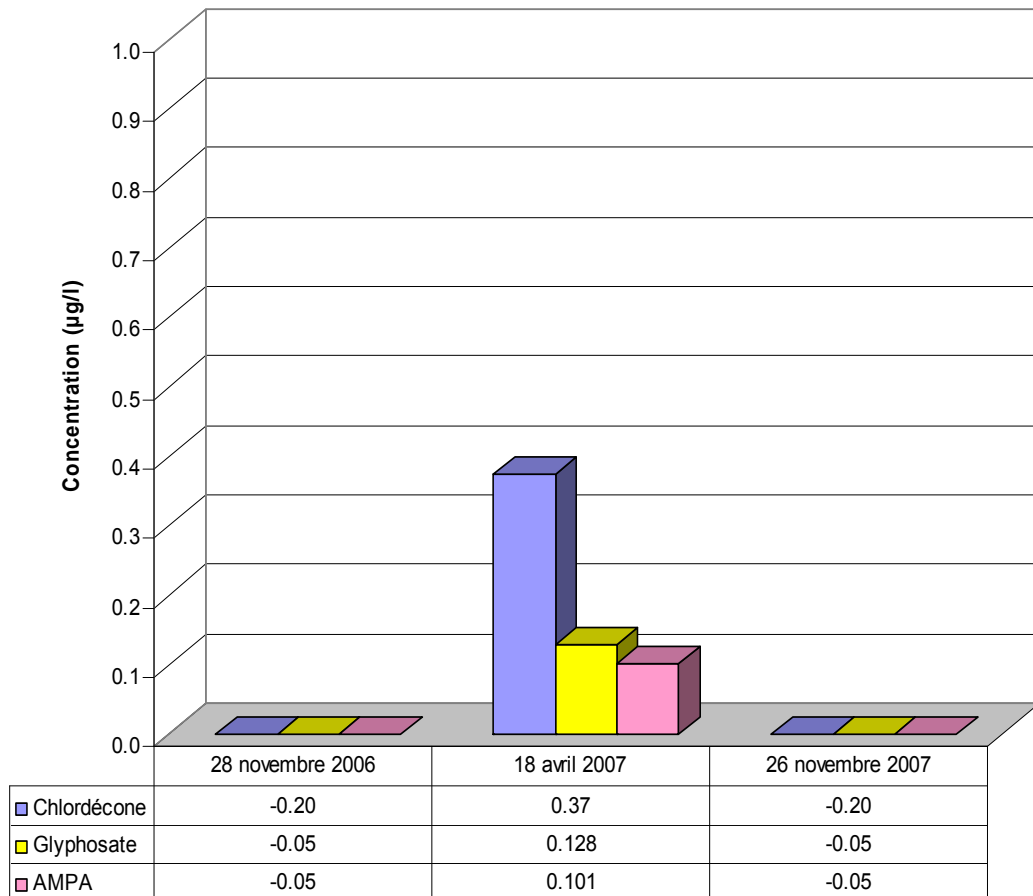


Illustration 60 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de François - Victoire

Le site de l'Habitation Victoire, situé sur la commune du François, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis mai 2006. Jusqu'à présent, seul la Chlordécone était retrouvée, seulement en période de saison sèche et à des teneurs très proches de la limite de quantification. La campagne de novembre 2007 n'a d'ailleurs pas détecté la présence de cette molécule. Cette apparente périodicité devra être surveillée lors des prochaines campagnes.

Deux nouvelles molécules ont été décelées, **le Diuron et le Métolachlore**, à des teneurs fortes, respectivement de 1,01 µg/l et 0,467 µg/l. Ces deux molécules devront faire l'objet d'une attention particulière lors des prochaines analyses sur ce site.

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

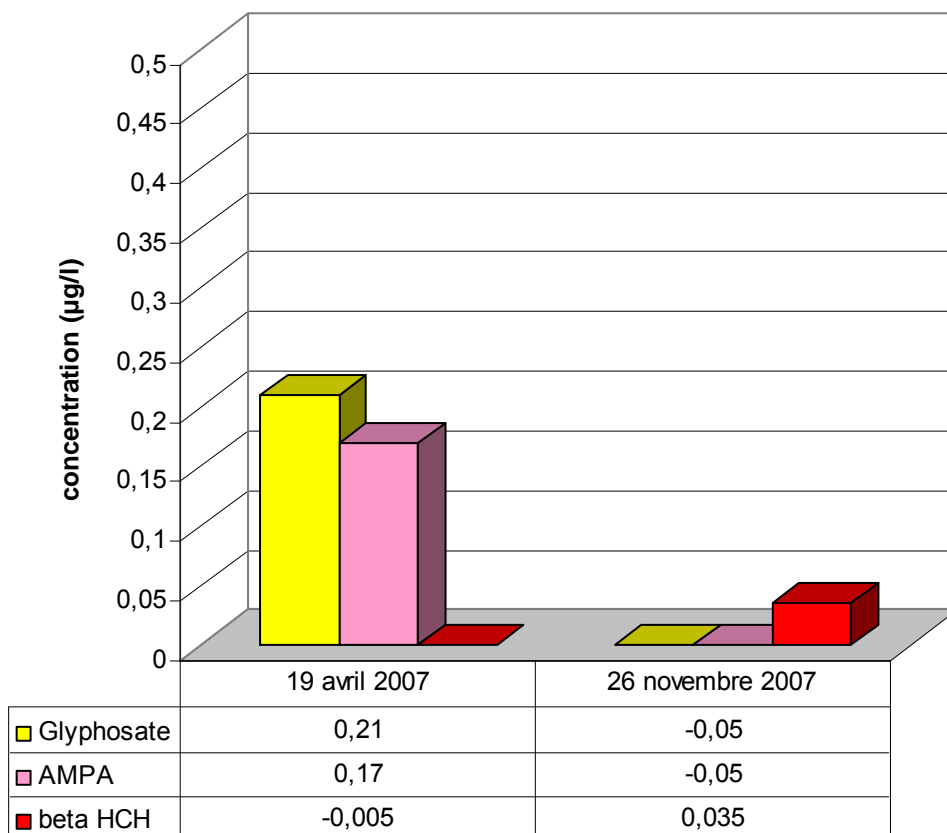


*Illustration 61 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires et en produit de dégradation détectés sur le site de Rivière Pilote – Fougainville*

Le site de Fougainville, situé sur la commune de Rivière Pilote, fait l'objet de campagnes d'analyses depuis le mois de novembre 2006. Les trois molécules détectées en saison sèche 2007, la Chlordécone, le Glyphosate et l'AMPA, qui n'avaient pas été décelées en saison des pluies 2006, sont de nouveau non-détectées en saison des pluies 2007.

Il sera intéressant de surveiller ces trois molécules lors de la campagne d'analyses de la saison sèche 2008. Elle pourrait confirmer ou non l'hypothèse d'une certaine périodicité des teneurs selon que l'on se situe en saison sèche ou en saison des pluies.

- **Trois Ilets – Vatable (SC2)**



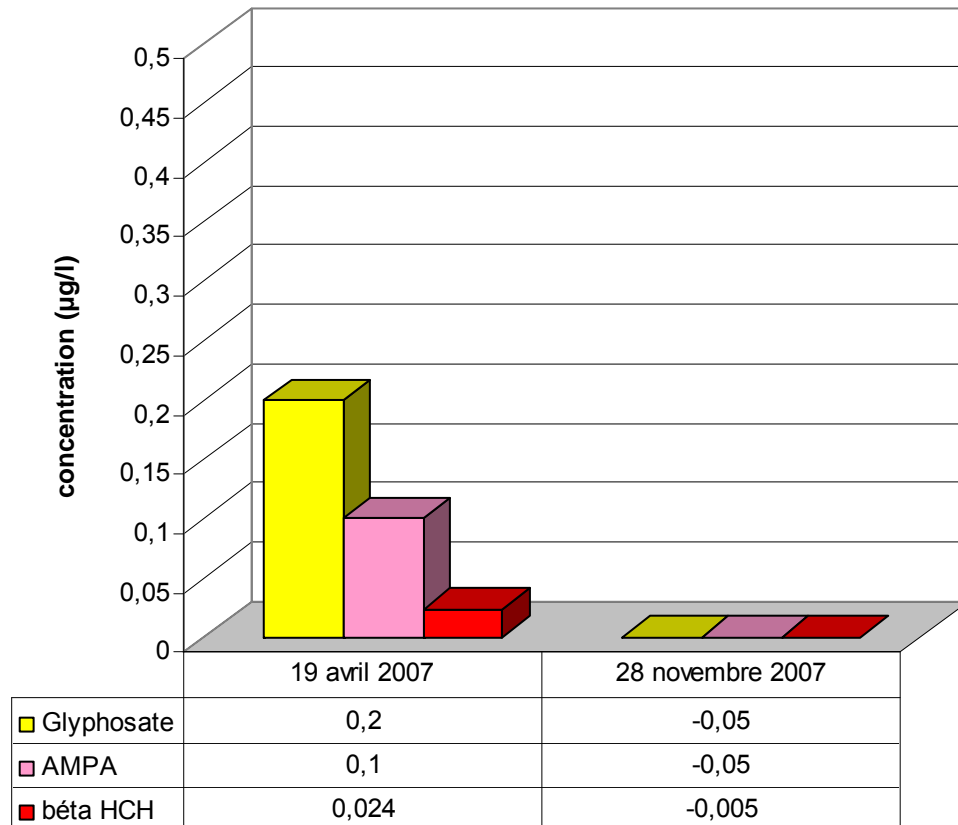
*Illustration 62 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Trois Ilets - Vatable*

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 µg/l.

Aucune de ces deux molécules n'a été détectée lors de la campagne de novembre 2007. A contrario, **le beta HCH** apparaît à une teneur de 0,03 µg/l.

- **Diamant – Dizac (SC3)**



*Illustration 63 : 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 µg/l. Une quantité non négligeable de bêta HCH était également à signaler.

La campagne de novembre 2007 n'a révélé aucune présence de produits phytosanitaires, y compris pour ces trois molécules précédemment détectées.

- **Synthèse pour la campagne de saison des pluies 2007**

L'illustration 64 ci-dessous présente la carte synthétique des produits retrouvés durant la saison des pluies 2007. **12 sites sur 20 ne respectent pas les normes de qualité de la DCE du point de vue des produits phytosanitaires. Parmi ces 12 sites, 8 appartiennent aux masses d'eau Nord et Nord Atlantique.**

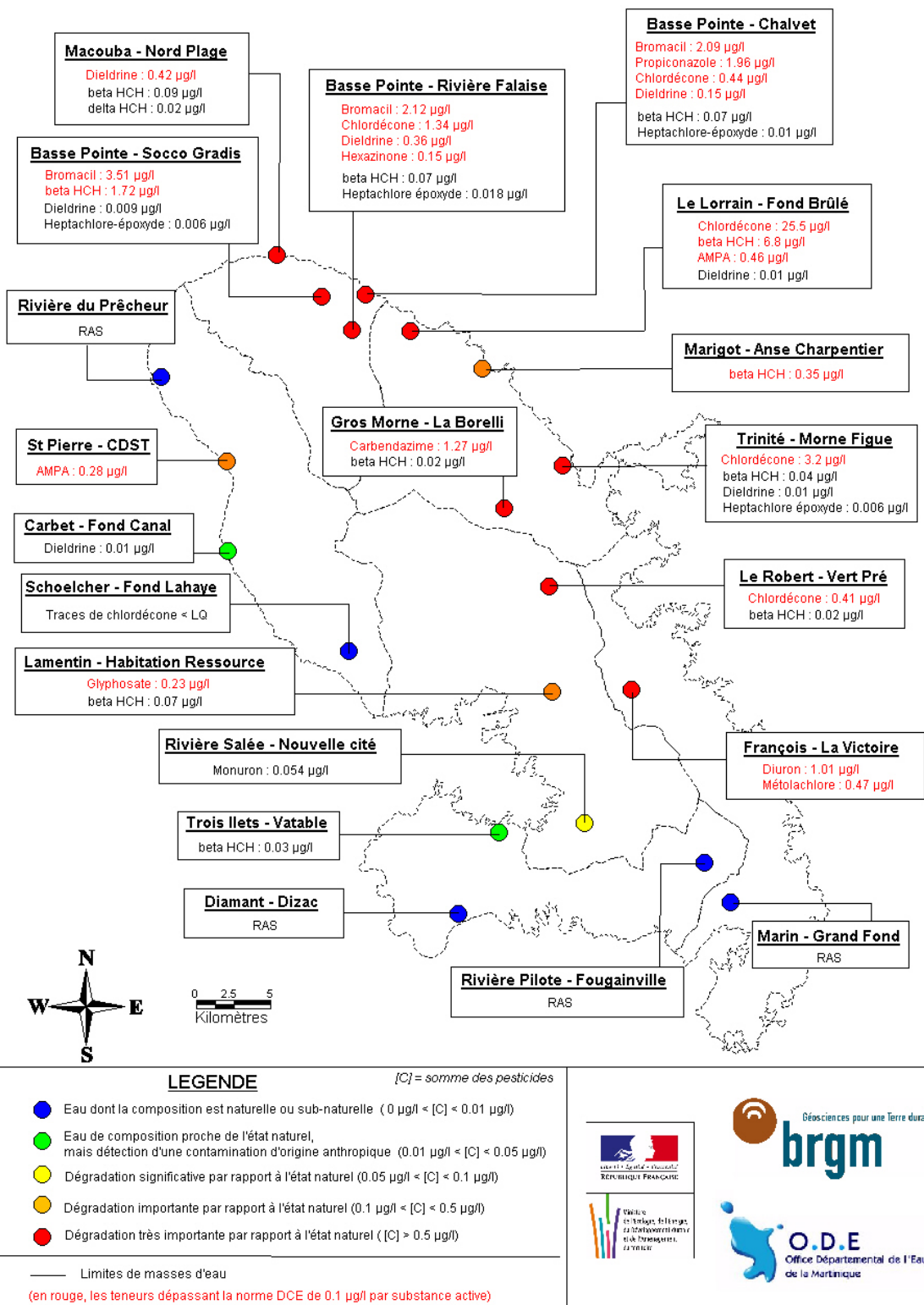


Illustration 64 : Carte récapitulative des pesticides détectés sur le réseau en saison des pluies 2007



### 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 (Directive 98/83/CE et décret 2001-1220). 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. METHODOLOGIE ADOPTEE

Le contrôle de surveillance mis en place vise à fournir une image de l'état général des eaux et de son évolution. L'objectif est de fournir une aide à la décision concernant les mesures à prendre et les actions à mener par la suite (Cf. Contrôle opérationnel). Dans ce cadre, une carte de synthèse a été réalisée pour indiquer la répartition spatiale des anomalies constatées (Illustration 65). Cette carte prend donc en compte toutes les altérations qualitatives confondues.

**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 employées par la suite se réfèrent à cette méthodologie.**

#### 3.2. ETAT DES MASSES D'EAU SELON LES PRESCRIPTIONS DE LA DCE EN SAISON DES PLUIES 2007

L'illustration 65 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 des pluies 2007.

Les micropolluants minéraux (métaux lourds), les chlorures, le fer et le manganèse sont représentés sur la carte mais ne sont pas pris en compte dans la caractérisation qualitative, dans l'attente d'une connaissance plus approfondie du fond géochimique. C'est le cas de deux stations situées sur la masse d'eau Centre (communes du Lamentin et de Rivière Salée). Ces deux stations présentent respectivement des anomalies de concentrations en manganèse et en chlorures (Cf. §2.2.2, § 2.4), dont l'origine (naturelle ou anthropique) n'est pas clairement définie.

Les produits phytosanitaires sont la principale source de dégradation des eaux étudiées et ce, sur l'intégralité des masses d'eau. La dégradation des eaux souterraines par les nitrates est mentionnée mais reste inférieure au seuil de 50 mg/l fixé par la directive cadre (Circulaire DCE 2006/18).

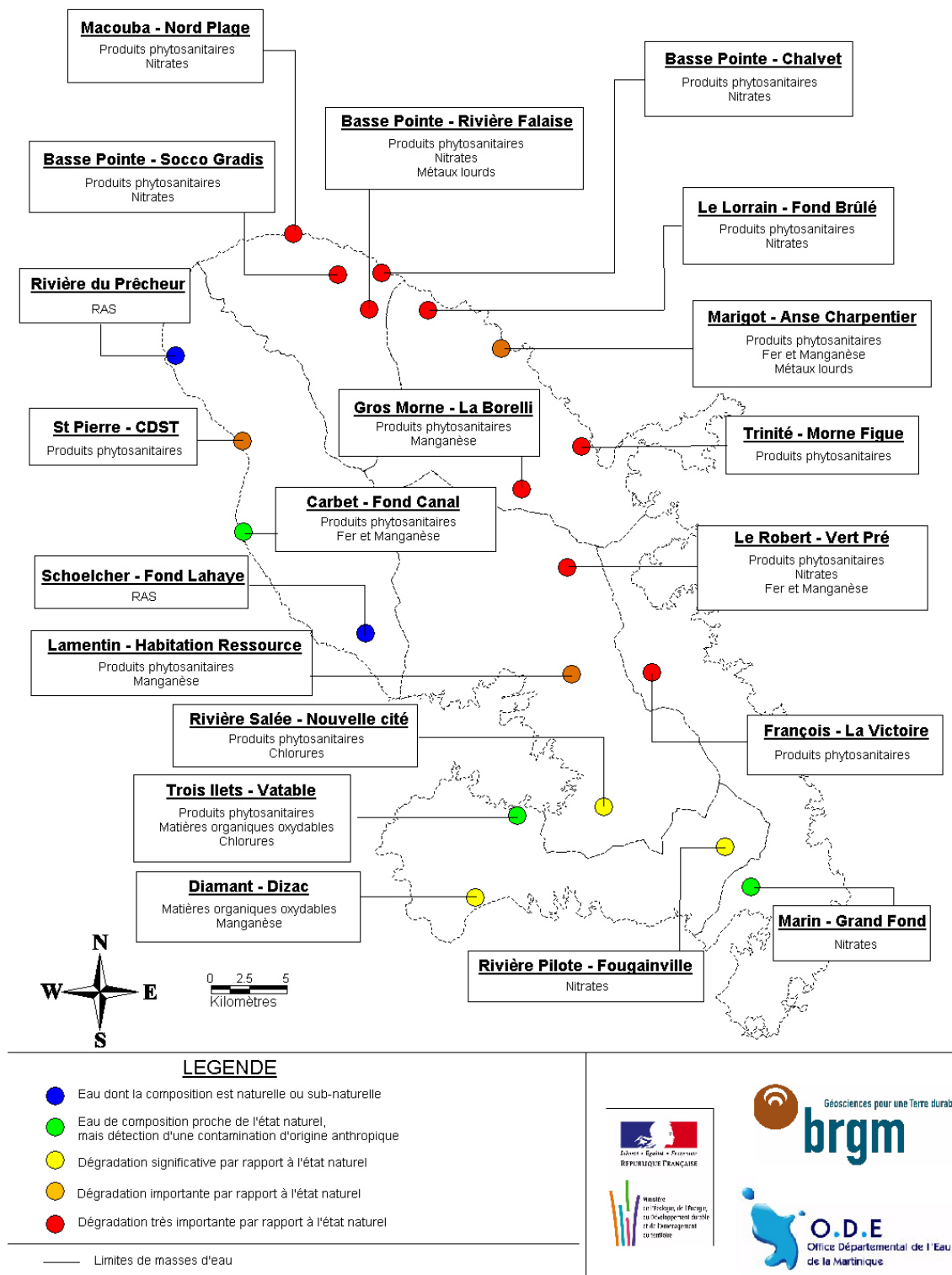


Illustration 65 : Carte récapitulative de l'état patrimonial de la ressource en eau souterraine en saison des pluies 2007

Masse d'eau concernée	Indices de terrain (classement par code de couleur)	Indice BSS	Commune	Lieu-dit	Produits phytosanitaires	Nitrates	Matières organiques
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			
	NA2	1169ZZ0084	Le Lorrain	Fond Brulé			
	NA3	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli			
	NA4	1175ZZ0153	Trinité	Source Morne Figue			
Nord Caraïbes 9203	NC1	1167ZZ0045	St Pierre	CDST			
	NC2	1177ZZ0161	Schoelcher	Fond Lahaye			
	NC3	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur			
	NC4	1172ZZ0050	Le Carbet	Fond Canal			
Centre 9204	C1	1175ZZ0106	Le Robert	Vert Pré – Usine Yoplait			
	C2	1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource			
	C3	1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle cité			
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			
	SC3	1184ZZ0001	Diamant	Dizac			






	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 66 : Etat qualitatif des eaux souterraines de Martinique en saison des pluies 2007

couleurs identiques)

### 3.3. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN 2007 (A L'ISSUE DES 2 CAMPAGNES DE PRELEVEMENT)

L'illustration 67 ci-dessous présente les résultats en termes de nombre de détection durant les deux campagnes de 2007 :

Type	Molécules	Saison sèche 2007		Saison des pluies 2007	
		Nb Détection (19 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total
Insecticides	Chlordécone	8	<b>25</b>	6	<b>29</b>
	Dieldrine	4		7	
	Heptachlore-époxyde	4		4	
	beta HCH	7		11	
	delta HCH	1		1	
	gamma HCH	1		0	
Herbicides	Bromacil	2	<b>15</b>	3	<b>8</b>
	Diuron	1		1	
	Hexazinone	1		1	
	Monuron	1		1	
	Metolachlore	0		1	
	Glyphosate	5		1	
	Linuron	3		0	
	Monolinuron	2		0	
Fongicides	Propiconazole	0	<b>0</b>	1	<b>2</b>
	Carbendazime	0		1	
Métabolite	AMPA	5	<b>5</b>	2	<b>2</b>

Illustration 67 : Molécules détectées et nombre de détections sur le réseau en 2007

Le beta HCH, la Dieldrine, la Chlordécone et, avec des teneurs plus faibles, l'Heptachlore époxyde, sont les molécules les plus fréquemment détectées. Il faut également noter que le Glyphosate et l'AMPA, décelés chacun sur 5 sites lors de la saison sèche 2007, l'ont été de manière beaucoup plus épisodique en saison des pluies 2007 (1 et 2 fois sur 20 sites, respectivement).

D'une manière générale, les insecticides sont détectés davantage que les herbicides. Deux fongicides ont de nouveau été détectés en saison des pluies 2007.

L'illustration 68 ci-après dresse un récapitulatif de l'état de la ressource en eau souterraine en Martinique vis-à-vis des produits phytosanitaires pour l'année 2007. Les stations de la masse d'eau Nord et Nord Atlantique présentent les plus fortes teneurs en produits phytosanitaires et les

fréquences de détection de ces produits sont bien supérieures aux stations du Sud de l'île. Ces dernières se caractérisent par leur forte variabilité en ce qui concerne la présence de produits phytosanitaires entre la saison sèche et la saison des pluies.

Nota :

- *les produits en rouge sont ceux dont la teneur détectée dépasse la norme de qualité DCE de 0,1 µg/l,*
- *les produits notés en gras sont ceux qui ont été retrouvés dans les résultats des deux campagnes de prélèvement de 2007,*
- *lorsque le produit n'a été retrouvé que sur une campagne, il est précisé entre parenthèses s'il s'agit de la campagne de saison sèche (SS) ou de saison des pluies (SP),*
- *la valeur pour les produits en gras est une moyenne des teneurs obtenues dans les 2 campagnes,*
- *pour l'attribution des codes couleur pour chaque station, la somme des moyennes a été utilisée pour chaque station (les valeurs des produits retrouvés qu'une seule fois ont été divisées par deux pour ce calcul).*

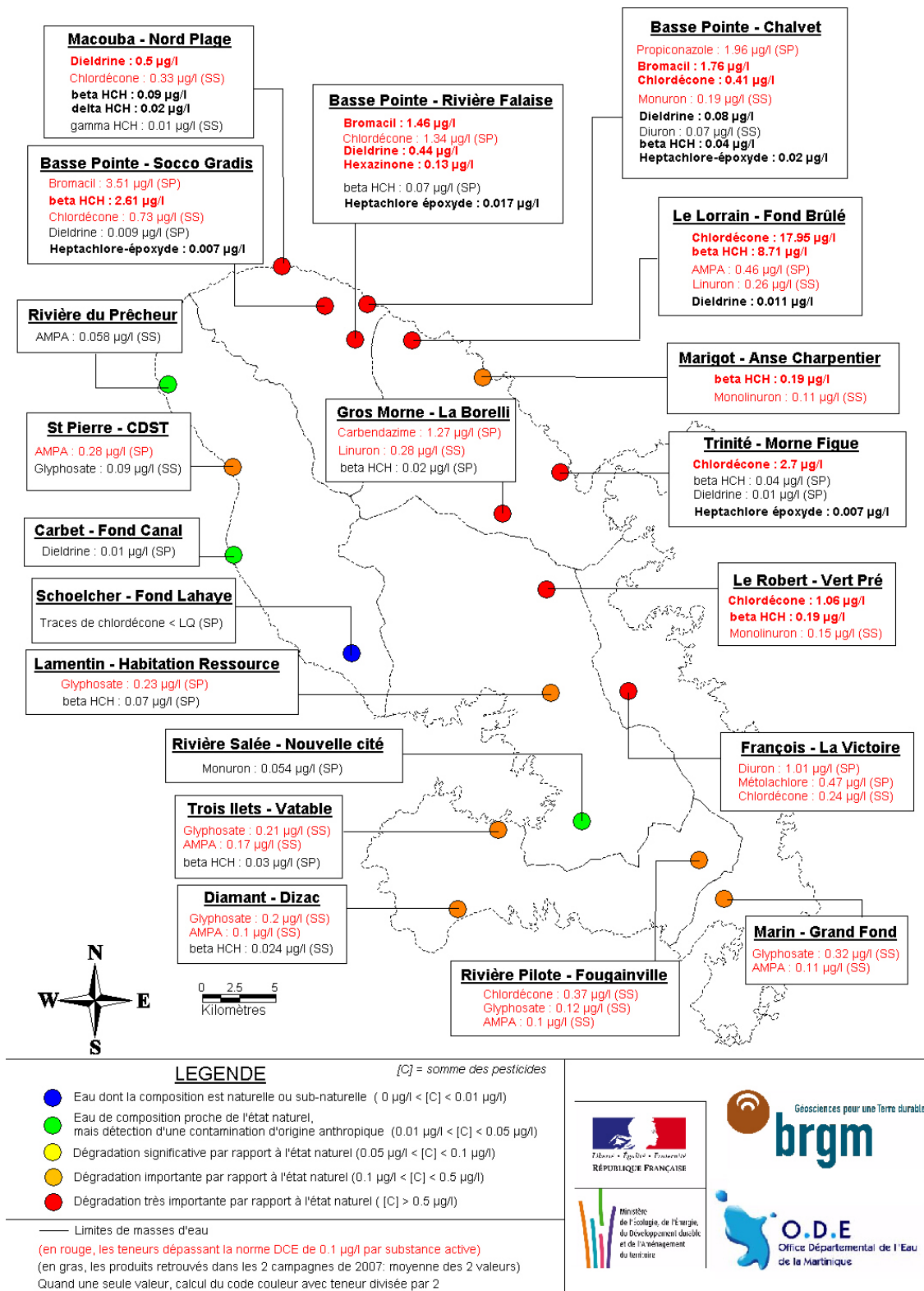


Illustration 68 : Carte récapitulative de l'état de la ressource en eau souterraine vis-à-vis des produits phytosanitaires en 2007

### 3.4. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DEPUIS 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 finir à 142 en saison des pluies 2007. L'illustration 69 présente les sommes, par station, des produits phytosanitaires détectés parmi les 111 recherchés depuis 2004.

- **Masse d'eau Nord**

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 présentaient depuis des valeurs bien inférieures. Cependant, on constate une évolution à la hausse durant la campagne de saison des pluies 2007. Il est malgré tout difficile d'en ressortir une tendance.

Les 2 autres stations, qui sont en réalité des sources, manquent de données (elles ne sont suivies que depuis 2007).

- **Masse d'eau Nord Atlantique**

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

Les stations du Lorrain (lieu dit « Fond Brulé ») et du Gros Morne (lieu dit « La Borelli ») ont d'ailleurs atteint leur maximum de concentration depuis qu'elles font l'objet de recherche (respectivement depuis la saison sèche 2006 et depuis la saison des pluies 2005).

- **Masse d'eau Nord Caraïbes**

Aucune tendance particulière n'est remarquable pour cette masse d'eau qui a la caractéristique de présenter des concentrations faibles en produits phytosanitaires (hors glyphosate et AMPA) depuis 3 campagnes.

Cependant, le glyphosate et l'AMPA, produits recherchés depuis seulement 3 campagnes, peuvent être considérés comme des nouvelles problématiques inhérentes à cette masse d'eau (3 stations sur 4 ont révélé leur présence) et qui devront être surveillé lors des prochaines campagnes.

- **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, et ce, même si le minimum de concentration a été détecté lors de la dernière campagne.

La station de Rivière Salée (lieu dit « Nouvelle Cité ») n'est suivie que depuis la saison sèche 2007. Il est pour le moment impossible d'en faire ressortir une tendance.

- **Masse d'eau Sud Atlantique**

Les deux stations de cette masse d'eau présentent des évolutions différentes.

La station du Marin (lieu dit « Grand Fond »), seulement suivie depuis la saison sèche 2007 pour les produits phytosanitaires, n'a décelé que du glyphosate et de l'AMPA en saison sèche 2007.

La station du François (lieu dit « La Victoire ») présente une hausse significative de ses concentrations en produit phytosanitaire.

- **Masse d'eau Sud Caraïbes**

Aucune tendance particulière n'est remarquable pour cette masse d'eau dont les stations ne possèdent pas suffisamment de données pour en faire ressortir une tendance. Les valeurs sont par contre inférieures à celles rencontrées dans les masses d'eau du Nord de l'île.

La problématique du glyphosate et de l'AMPA, retrouvés en abondance durant la campagne de saison sèche 2007, reste cependant dominante pour cette masse d'eau.



Station	Indice terrain	Numéro BSS	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	Tendance globale
Basse Pointe - Chalvet	N1	1166ZZ0026		0,631	10,1969	2,1973	2,082	4,7202	Aucune tendance significative / grande variabilité
Basse Pointe - Socco Gradis	N2	1166ZZ0019					4,2463	5,2394	En hausse ? (données insuffisantes)
Macouba - Nord Plage	N3	1166ZZ0023					1,0365	0,533	En baisse ? (données insuffisantes)
Basse Pointe - Rivière Falaise	N4	1168ZZ0054	9,282	2,093	12,9759	1,0155	1,4523	4,0583	Aucune tendance significative / grande variabilité
Marigot - Anse Charpentier	NA1	1169ZZ0006	0,861	1,012	0,0342	0,0256	0,1352	0,35	En hausse depuis 2 campagnes
Lorrain - Fond Brulé	NA2	1169ZZ0084			27	23,0127	21,2945	32,3238	En hausse après une baisse durant 2 campagnes
Gros Morne - La Borelli	NA3	1174ZZ0088		0,18	0,69	< LQ	0,282	1,286	En hausse depuis 2 campagnes
Trinité - Source Morne Figue	NA4	1175ZZ0153		1,307	6,0691	2,5825	2,2072	3,2604	En hausse après une baisse durant 2 campagnes
Saint Pierre - CDST	NC1	1167ZZ0045			0,52	0,0225	< LQ	< LQ	En baisse
Schœlcher - Fond Lahaye	NC2	1177ZZ0161				< LQ	< LQ	< LQ	Pas de variation
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	NC3	1167ZZ0024				< LQ	< LQ	< LQ	Pas de variation
Carbet - Fond Canal	NC4	1172ZZ0050						0,0132	Données insuffisantes
Le Robert - Vert Pré	C1	1175ZZ0106	1,821	2,443	0,933	0,926	2,209	0,4283	Aucune tendance significative / grande variabilité
Lamentin - H. Ressource	C2	1179ZZ0070	3,41	< LQ		< LQ	< LQ	0,0072	Pas de variation significative depuis 4 campagnes
Rivière Salée - nouvelle Citée	C3	1182ZZ0160					< LQ	0,054	Pas de variation significative
Marin - Grand Fond	SA1	1186ZZ0118					< LQ	< LQ	Pas de variation
François - La Victoire	SA2	1179ZZ0228			0,22	< LQ	0,24	1,477	En Hausse
Rivière Pilote - Fougainville	SC1	1183ZZ0052				< LQ	0,374	< LQ	Aucune tendance significative
Trois îlets - Vatable	SC2	1181ZZ0132					< LQ	0,0346	En hausse ? (données insuffisantes)
Diamant - Dizac	SC3	1184ZZ0001	< LQ				0,1248	< LQ	En baisse ? (données insuffisantes)

Illustration 69 : 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)



## 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 des pluies 2007 » s'inscrit dans le cadre du contrôle de surveillance.

Les analyses ont été effectuées sur les 20 sites du réseau et 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 comprises entre 25 et 30°C et le pH est souvent proche de la neutralité. Une tendance nette à la baisse pour ce dernier paramètre a été observée en saison des pluies 2007 mais cette légère acidité n'a rien de surprenant au regard du contexte volcanique de l'île.

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 qui doivent 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 en nitrates révélatrices d'une contamination anthropique (concentrations supérieures à 10 mg/l) mais pour des concentrations toujours inférieures au seuil de qualité de 50 mg/l fixé par la directive cadre. Il faudra malgré tout surveiller la tendance à la hausse pour certaines stations du Nord de l'île.

Les stations situées sur les communes du Diamant et Trois Ilets (stations SC3 et SC2) présentent des paramètres d'oxydabilité caractéristiques d'une légère pollution par des matières organiques.

La présence de micropolluants minéraux (cuivre, arsenic) dans des concentrations proches voire supérieures aux normes du décret n°2001-1220 pour les eaux destinées

à la consommation humaine est à signaler sur les stations situées sur les communes de Basse Pointe et du Marigot. D'autres éléments traces métalliques comme l'antimoine, le bore et le sélénium ont également été détectés au dessus des normes sur certaines stations du réseau mais lors d'une seule campagne de prélèvement sur les deux réalisées en 2007. Ces éléments devront toutefois être surveillés lors des prochaines campagnes. De manière plus générale, 11 des 12 éléments analysés ont été retrouvés sur des stations du réseau mais à des teneurs en-dessous des normes du décret n°2001-1220. La connaissance approfondie du fond géochimique des eaux souterraines de Martinique permettra de préciser l'origine naturelle ou anthropique des éléments traces détectés.

L'état qualitatif des eaux souterraines est altéré par la présence de pesticides ou de leurs produits de dégradation (présents sur plus de 75% du réseau). Les pesticides les plus rémanents (Chlordécone, beta HCH, Dieldrine) sont détectés sur la quasi-totalité des campagnes effectuées depuis 2004, avec des tendances parfois à la hausse, parfois à la baisse, délicates à analyser (manque de données et influence des conditions climatiques). Ces molécules rémanentes ne sont cependant pas présentes sur la totalité du réseau.

D'un point de vue de l'évolution des concentrations en produits phytosanitaires depuis leur recherche, il est toujours difficile de faire ressortir une tendance, principalement par manque de données. Des fortes teneurs en pesticides (en moyenne, > 1 µg/l) et une apparente tendance à l'augmentation est à noter dans la partie Nord et Nord Atlantique de l'île (surtout pour les stations N1, N2, NA2, NA3 et NA4). Pour les stations du Centre et du Sud de l'île (notamment C2, C3, SC2, SC3 et SA1), des teneurs assez faibles sont détectées (en moyenne, < 0,1 µg/l) sans qu'une tendance remarquable se dessine pour autant. Les prochaines campagnes permettront d'affiner sensiblement cette première interprétation de l'évolution des concentrations au cours du temps.

Pour mémoire, le Glyphosate (herbicide) et l'AMPA (métabolite de dégradation du glyphosate), deux molécules nouvellement analysées en 2007, étaient prépondérantes en saison sèche (présentes sur près de la moitié des sites du réseau) mais ne l'ont plus été à l'issue de la campagne de saison des pluies. Le phénomène devra faire l'objet d'une attention particulière, afin de confirmer, ou non, l'hypothèse d'une variabilité saisonnière de leurs teneurs.

## 5. Bibliographie

**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.

**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., Négrel 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.

**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, 66p.

**Stollsteiner P., Lachassagne P., Paulin Ch., Neel F.** (2000) – Bilan des connaissances hydrogéologiques de la Martinique – Volume 1 – Rapport BRGM RP-50 071-FR, 137 p., 1 fig., 7 tab., 5 annexes, 1 annexe hors texte

**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. 63 pages, 4 tableaux, 27 figures, 6 cartes, 3 annexes.

## **Annexe 1**

### **Paramètres analysés**





<b>Physico-chimie in situ</b>	Température
	Conductivité
	pH
	Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)
	Oxygène dissous
<b>Eléments majeurs</b>	Hydrogène carbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )
	Carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ )
	Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )
	Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
	Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )
	Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )
	Sodium ( $\text{Na}^+$ )
	Potassium ( $\text{K}^+$ )
<b>Matières organiques oxydables</b>	Oxydabilité au $\text{KMnO}_4$ à chaud en milieu acide
	Carbone Organique Dissous (COD)
<b>Matières en suspension</b>	Turbidité
	Fer total
	Manganèse total
<b>Minéralisation et salinité</b>	Dureté totale
	Silicates ( $\text{SiO}_2$ )
	Fluorures ( $\text{F}^-$ )
<b>Composés azotés</b>	Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )
	Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )
<b>Micropolluants minéraux</b>	Antimoine (Sb)
	Arsenic (As)
	Bore (B)
	Cadmium (Cd)
	Chrome total (Cr tot)
	Cuivre (Cu)
	Cyanures ( $\text{CN}^-$ )
	Mercuré (Hg)
	Nickel (Ni)
	Plomb (Pb)
	Sélénium (Se)
	Zinc (Zn)
<b>Micropolluants organiques</b> <i>Environnement rural</i>	La liste des molécules phytosanitaires sera définie et mise à jour par la DIREN et la DAF/SPV en fonction des usages et pratiques en Martinique, Cf. Annexe 4.
<b>Micropolluants organiques</b> <i>Environnement industriel et/ou urbain</i>	Composés Organo-halogénés Volatils (COV) : - tétrachloroéthylène, - trichloroéthylène ou trichloroéthène, - chloroforme, - tétrachlorure de carbone - 1,1,1 trichloroéthane

<b>Molécules recherchées</b>		
2,4 DDD	Dicofol	Méthomyl
2,4 DDE	Disulfoton	Méthoxychlore
2,4 DDT	Dieldrine	Métobromuron
2,4,5-T	Difenoconazole	Métolachlore
2,4,D	Diméthénamide	Métoxuron
4,4' DDD	Dichlorvos	Métribuzine
4,4' DDE	Diméthoat	Métsulfuron Méthyle
4,4' DDT	Dinoterb	Monuron
Acétochlore	Diuron	Méthyl parathion
Alachlore	Désisopropylatrazine	Napropamide
Aldicarbe	Déséthylatrazine	Nicosulfuron
Aldrine	Endosulfan I	Néburon
Alphametrine	Endosulfan II	Oxadiazon
Amétryne	Endosulfan sulfate	Oxamyl
AMPA	Endrine	Parathion-méthyl
Atrazine	Fenpropimorphe	Parathion-éthyl
Bentazone	Fenthion	Penconazole
Bifenox	Flufenoxuron	Pendiméthaline
Biphényl	Flurochloridone	Pentachlorophénol
Bitertanol	Fluzilazole	Phosalone
Bromacil	Folpel	Phostiasate
Bromopropylate	Fénamiphos	Piperonyl butoxyde
Bromoxynil	Fénitrothion	Prochloraze
Cadusafos	Glyphosate	Prométryne
Captan	Heptachlore	Propanil
Carbendazime	Heptachlore époxyde cis+trans	Propazine
Carbofuran	Hexachlorobenzène	Propiconazole
Carbophenothion	Hexaconazole	Propoxur
Chlordécone	Hexazinone	Simazine
Chlorfenvinphos	Imazalil	Sébutylazine
Chlorpyriphos éthyl	Imazaméthabenz	S-metolachlore
Chlorpyriphos	Ioxynil	Tebuconazole
Chlortoluron	Isoproturon	Tebutame
Congénère 101	Isoproturon-1CH3	Terbuthylazine
Congénère 118	Isoproturon-2CH3	Terbutryne
Congénère 138	Linuron	Thiabendazole
Congénère 153	MCPA	Trifluraline
Congénère 180	Malathion	Triclopyr
Congénère 194	Monolinuron	Tétraconazole
Congénère 28	Monuron	alpha HCH
Congénère 52	Mécoprop	beta HCH
Cyanazine	Métamitrone	delta HCH
Desmétryne	Métazachlore	epsilon HCH
Diazinon	Méthabenzthiazuron	gamma HCH (lindane)

## **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	Type
Unité									
Limite de quantification									
N1	1166ZZ0026	X	X	12/12/05	25/04/06	22/11/06	17/04/2007	21/11/2007	Piézomètre
N2	1166ZZ0019	X	X	X	X	X	25/04/2007	20/11/2007	Source
N3	1166ZZ0023	X	X	X	X	X	18/04/2007	20/11/2007	Source
N4	1168ZZ0054	29/03/04	22/10/04	21/11/05	25/04/06	22/11/06	17/04/2007	20/11/2007	Piézomètre
NA1	1169ZZ0006	06/01/04	22/10/04	21/11/05	25/04/06	22/11/06	18/04/2007	19/11/2007	Piézomètre
NA2	1169ZZ0084	X	X	30/01/06	25/04/06	26/11/06	18/04/2007	19/11/2007	Piézomètre
NA3	1174ZZ0088	06/02/04	22/10/04	21/11/05	28/04/06	24/11/06	23/04/2007	23/11/2007	Piézomètre
NA4	1175ZZ0153	21/01/04	27/10/04	21/11/05	26/04/06	22/11/06	26/04/2007	21/11/2007	Source
NC1	1167ZZ0045	X	X	30/01/06	24/04/06	26/11/06	24/04/2007	30/11/2007	Piézomètre
NC2	1177ZZ0161	07/01/04	25/10/04	24/11/05	18/04/06	21/11/06	16/04/2007	13/12/2007	Piézomètre
NC3	1167ZZ0024	06/04/04	25/10/04	22/11/05	21/04/06	27/11/06	24/04/2007	30/11/2007	Piézomètre
NC4	1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	30/11/2007	Forage
C1	1175ZZ0106	21/01/04	25/11/04	26/01/06	04/05/06	29/11/06	26/04/2007	29/11/2007	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	Piézomètre
C3	1182ZZ0160	X	X	X	X	X	20/04/2007	29/11/2007	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	Piézomètre
SA2	1179ZZ0228	05/04/04	25/11/04	09/12/05	05/05/06	30/11/06	20/04/2007	23/11/2007	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	Piézomètre
SC2	1181ZZ0132	25/03/04	19/10/04	25/11/05	27/04/06	23/11/06	19/04/2007	26/11/2007	Piézomètre
SC3	1184ZZ0001	08/01/04	26/10/04	X	X	X	19/04/2007	28/11/2007	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	703854,8	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

n° BSS	Conductivité (µS/cm)						Température (°C)					
	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
1166ZZ0026	X	X	492	432	394	399	410	26,7	27,1	26,7	26,9	28,1
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	331	233	X	X	X	26,4	24,5
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	455	440	X	X	X	26,4	26,3
1168ZZ0054	285	290	302	312	327	344	370	26,6	26,6	26,6	25,6	26,8
1169ZZ0006	433	394	405	435	452	476	466	28,6	27,8	28,0	28,1	28,8
1169ZZ0084	X	X	359	356	318	365	356	27,2	28,3	29,2	29	28
1174ZZ0088	170	202	188	213	194	194	184	27,3	26,7	26,5	26,4	27,3
1175ZZ0153	301	304	153	301	X	296	302	25,2	26,8	X	27,5	26,8
1167ZZ0045	X	X	185	193	177	166	166	26,3	27,8	27,9	27,3	26,9
1177ZZ0161	651	955	1097	1095	984	1077	1137	29,4	28,3	28,7	28,1	28,9
1167ZZ0024	201	203	213	214	233	242	247	25,5	26,1	26,0	28	26
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	262	X	X	X		27,2
1175ZZ0106	325	306	302	306	299	305	335	32,7	31,1	28,9	29,8	26,9
1179ZZ0070	600	548	604	517	505	481	609	27,6	26,9	27,2	28	27,4
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	1839	1790	X	X	X	29,3	30,7
1186ZZ0118	1340	1343	1334	1373	1419	1468	1450	27,7	27,7	28,3	28,1	27,8
1179ZZ0228	614	614	615	614	1176	610	622	29,0	25,0	29,0	29,5	27,3
1183ZZ0052	496	413	430	439	420	444	467	27,9	27,8	27,3	28,4	27,7
1181ZZ0132	1695	1340	2030	1780	2140	2170	2330	28,9	28,2	28,8	29,7	30,3
1184ZZ0001	780	809	X	X	X	818	831	X	X	X	30,4	30,7



n° BSS	pH							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	SP 2005	SP 2005	SS 2006	SS 2006	SP 2006	SP 2006	SS 2007	SS 2007	SP 2007	SP 2007
1166ZZ0026	X	X	6,56	6,77	6,68	6,48	5,62	15	220,5	27	232,2	-2	185,0	29	X	65	138
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	7,11	6,82	X	X	X	X	X	X	-20	121	-20	115
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	7,21	6,76	X	X	X	X	X	X	-26,4	108	-1	88
1168ZZ0054	26,6	6,90	6,63	6,95	7,01	230	6,28	6,72	435,6	35	240,6	X	184,0	75,1	8	25	90
1169ZZ0006	7,8	7,90	7,12	7,65	6,65	7,65	7,04	240	444,2	-85	119,7	X	177,0	-37	75	-25	39
1169ZZ0084	X	X	7,12	6,88	6,94	6,38	6,07	-79	126,2	-30	174,4	36	156,0	12	78	39	100
1174ZZ0088	7,45	7,15	7,03	7,17	6,34	6,9	5,95	175	380,1	6	211,5	X	171,0	-23	101	38	130
1175ZZ0153	7,45	7,20	7,84	6,57	X	7,16	6,44	170	376,6	-13	192,5	X	X	-27	62	18	140
1167ZZ0045	X	X	7,05	6,91	6,63	6,94	6,59	-46	159,8	26	230,7	2	151,0	4	97	8	35
1177ZZ0161	7,4	7,20	6,56	6,71	6,01	X	5,79	52	255,6	-46	158,4	40	146,0	X	X	55	120
1167ZZ0024	8,15	7,20	7,22	7,19	6,62	6,98	7,00	229	435,4	-35	171,0	2	204,0	-23	85	-17	54
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	6,53	X	X	X	X	X	X	X	X	12	38
1175ZZ0106	7,4	6,65	6,63	7,00	6,69	6,73	7,06	-114	87,2	13	215,4	-2	183,0	2	84	-21	34
1179ZZ0070	7,4	7,45	7,90	7,86	6,82	7,86	7,58	-13	191,9	-20	185,4	X	105,0	48	114	-52	-147
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	7,66	7,47	X	X	X	X	X	X	-68	131	46	-11
1186ZZ0118	7,45	7,40	6,87	6,99	6,60	6,88	6,50	185	389,8	-44	160,8	4	155,0	-8	88	X	X
1179ZZ0228	7,35	7,25	6,67	6,40	6,66	6,8	6,64	8	211,9	-1	205,7	1	117,0	-4	119	6	62
1183ZZ0052	7,95	7,45	6,41	6,60	6,66	6,22	6,00	166	370,7	-56	148,7	0	129,0	22	115	124	21
1181ZZ0132	7,8	7,75	7,17	7,22	7,27	7	7,00	1	205,0	-10	194,5	-38	202,0	-28	101	-19	8
1184ZZ0001	7,6	7,50	X	X	X	6,44	6,58	X	X	X	X	X	X	-1	86	14	55

n° BSS	O2 (%)				O2 (mg/l)						Mn							
											µg/l							
											5							
	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	
1166ZZ0026	68,1	107,7	56,7	44,1	34,8	5,39	8,20	4,53	3,29	2,68	X	X	< LQ	< LQ	5	< LQ	< LQ	
1166ZZ0019	X	X	X	46,8	31	X	X	X	3,67	2,59	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	
1166ZZ0023	X	X	X	42,5	31,9	X	X	X	3,41	2,56	X	X	X	X	X	7	< LQ	
1168ZZ0054	X	101	70,5	38,1	29,5	5,92	7,97	5,50	3,02	2,33	66	8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1169ZZ0006	18,7	32,2	28,3	10,1	4,4	1,47	2,55	1,90	0,78	0,34	99	167	207	274	199	180	211	
1169ZZ0084	80	104	59,5	34,9	29,6	6,21	7,95	4,54	2,66	2,32	X	X	62	26	12	< LQ	9	
1174ZZ0088	16,5	46	50,6	20,5	3,6	1,27	3,59	4,00	1,63	0,28	96	993	1216	1115	962	811	519	
1175ZZ0153	89	57,5	X	32,7	26,3	7,30	4,56	X	2,53	2,08	<L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1167ZZ0045	68,8	99,6	67,2	40,9	29	5,54	7,72	5,23	3,16	2,31	X	X	< LQ	23	166	28	13	
1177ZZ0161	37	58,3	43,2	51,1	21,11	2,70	4,46	3,29	4,02	1,61	159	7	< LQ	8	8	8	6	
1167ZZ0024	62,5	91	54,3	37,1	31	5,10	7,23	4,34	2,89	2,51	5	< LQ	< LQ	< LQ	9	16	9	
1172ZZ0050	X	X	X	X	10,9	X	X	X	X	0,87	X	X	X	X	X	X	924	
1175ZZ0106	68,1	119,6	33,1	43,8	12,8	4,89	8,74	2,53	3,31	1,01	<L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	23	260	
1179ZZ0070	22,6	59,9	30	14,6	48	1,77	4,81	2,10	1,13	0,38	204	203	67	30	481	169	72	
1182ZZ0160	X	X	X	25,8	0,8	X	X	X	1,97	0,06	X	X	X	X	X	70	70	
1186ZZ0118	X	54,1	48,3	22,4	21,8	3,00	4,17	3,75	1,74	1,72	<L D	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1179ZZ0228	7,4	16,5	20	20,5	35,9	0,57	1,36	1,62	1,5	2,86	<L Q	47	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1183ZZ0052	52,8	72,8	27	17	17,8	4,13	5,62	2,13	1,31	1,41	13	24	< LQ	10	27	10	30	
1181ZZ0132	17,7	23	121,6	35,1	10,6	1,36	1,79	8,93	2,62	0,79	242	253	97	55	78	32	77	
1184ZZ0001	X	X	X	17	23,6	X	X	X	1,29	1,74	438	476	X	X		192	203	

n° BSS	Fe							Na							Cl						
	µg/l							mg/l							mg/l						
	20							0,5							0,5						
	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 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
1166ZZ0026	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	70	X	X	30,9	27,7	26,1	25,2	23,1	X	X	51,9	37,8	32,2	34,2	32,3
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	15,9	14,9	X	X	X	X	X	18,1	15,2
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	20	30	X	X	X	X	X	30,7	28,4	X	X	X	X	X	52,1	47,7
1168ZZ0054	20	< LQ	30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	25,6	16,7	15,4	17,5	18,5	18,5	18,4	19,0	18,9	25,8	26,3	29,1	34,3	40,7
1169ZZ0006	100	70	170	2920	110	190	520	50,4	44,0	42,4	63,4	77	79,3	55	38,8	42,1	44,5	42,5	40,6	43,9	43,6
1169ZZ0084	X	X	200	< LQ	< LQ	< LQ	100	X	X	25,6	27,2	27,5	27,2	26,2	X	X	32,7	32,8	31,1	34,3	32,5
1174ZZ0088	350	540	260	630	90	130	50	12,5	14,5	13,3	15,5	16,2	15,2	15,4	6,0	12,2	11,5	12,7	11,2	11,6	10,5
1175ZZ0153	<LQ	< LQ	90	< LQ	< LQ	20	< LQ	22,6	24,2	12,4	24,3	24,3	24,7	23,4	29,3	29,9	19,3	27,4	29	29,3	26,6
1167ZZ0045	X	X	< LQ	< LQ	60	< LQ	< LQ	X	X	15,1	16,2	14,2	14,4	15,7	X	X	13,8	14,7	10,9	13	14,8
1177ZZ0161	60	< LQ	60	0	< LQ	< LQ	30	58,9	90,8	99,0	105,2	100,5	104,5	106,6	90,7	146,0	163,3	174,8	160	191	178
1167ZZ0024	<LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	20	< LQ	13,4	14,2	14,4	17,4	19,2	18,9	17,4	10,4	10,7	11,6	10,7	11,4	13	20,9
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	10200	X	X	X	X	X	X	14,9	X	X	X	X	X	X	12,1
1175ZZ0106	<LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1170	18,7	19,4	19,3	18,2	19,8	19,7	22,6	35,9	37,8	37,1	36,2	35,1	38,9	67,2
1179ZZ0070	280	900	330	30	1840	200	220	62,3	58,4	60,5	61,7	54,4	53,7	64,5	99,8	96,7	102,2	95,8	96,4	96,7	104
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	< LQ	40	X	X	X	X	X	274,2	269,9	X	X	X	X	X	468,1	450
1186ZZ0118	<LQ	< LQ	0	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	116,0	121,0	112,9	122,3	125	126,4	124,8	196,0	196,0	172,8	195,4	192	219,4	214
1179ZZ0228	<LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	43,4	45,5	43,1	43,1	46,8	46,8	46,2	78,2	78,3	79,7	79,1	76,4	81,8	76,9
1183ZZ0052	<LQ	20	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	51,7	38,0	39,6	42,7	42,7	41,6	39,3	59,2	52,8	62,6	61,3	55,9	67,8	68,4
1181ZZ0132	<LQ	180	190	100	< LQ	< LQ	160	235,0	197,0	262,7	257,2	303,2	278,3	316,3	287,2	217,0	349,6	281,4	384	385,2	466
1184ZZ0001	580	2790	X	X	X	140	200	100,0	110,0	X	X	X	118,1	109,2	140,2	144,0	X	X	X	164,6	152

n° BSS	Ca							Mg							K						
	mg/l							mg/l							mg/l						
	0,5							0,5							0,5						
	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 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
1166ZZ0026	X	X	32,00	26,3	24,5	24,4	23,8	X	X	14,4	12,5	12,4	12,5	11,1	X	X	7,8	14,3	16,8	15,1	14,7
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	18,3	17,6	X	X	X	X	X	6,1	5,4	X	X	X	X	X	3,6	3
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	29,4	28,2	X	X	X	X	X	17,3	15,5	X	X	X	X	X	4,4	3,4
1168ZZ0054	15,6	22,5	25,40	26,6	29,2	30	31	5,6	7,4	7,9	7,8	9,2	9,2	9	5,3	4,4	4,0	4,4	5,2	4,7	4,8
1169ZZ0006	23,4	23,4	24,90	20	18,2	17,4	23,5	7,0	8,3	8,4	6,2	5,7	5,2	6,4	2,5	2,3	2,1	2,2	3,1	2,6	2,8
1169ZZ0084	X	X	28,70	29,5	30,5	29,4	28,8	X	X	8,7	8,5	9,2	9,2	8,2	X	X	1,6	1,8	2,3	2	1,9
1174ZZ0088	15,1	15,7	12,90	14,1	13,6	13,4	12	2,7	5,0	6,5	7,3	6,9	6,6	6,5	4,9	3,6	2,2	2,6	3	2,6	2,7
1175ZZ0153	23	22,2	7,30	22,9	23,3	22,7	22,8	8,4	8,5	4,8	8,0	8,6	8,3	7,6	1,7	1,8	3,5	1,2	5,4	0,7	1,3
1167ZZ0045	X	X	13,00	12,4	11,7	11,8	12,8	X	X	4,4	4,4	4,2	4,1	4,2	X	X	3,6	3,4	3,8	4,7	8,6
1177ZZ0161	34,5	47,1	56,20	56,6	54,1	57,1	55,5	19,5	34,7	40,1	38,7	37,9	40	39,6	7,2	7,9	8,0	9,0	9	8,5	7,8
1167ZZ0024	14,9	15,4	16,70	16,4	18,8	19,6	19,3	5,5	5,5	5,5	5,1	6,1	6,3	6,1	3,5	3,8	3,7	3,8	4,9	5,1	4,3
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	20,6	X	X	X	X	X	X	6,2	X	X	X	X	X	X	1,7
1175ZZ0106	25,6	21,6	22,20	22,2	21,8	22,6	27,9	10,9	9,9	10,0	9,9	10,1	10,2	6,7	0,8	0,7	0,8	0,7	1	0,8	1,9
1179ZZ0070	39,9	36,9	43,50	33,7	34,2	28,4	44,8	6,3	5,7	5,9	5,1	8,3	7	6	3,8	3,9	1,7	3,2	3,1	2,7	2
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	50,5	49	X	X	X	X	X	25,3	23,9	X	X	X	X	X	8,6	7,3
1186ZZ0118	116	115	119,50	125,7	129	130,4	130,2	27,0	28,6	28,7	28,6	31,4	30,7	30,6	5,5	5,9	5,4	5,5	6,4	6,5	6
1179ZZ0228	48,9	50,1	51,50	50,3	53,3	53,5	53,6	15,9	15,1	16,3	15,8	16,6	16,4	16,1	0,8	0,9	0,8	0,8	1,1	0,9	0,9
1183ZZ0052	29,2	23,5	24,30	25,3	25,5	25,4	24	11,9	10,5	11,3	11,4	12	12,1	10,9	2,7	3,2	2,0	2,8	3,2	2,7	2,8
1181ZZ0132	54,9	49,9	77,50	79,1	82,5	81,9	77,9	33,1	28,7	45,2	40,8	54,7	48,5	51,1	6,6	3,3	5,3	3,8	8,4	6	7,6
1184ZZ0001	23,6	23,7	X	X	X	23,9	23,8	16,8	17,4	X	X	X	17,2	16,5	6,4	6,5	X	X	X	7,6	6,1

HCO3						CO3						SO4						
mg/l						mg/l						mg/l						
5						5						0,5						
SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	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
X	93	68	67	72	71	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	40,4	43,7	42	42,4	41,8
X	X	X	X	61	60	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	13,1	12,3
X	X	X	X	100	95	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	23,4	21,6
51	53	57	61	56	51	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	27,3	25,9	21,0	23,8	28,2	28,4	34,9
141	153	182	212	217	173	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	4,5	9,8	10,3	0,0	< LQ	1,3	8,7
X	80	86	87	85	80	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	16,4	17,1	16,3	18,3	16,2
97	93	101	98	93	92	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	4,4	3,2	3,7	3,0	2,8	4,2	3,4
110	45	113	113	118	111	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	10,0	10,5	7,3	8,6	9,8	9,3	8,7
X	63	66	64	64	68	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	5,7	5,7	4,8	6,1	6,7
309	349	341	328	339	362	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6,9	13,9	16,4	15,0	14,2	17,1	17
89	91	88	92	93	85	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	7,0	7,9	9,6	10,5	13,2	15,7	12,9
X	X	X	X	X	118	X	X	X	X	X	< LQ	X	X	X	X	X	X	0,8
89	81	85	82	84	66	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3,2	1,9	3,1	3,0	3,1	3,3	< LQ
143	137	108	119	92	135	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	10,2	4,0	14,4	7,7	7	8,5	13
X	X	X	X	182	181	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	28,2	25,9
475	486	480	475	466	471	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	19,8	20,2	21,5	20,1	19,9	21,2	19,8
205	204	200	232	200	199	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	19,0	16,2	18,6	17,4	17,8	18,5	17,6
98	100	99	119	99	96	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	13,8	20,1	16,1	16,2	15,6	18,1	16,5
390	516	546	531	529	493	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	61,7	56,4	64,1	73,1	64,2	75,7	56,8
222	X	X	X	195	206	< LQ	X	X	X	< LQ	< LQ	3,4	< LQ	X	X	X	9,6	10

n° BSS	SiO2							NH4							NO2				
	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 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006
1166ZZ0026	X	X	80,1	88,6	94,1	94,3	86,5	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	< LQ	0,01	0,01
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	88,4	84,9	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	97,5	94,6	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X
1168ZZ0054	32,9	87,8	85,7	86,1	89,7	89,9	85,5	1,4	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3,86	< LQ	< LQ	0,01	< LQ
1169ZZ0006	30,8	44,2	43,7	19,7	16,3	18	24,6	0,1	< LQ	< LQ	0,2	0,4	0,3	< LQ	< LQ	0,1	0,02	< LQ	< LQ
1169ZZ0084	X	X	63,1	63,6	67	65,3	67,1	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	< LQ	< LQ	0,01
1174ZZ0088	22,7	43,5	82,9	71,7	63	82,2	73,8	< LQ	0,3	< LQ	< LQ	0,1	0,2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,01	< LQ
1175ZZ0153	64,5	67,1	27,0	66,0	65,8	68,2	68,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,01	< LQ	< LQ
1167ZZ0045	X	X	73,9	66,4	79	77,5	74	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	X	X	< LQ	0,03	< LQ
1177ZZ0161	56,8	96,2	112,4	109,5	105,9	112,3	113,8	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1167ZZ0024	72,9	74,9	77,2	79,4	81,9	80	79	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	53,1	X	X	X	X	X	X	0,3	X	X	X	X	X
1175ZZ0106	59,8	52,4	52,8	56,4	52,7	55,4	9,7	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1179ZZ0070	50,2	41,3	62,1	19,5	26,2	23,5	64,7	0,2	0,3	< LQ	< LQ	0,3	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	41,9	41,7	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X
1186ZZ0118	49,3	51,4	51,1	49,8	52,9	50,9	52	< LQ	< LQ	< LQ	0,2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,01	< LQ
1179ZZ0228	65,9	65,2	66,2	68,8	70,2	69,4	69,5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	0,02
1183ZZ0052	60,3	65,7	74,6	73,7	76,8	76,7	68,5	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	0,2	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,34
1181ZZ0132	35,2	44,5	43,3	59,9	45,1	61,7	41,4	< LQ	< LQ	< LQ	0,5	< LQ	< LQ	< LQ	0,03	< LQ	< LQ	0,01	0,03
1184ZZ0001	74,1	75,4	X	X	X	94,4	92,5	2,1	1,9	X	X	X	0,4	0,2	0,03	< LQ	X	X	X

n° BSS	NO3							PO4					F							
	mg/l							mg/l					mg/l							
	0,5							0,1					0,1							
	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 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	
1166ZZ0026	X	X	48,9	47,0	44	44	44,7	X	X	< LQ	0,2	0,2	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	29,6	27,2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	46,4	41,4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	0,1	
1168ZZ0054	5,6	46,8	41,2	36,6	40,8	43,1	46,2	<L Q	0,1	< LQ	0,1	0,1	0,2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,2	
1169ZZ0006	<L Q	1,3	2,6	< LQ	< LQ	0,7	< LQ	<L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	<LQ	< LQ	< LQ	0,1	0,1	< LQ	< LQ	
1169ZZ0084	X	X	39,0	35,5	45,6	47,6	48,6	X	X	0,2	0,1	0,1	X	X	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1174ZZ0088	1,0	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1	< LQ	<L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	<LQ	< LQ	< LQ	0,1	0,1	0,1	0,2	
1175ZZ0153	3,6	4,6	0,7	2,4	4	< LQ	2	0,2	0,3	< LQ	0,1	0,4	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	
1167ZZ0045	X	X	10,3	8,7	4,5	6,9	9,6	X	X	0,3	0,2	< LQ	X	X	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1177ZZ0161	1,2	2,9	1,6	1,7	2,6	2	1,9	0,5	0,4	< LQ	0,3	0,3	<LQ	< LQ	0,1	0,1	0,1	0,1	< LQ	
1167ZZ0024	3,3	4,1	4,4	6,1	9,6	11,6	8,2	0,2	0,2	< LQ	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	< LQ	< LQ	0,1	
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	< LQ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ
1175ZZ0106	19,8	20,1	20,7	22,4	20,1	22,1	< LQ	<L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	<LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1179ZZ0070	0,1	3,4	< LQ	< LQ	0,6	< LQ	< LQ	<L Q	0,3	< LQ	< LQ	< LQ	<LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ
1186ZZ0118	11,8	12,7	12,3	11,8	12,1	11,4	9,8	<L Q	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	
1179ZZ0228	6,5	8,0	8,2	6,5	6,3	7,7	6,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,9	0,1	< LQ	< LQ	0,1	< LQ	0,1	
1183ZZ0052	4,1	22,2	21,3	20,9	13,7	23,4	20,9	<L Q	0,4	< LQ	0,4	0,4	0,2	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1181ZZ0132	1,0	0,3	0,7	< LQ	2	2,6	< LQ	<L Q	0,3	< LQ	0,2	< LQ	<LQ	0,1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	
1184ZZ0001	1,5	< LQ	X	X	X	4,2	1,2	<L Q	0,3	X	X	X	<LQ	< LQ	X	X	X	< LQ	0,1	

Ni							Al							As						
µg/l							µg/l							µg/l						
5							10							5						
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 2004	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	63	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	<LQ	<LQ
X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	21	28	X	X	X	X	X	<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	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	30	<LQ	<LQ	25	10	33	22
X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	210	<LQ	<LQ	<LQ	89	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	266	<LQ	<LQ	31	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	109	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	11	<LQ	<LQ	<LQ	19	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<LQ	<LQ	6	8	<LQ	<LQ	15	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	39	<LQ	<LQ	<LQ	14	5	11	9
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10	18	16	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
X	X	X	X	X	X	<LQ	X	X	X	X	X	X	<LQ	X	X	X	X	X	X	7
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	20	<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	<LQ	<LQ
X	X	X	X	X	<LQ	<LQ	X	X	X	X	X	<LQ	33	X	X	X	X	X	8	8
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	13	<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	<LQ	<LQ
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	34	13	<LQ	<LQ	<LQ	6	<LQ	14
6	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	X	X	X	<LQ	12	<LQ	<LQ	X	X	X	<LQ	<LQ



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

n° BSS	Co			Cr					Cu					Li			Pb				
	µg/l			µg/l					µg/l					µg/l			µg/l				
	2			5					2					10			2				
	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007
1166ZZ0026	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1166ZZ0019	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	3	< LQ	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ
1166ZZ0023	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	4	< LQ	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ
1168ZZ0054	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	560	20	387	50	< LQ	12	16	< LQ	3	< LQ	< LQ	< LQ
1169ZZ0006	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3	25	30	42	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1169ZZ0084	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	4	3	6	2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1174ZZ0088	< LQ	< LQ	2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	18	22	< LQ	12	< LQ	< LQ	3
1175ZZ0153	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1167ZZ0045	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2	< LQ	2	2	4	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1177ZZ0161	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5	< LQ	3	4	4	6	21	21	20	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ
1167ZZ0024	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3	11	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2	< LQ	< LQ
1172ZZ0050	X	X	X	X	X	X	X	< LQ	X	X	X	X	< LQ	X	X	X	X	X	X	X	< LQ
1175ZZ0106	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	11	8	16	14	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1179ZZ0070	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1182ZZ0160	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	2	< LQ	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ
1186ZZ0118	< LQ	< LQ	2	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1179ZZ0228	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1183ZZ0052	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ	3	3	4	5	< LQ	12	33	< LQ	5	4	2	3
1181ZZ0132	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	3	< LQ	3	2	< LQ	43	37	55	< LQ	5	< LQ	< LQ	< LQ
1184ZZ0001	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	< LQ	< LQ	X	X	X	X	X	X	< LQ	< LQ





	2,4D	Atrazine	Bromacile	Chlorodécone	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	Metolachlor	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'interdiction	#	30/09/2003	31/12/2003	Sept.	1972	13/12/2008	i	31/12/2007	#	i	i	i	01/07/1998	#	30/06/2004	?	?	?	#	#	#	#	#	#	31/12/2003

129 produits phytopharmaceutiques analysés sur les 15 points du réseau suivants (figurent uniquement les pesticides quantifiés) : campagne hautes eaux (novembre 2006)

	Numéro BSS et date		2,4D	Atrazine	Bromacile	Chlorodécone	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	Metolachlor	Total		
Basse Pointe - Rivière	1168ZZ0054	22/11/06	<LO	<LO	<LO	0,31	0,395	0,057	0,0161	0,156	<LO	<LO	0,0814	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	1,02	
Marigot - Anse Charpentier	169ZZ0006	22/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,0256	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,03	
Trinité - Source Mome	1175ZZ0153	24/11/06	<LO	<LO	<LO	2,52	0,01	<LO	0,0062	<LO	<LO	0,043	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,19	<LO	<LO	2,77	
Gros Mome - La Borelli	1174ZZ0088	24/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,0054	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,15	<LO	0,16	
François - Grand Fond	1179ZZ0299	23/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,25	<LO	<LO	0,25	
Gros Mome - Vert Pré	1175ZZ0106	29/11/06	<LO	<LO	<LO	0,58	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,346	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,93
Basse Pointe - Chalvet	1166ZZ0026	22/11/06	<LO	<LO	1,89	<LO	0,10	0,074	0,0104	0,057	<LO	<LO	0,0659	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	2,20	
Lorrain - Fond Brulé	1169ZZ0084	22/11/06	<LO	<LO	<LO	15,2	0,0127	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	7,80	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	23,01
Saint Pierre - CDST	1167ZZ0045	26/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,0225	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,2	<LO	0,22	
François - La Victoire	1179ZZ0228	30/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	-
Lamentin - H. Ressource	1179ZZ0070	29/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,2	<LO	0,20	
Rivière Pilote -	1183ZZ0052	28/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	-
Prêcheur - Rivière du	1167ZZ0024	27/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,16	<LO	0,16	
Schoelcher - Fond Lahaye	1177ZZ0161	21/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	-
Trinité - Le Galion	1175ZZ0154	24/11/06	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,13	<LO	0,13	

	2,4D	Atrazine	Bromacile	Chlorodécone	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	Metolachlor	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	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	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	µg/l
Date d'interdiction	#	30/09/2003	31/12/2003	Sept.	1972	13/12/2008	i	31/12/2007	#	i	i	i	01/07/1998	#	30/06/2004	?	?	?	#	#	#	#	#	#	#	31/12/2003

135 produits phytopharmaceutiques analysés sur les 19 points du réseau suivants (figurent uniquement les pesticides quantifiés) : campagne basses eaux (avril 2007)

	Numéro BSS et date		2,4D	Atrazine	Bromacile	Chlorodécone	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	Metolachlor	Total		
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168ZZ0054	18/04/07	<LO	<LO	0,8	<LO	0,523	<LO	0,0163	0,113	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	1,452
Marigot - Anse Charpentier	169ZZ0006	18/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,0252	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,11	<LO	<LO	<LO	<LO	0,135
Trinité - Source Mome Figure	1175ZZ0153	26/04/07	<LO	<LO	<LO	2,2	<LO	<LO	0,0072	<LO	<LO	<LO	0,0072	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	2,207
Gros Mome - La Borelli	1174ZZ0088	23/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,282	<LO	<LO	<LO	<LO	0,282
Gros Mome - Vert Pré	1175ZZ0106	26/04/07	<LO	<LO	<LO	1,7	<LO	<LO	0,006	<LO	<LO	<LO	0,353	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,15	<LO	<LO	<LO	<LO	2,209
Basse Pointe - Chalvet	1166ZZ0026	25/04/07	<LO	<LO	1,42	0,372	0,0131	0,071	0,0099	<LO	<LO	<LO	0,006	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,19	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	2,082
Lorrain - Fond Brulé	1169ZZ0084	18/04/07	<LO	<LO	<LO	10,4	0,0125	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	10,622	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,26	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	21,295
Saint Pierre - CDST	1167ZZ0045	24/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,094	<LO	<LO	0,094	
François - La Victoire	1179ZZ0228	20/04/07	<LO	<LO	<LO	0,24	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,240
Lamentin - H. Ressource	1179ZZ0070	20/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	-
Rivière Pilote - Fougainville	1183ZZ0052	23/04/07	<LO	<LO	<LO	0,374	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,1	0,128	<LO	<LO	0,603	
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	1167ZZ0024	24/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,06	<LO	<LO	<LO	0,058	
Schoelcher - Fond Lahaye	1177ZZ0161	16/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	0,37	<LO	<LO	<LO	0,372	
Rivière Salée - nouvelle Cité	1182ZZ0160	20/04/07	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	<LO	-
Macouba - Nord Plage	1166ZZ002																												







**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional de Martinique**  
4 lot. Miramar  
Route Point des Nègres  
97200 – Fort De France - Martinique  
Tél. : 05 96 71 17 70