

Document public



Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison des pluies 2008

Rapport final

BRGM/RP-57386-FR

juillet 2009





Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison des pluies 2008

Rapport final

BRGM/RP-57386-FR
juillet 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 08 EAUJ08

B. Leclerc

Vérificateur :

Nom : A. Brugeron

Date : 10/06/2009

Approbateur :

Nom : JP. Comte

Date : 03/08/2009

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



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

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

Leclerc B. (2009) – Contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison des pluies 2008. BRGM/RP-57386-FR. 103 p., 64 ill., 6 ann.

© BRGM, 2009, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Conformément aux exigences de la Directive Cadre Européenne sur l'eau 2000/60/CE (article 8), les Etats membres devaient mettre en place des réseaux de surveillance de l'état des masses d'eau avant le 22 décembre 2006.

La DIREN Martinique s'est chargée de leur mise en place au niveau local, en fonction des prescriptions de la Directive Cadre sur l'eau reportées dans les guides nationaux et européens. Elle a ainsi confié au BRGM la réalisation d'une étude visant à faire évoluer le réseau de suivi patrimonial de la qualité des eaux souterraines démarré en 2004. Les résultats de cette étude finalisée fin 2006 sont présentés dans le rapport « Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique BRGM/RP-55098-FR ». Le réseau de contrôle de surveillance ainsi défini était constitué de 18 points : 15 sont des forages ou piézomètres, et 3 des sources.

L'Office de l'EAU (ODE), la DIREN et le BRGM pour l'année 2007, et l'ODE et le BRGM pour l'année 2008 ont financé un programme de surveillance basé sur deux campagnes de mesures (saison sèche et saison des pluies), sur 20 points. 18 de ces points correspondaient au réseau de contrôle de surveillance et au contrôle opérationnel ; les deux autres points (Rivière Falaise et Vert Pré) étant suivi uniquement au titre du contrôle opérationnel.

Le contrôle de surveillance réalisé en 2007 et 2008 a ainsi révélé la contamination d'un certain nombre de points au-delà des seuils du bon état chimique. Le suivi de sites contaminés étant l'objet du contrôle opérationnel, les sites concernés ont désormais une double vocation de « contrôle de surveillance » et de « contrôle opérationnel ». Ces sites constituent, avec les 2 points dédiés définis en 2007, le réseau de contrôle opérationnel 2008, qui devra être maintenu jusqu'au retour au bon état chimique. Ainsi, le suivi 2009 portera sur 20 points :

- 18 points similaires au contrôle de surveillance et au contrôle opérationnel
- 2 points spécifiques au contrôle opérationnel (Rivière Falaise et Vert Pré).

Toutes les analyses ont été effectuées auprès du laboratoire « Métrologie Monitoring et Analyses » du BRGM, accrédité COFRAC. Elles ont concerné les paramètres physico-chimiques des eaux, les teneurs en éléments majeurs, en matières organiques, les matières en suspension, les paramètres de minéralisation et de salinité, les composés azotés, les micropolluants minéraux et les pesticides.

D'un point de vue physico-chimique, les eaux analysées sont souvent pauvres en oxygène dissous et présentent des températures supérieures à 25°C. Le pH est très proche de la neutralité sur l'ensemble des sites du réseau.

D'importantes teneurs en **chlorures** sont toujours observées dans le sud de l'île (pics de concentration sur les sites de Rivière Salée et des Trois Ilets). De même, **un tiers des sites présente toujours des teneurs en nitrates révélatrices d'une contamination d'origine anthropique** (supérieures à 10 mg/l). **Les deux sites de Basse Pointe (Chalvet et Rivière Falaise) dépassent la norme de qualité de 50 mg/l fixée par la Directive Cadre.**

Concernant les teneurs en matières organiques oxydables, les sites de Fond Canal (commune du Carbet) et de Vert Pré (commune du Robert), qui avaient dépassé la référence qualité de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine en saison sèche 2008, sont revenus à des valeurs faibles (< 1 mg/l).

Des teneurs importantes en éléments traces métalliques (arsenic, fer et manganèse) sont à signaler sur de nombreux sites du réseau. Pour l'arsenic, une teneur importante de 21 µg/l a été détectée sur le site de l'Anse Charpentier au Marigot (teneur supérieure à la valeur du seuil provisoire de la DCE fixé à 10 µg/l - Circulaire DCE 2006/18 du 21 décembre 2006). Cette teneur élevée, récurrente depuis plusieurs campagnes de prélèvements sur ce site, est très probablement liée à un fond géochimique élevé en arsenic pour cet aquifère.

Les concentrations en **produits phytosanitaires (notamment pour les molécules les plus rémanentes : Chlordécone, beta HCH et Dieldrine) dépassent la norme DCE pour 85 % des stations** (soit 17 stations sur 20, les 3 non concernées se trouvant dans la masse d'eau Nord Caraïbe). **Le chlordécone a été détecté à une teneur supérieure à 1 µg/l sur 75 % des stations.**

Tous produits confondus, le nombre de points en mauvais état est passé de 56% en saison des pluies 2007 à 28% en saison sèche 2008, puis à 83 % en saison des pluies 2008.

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

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

Sommaire

1. Introduction	13
1.1. LE RESEAU DCE	15
1.2. PARAMETRES ANALYSES	17
1.3. SEUILS ET VALEURS GUIDES	18
1.4. PLUVIOMETRIE DEPUIS 1998.....	19
2. Résultats et interprétations	21
2.1. PHYSICO-CHIMIE IN SITU	21
2.1.1. Température	21
2.1.2. Conductivité	22
2.1.3. pH	25
2.1.4. Oxygène dissous	26
2.2. ELEMENTS MAJEURS	28
2.2.1. Contrôle de la cohérence des analyses	28
2.2.2. Diagramme de Piper.....	30
2.2.3. Chlorures (Cl ⁻)	31
2.2.4. Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	35
2.2.5. Sulfates (SO ₄ ²⁻).....	36
2.2.6. Calcium (Ca ²⁺)	37
2.2.7. Magnésium (Mg ²⁺)	38
2.2.8. Sodium (Na ⁺)	40
2.2.9. Potassium (K ⁺).....	41
2.3. MATIERES ORGANIQUES OXYDABLES	42
2.3.1. Oxydabilité au permanganate à chaud en milieu acide	42
2.3.2. Carbone organique dissous (COD)	43
2.4. FER TOTAL	44
2.5. MANGANESE TOTAL	46
2.6. SILICIUM (H ₄ SiO ₄).....	47
2.7. COMPOSES AZOTES.....	49

2.7.1. Nitrates (NO ₃ ⁻)	49
2.7.2. Ammonium (NH ₄ ⁺)	54
2.8. MICROPOLLUANTS MINERAUX	56
2.8.1. Méthodologie	56
2.8.2. Synthèse des micropolluants minéraux détectés en saison des pluies 2008	57
2.9. PRODUITS PHYTOSANITAIRES	64
3. Synthèse des résultats au titre de la DCE	89
3.1. ETAT DES MASSES D'EAU SELON LES PRESCRIPTIONS DE LA DCE EN SAISON DES PLUIES 2008	89
3.2. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN SAISON DES PLUIES 2008	92
3.2.1. Depuis la mise en place du réseau DCE (2007)	92
3.2.2. Depuis l'existence d'un réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines en Martinique (2004)	93
4. Conclusion	95
5. Bibliographie	97

Liste des illustrations

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées depuis 2004	14
Illustration 2 : Liste des sites du réseau DCE. Les points N4 et C1 sont suivis uniquement au titre du contrôle opérationnel, les autres au titre du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel	15
Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau DCE en 2008 ; les points N4 et C1 surlignés en jaune sont suivis uniquement au titre du contrôle opérationnel	16
Illustration 4 : Catégories de paramètres analysés à l'issue des campagnes de prélèvement 2008	17
Illustration 5 : Cumuls pluviométriques en fonction des saisons	20
Illustration 6 : Températures relevées in situ lors des campagnes de saison sèche et de saison des pluies 2008	21
Illustration 7 : Conductivités mesurées in situ en 2007 et en 2008 (en rouge, référence de qualité maxi de 1100 µS/cm conseillée pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	22
Illustration 8 : Analyse statistique des données de conductivité, depuis 2004	24

Illustration 9 : pH mesurés in situ en 2007 et en 2008 (en rouge, référence de qualité minimum de 6,5 pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	25
Illustration 10 : Teneurs en oxygène dissous mesurées in situ en 2007 et 2008	26
Illustration 11 : Analyse statistique des données d'oxygène dissous, depuis 2005	27
Illustration 12 : Représentation des balances ioniques calculées	29
Illustration 13 : Diagramme de Piper des eaux souterraines prélevées lors de la campagne de saison des pluies 2008.....	30
<i>Illustration 14 : Répartition des teneurs en chlorures sur le réseau en saison des pluies 2008</i>	<i>32</i>
Illustration 15 : Histogramme des concentrations en chlorures mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, référence de qualité maximum de 250 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	33
Illustration 16 : Concentrations en chlorures sur la station SC2-Trois-Ilets – Vatable de 2004 à 2008	34
Illustration 17 : Histogramme des concentrations en bicarbonates mesurées en 2007 et 2008	35
Illustration 18 : Histogramme des concentrations en sulfates mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, référence de qualité maximum de 250 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	36
Illustration 19 : Histogramme des concentrations en calcium mesurées en 2007 et 2008	38
Illustration 20 : Histogramme des concentrations en magnésium mesurées en 2007 et 2008	39
Illustration 21 : Histogramme des concentrations en sodium mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, la référence de qualité maximum de 200 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)	40
Illustration 22 : Histogramme des concentrations en potassium mesurées en 2007 et 2008	41
Illustration 23 : Oxydabilité des eaux du réseau mesurées en 2007 et 2008	42
Illustration 24 : Histogramme des teneurs en carbone organique dissous mesurées en 2007 et 2008	44
Illustration 25 : Histogramme des teneurs en fer total mesurées en 2007 et 2008	45
Illustration 26 : Proportion de fer dissous et de fer complexé pour les stations du réseau ayant plus de 1 mg/l de fer total.....	45
Illustration 27 : Histogramme des teneurs en manganèse total mesurées en 2007 et 2008	46
Illustration 28 : Histogramme des concentrations en silice mesurées en 2007 et 2008.....	48
Illustration 29 : Histogramme des concentrations en nitrates mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, valeur seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18).....	49
Illustration 30 : Evolution des teneurs en nitrates sur 5 sites, depuis 2006 (en rouge, valeur seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)	50

Illustration 31 : Diagramme nitrates versus chlorures (en mg/l) d'après les mesures effectuées en 2007 et 2008 (N.B. : en saison des pluies 2008, 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 32 : Carte des teneurs en nitrates mesurées en saison des pluies 2008.....	53
Illustration 33 : Histogramme des concentrations en ammonium mesurées en 2007 et 2008.....	54
Illustration 34 : Synthèse des micropolluants minéraux recherchés	56
Illustration 35 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur le réseau en saison des pluies 2008.....	57
Illustration 36 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur chaque masse d'eau en saison des pluies 2008	59
Illustration 37 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux retrouvés dans les eaux souterraines en saison des pluies 2008	63
Illustration 38 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Chalvet	65
Illustration 39 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Source Socco Gradis	66
Illustration 40 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Macouba – Source Nord Plage	67
Illustration 41 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Rivière Falaise.....	68
Illustration 42 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Marigot – Anse Charpentier.....	69
Illustration 43 : Evolution des concentrations (µg/l) en Chlordécone et Beta HCH sur le site du Lorrain – Fond Brûlé	70
Illustration 44 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lorrain – Fond Brulé (hors chlordécone et beta HCH).....	71
Illustration 45 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Gros Morne – La Borelli (plus le congénère 138 qui est un pesticide organochloré)	72
Illustration 46 : Evolution de la concentration en chlordécone sur le site de Trinité – Source Morne Figue	73
Illustration 47 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Trinité – Morne Figue (hors chlordécone)	74
Illustration 48 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de St Pierre - CDST.....	75
Illustration 49 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Schoelcher – Fond Lahaye.....	76
Illustration 50 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires et produits de dégradation détectés sur le site du Prêcheur – Rivière du Prêcheur.....	77
Illustration 51 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires sur le site du Robert – Vert Pré.....	78

Illustration 52 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lamentin – Habitation Ressource.....	79
Illustration 53 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Rivière Salée - Nouvelle Cité.....	81
Illustration 54 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site du Marin – Grand Fond.....	82
Illustration 55 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de François - Victoire.....	83
Illustration 56 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Rivière Pilote – Fougainville.....	84
Illustration 57 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Trois Ilets - Vatable.....	85
Illustration 58 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Diamant - Dizac.....	86
Illustration 59 : Carte récapitulative des molécules détectées sur le réseau en saison des pluies 2008.....	88
Illustration 60 : Carte récapitulative de l'état patrimonial de la ressource en eau souterraine en saison des pluies 2008 (les 2 points n'appartenant qu'au réseau de contrôle opérationnel sont indiqués sur la carte (CO)).....	90
Illustration 62 : Molécules détectées et nombre de détections sur le réseau depuis 2007.....	92
Illustration 63 : Synthèse de l'état des masses d'eau du district Martinique.....	94

Liste des annexes

Annexe 1 Paramètres analysés lors des campagnes de type « photographique » (tous les 6 ans).....	101
Annexe 2 Paramètres analysés lors des campagnes bisannuelles.....	105
Annexe 3 Tableaux récapitulatifs des résultats d'analyses de saison des pluies 2008.....	109
Annexe 4 Somme des concentrations en produits phytosanitaires.....	117
Annexe 5 Etat des eaux prélevées vis-à-vis des exigences de la DCE.....	121
Annexe 6 Evaluation de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine de Martinique en saison des pluies 2008.....	125

1. Introduction

Conformément aux exigences de la Directive Cadre Européenne sur l'eau 2000/60/CE (article 8), les Etats membres devaient mettre en place des réseaux de surveillance de l'état des masses d'eau avant le 22 décembre 2006.

La DIREN Martinique s'est chargée de leur mise en place au niveau local, en fonction des prescriptions de la Directive Cadre sur l'eau reportées dans les guides nationaux et européens. Elle a ainsi confié au BRGM la réalisation d'une étude visant à faire évoluer le réseau de suivi patrimonial de la qualité des eaux souterraines démarré en 2004. Les résultats de cette étude finalisée fin 2006 sont présentés dans le rapport « Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique BRGM/RP-55098-FR ». Le réseau de contrôle de surveillance ainsi défini était constitué de 18 points : 15 sont des forages ou piézomètres et 3 des sources.

L'Office de l'Eau (ODE), la DIREN et le BRGM pour l'année 2007, et l'ODE et le BRGM pour l'année 2008 ont financé un programme de surveillance basé sur deux campagnes de mesures (saison sèche et saison des pluies), sur 20 points. 18 de ces points correspondaient au réseau de contrôle de surveillance et au contrôle opérationnel ; les deux autres points (Rivière Falaise et Vert Pré) étant suivi uniquement au titre du contrôle opérationnel.

Le contrôle de surveillance réalisé en 2007 et 2008 a ainsi révélé la contamination d'un certain nombre de points au-delà des seuils du bon état chimique. Le suivi de sites contaminés étant l'objet du contrôle opérationnel, les sites concernés ont désormais une double vocation de « contrôle de surveillance » et de « contrôle opérationnel ». Ces sites constituent, avec les 2 points dédiés définis en 2007, le réseau de contrôle opérationnel 2008, qui devra être maintenu jusqu'au retour au bon état chimique.

Ainsi, le suivi 2009 portera sur 20 points:

- 18 points similaires au contrôle de surveillance et au contrôle opérationnel
- 2 points spécifiques au contrôle opérationnel (Rivière Falaise et Vert Pré)

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

Date de prélèvements	Nombre total de stations prélevées	Nombre de molécules phytosanitaires recherchées	N° de rapports correspondant	
Saison sèche 2004 (janv-mars 04)	34	5	Rapport BRGM/RP-52997-FR	
Saison des pluies 2004 (oct-nov 04)	34	111	Rapport BRGM/RP-52997-FR	
Saison des pluies 2005 (nov-janv 06)	35	120	Rapport BRGM/RP-54717-FR	
Saison sèche 2006 (avr-mai 06)	34	120	Rapport BRGM/RP-54909-FR	
Saison des pluies 2006 (oct-nov 06)	34	129	Rapport BRGM/RP-55499-FR	
Contrôle de surveillance DCE	Saison sèche 2007 (avril 2007)	19	135	Rapport BRGM/RP-55812-FR
	Saison des pluies 2007 (novembre 2007)	20	142	Rapport BRGM/RP-56728-FR
	Saison sèche 2008 (avril 2008)	20	130	Rapport BRGM/RP-56638-FR
	Saison des pluies 2008 (novembre 2008)	20	130	Rapport BRGM/RP-57386-FR

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées depuis 2004

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

1.1. LE RESEAU DCE

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

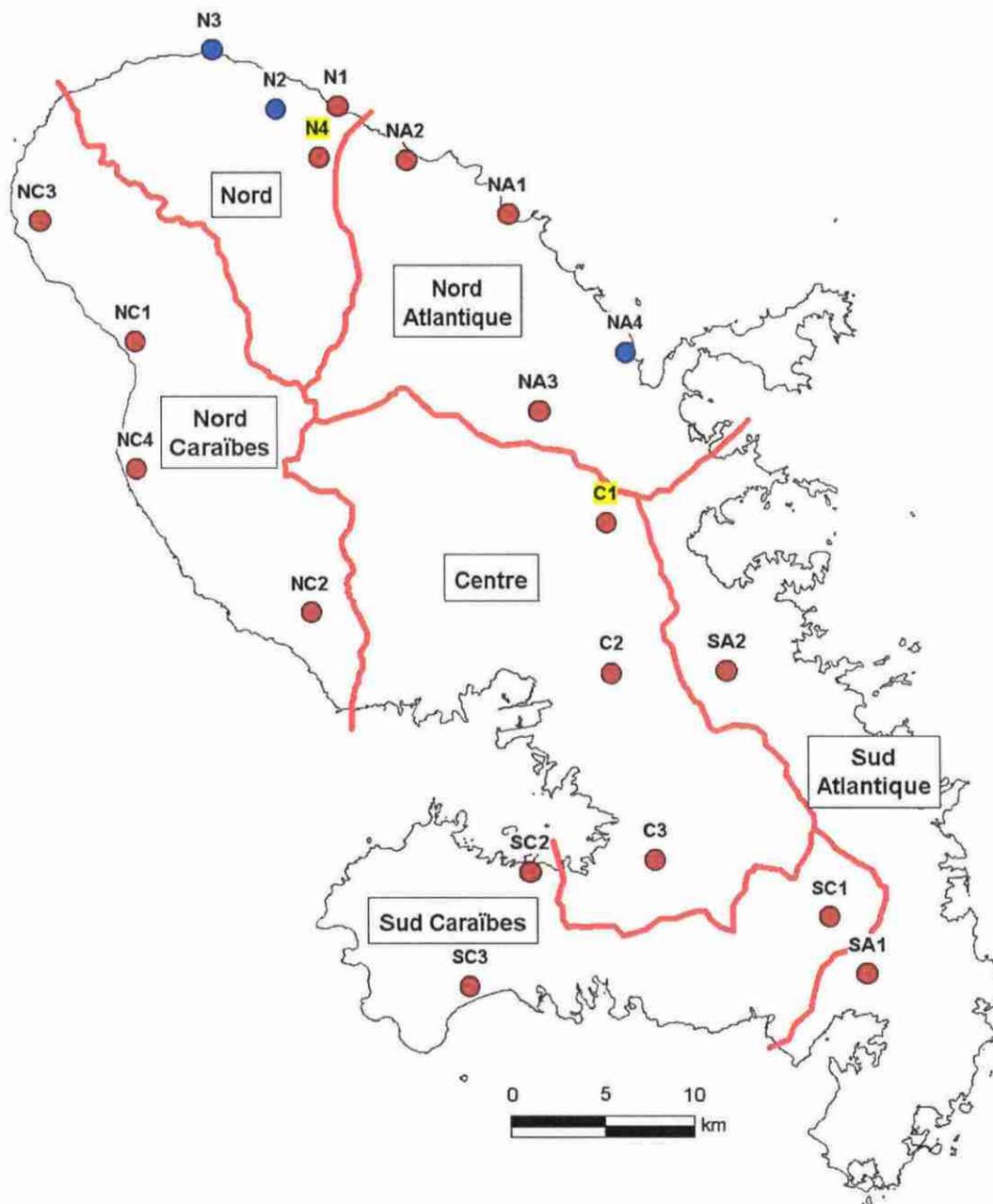
La méthodologie de définition du réseau est présentée dans le cadre du rapport « Définition des réseaux de suivi de l'état quantitatif et du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique, conforme aux prescriptions de la Directive Cadre sur l'Eau. BRGM/RP-55098-FR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

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

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

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

Les 18 sites en « non-gras » sont suivis au titre du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel, et les 2 sites en « gras » uniquement au titre du contrôle opérationnel. L'illustration 3 présente la localisation géographique des stations prélevées et leur typologie.



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



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

1.2. PARAMETRES ANALYSES

Contrairement aux campagnes de contrôle de surveillance de 2007 qui se caractérisaient par une analyse de type « photographique », les paramètres analysés lors des campagnes de 2008 sont moins nombreux mais plus ciblés. Les catégories de paramètres analysés sont détaillées ci-dessous. Leur liste exhaustive est disponible en Annexe 2.

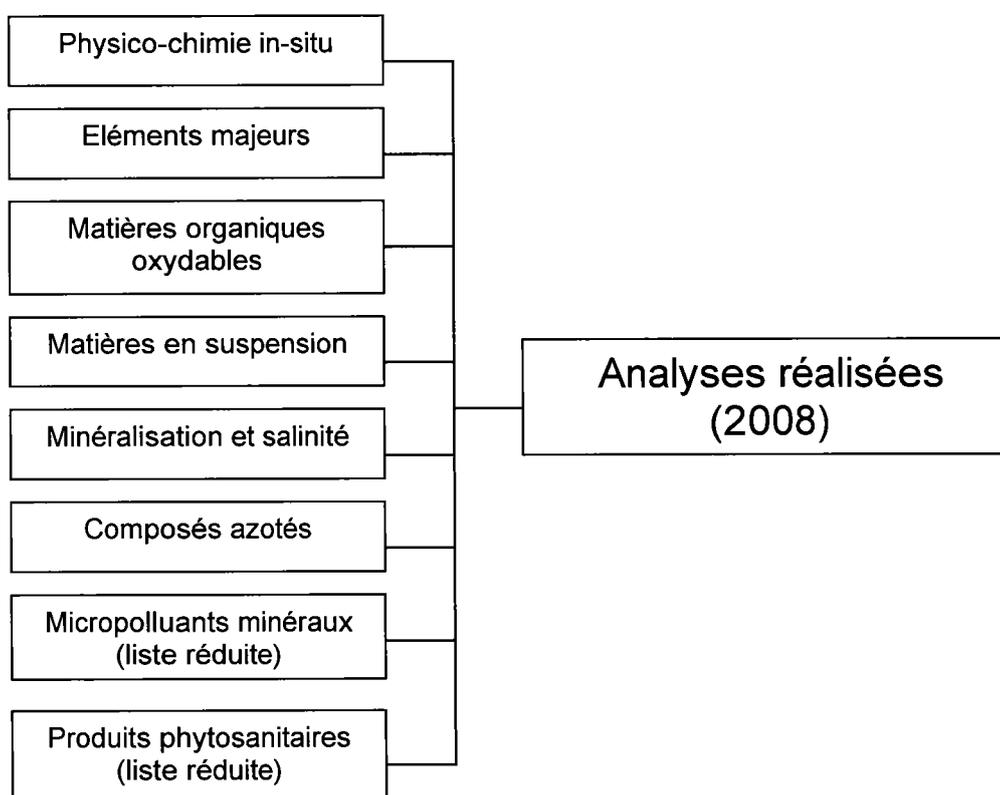


Illustration 4 : Catégories de paramètres analysés à l'issue des campagnes de prélèvement 2008

• Prélèvements en forage

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

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

température) ont été suivis à l'aide d'une sonde multi-paramètres pendant le pompage. Le prélèvement n'a été effectué qu'après stabilisation de ces paramètres, au niveau du tuyau d'exhaure de la pompe.

• Prélèvements en source

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

1.3. SEUILS ET VALEURS GUIDES

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

A ce jour, une minorité de paramètres analysés disposent de valeurs seuils définies conformément à la DCE et à sa directive fille 2006/118/CE. Les valeurs seuil par masse d'eau qui devaient être établies à l'échéance fin 2008 ne sont pas encore parues.

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 seuls 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 donc 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).

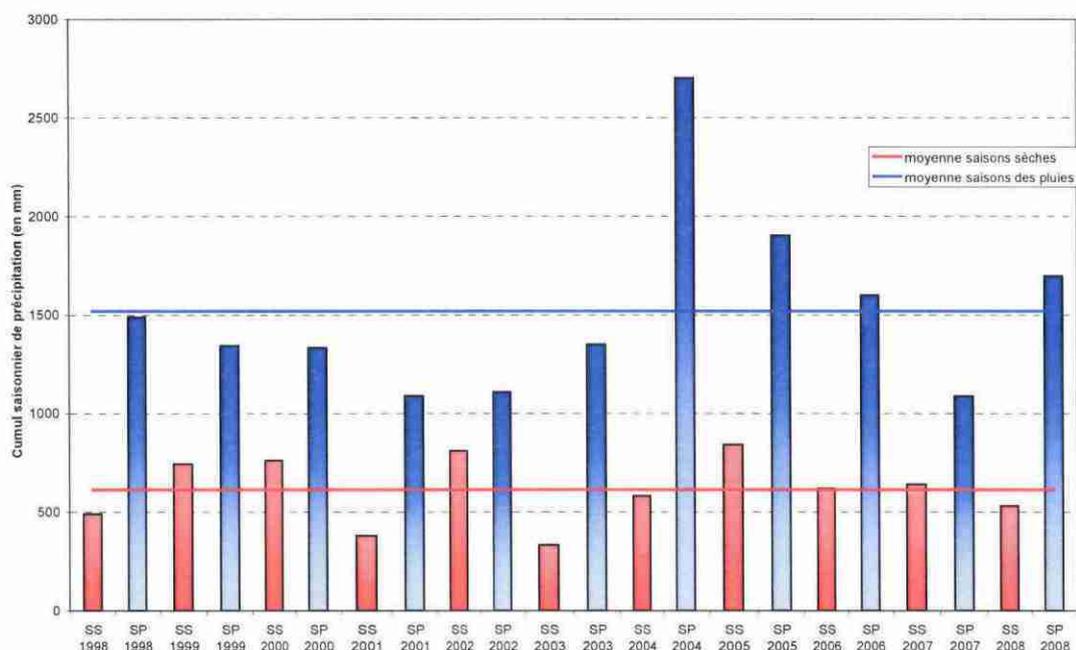
Par conséquent, les normes de qualité employées pour caractériser l'état chimique des masses d'eau souterraine en Martinique seront celles définies pour les nitrates et les pesticides. Les autres éléments seront étudiés à l'aide des valeurs seuils provisoires de la directive fille (Circulaire DCE 2006/18)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

1.4. PLUVIOMETRIE DEPUIS 1998

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

L'illustration 5 représente ces cumuls en découpant chaque année en deux périodes principales :

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



Source : site du conseil général de la Martinique

Illustration 5: Cumuls pluviométriques en fonction des saisons

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

La diminution des cumuls de saisons des pluies enregistrée depuis 2004 ne se poursuit pas en 2008. Le cumul de saison des pluies 2008 est supérieur à la moyenne sur les 10 dernières années (comme en 2004, 2005 et 2006).

2. Résultats et interprétations

2.1. PHYSICO-CHIMIE IN SITU

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

2.1.1. Température

Les températures relevées sur le réseau ont été mesurées au moment des prélèvements. L'illustration 6 compare les températures relevées sur chaque site lors des campagnes de saison des pluies 2008 et de saison sèche 2008. Les températures relevées en saison des pluies 2008 sont comprises entre 25,4 et 31,9 °C.

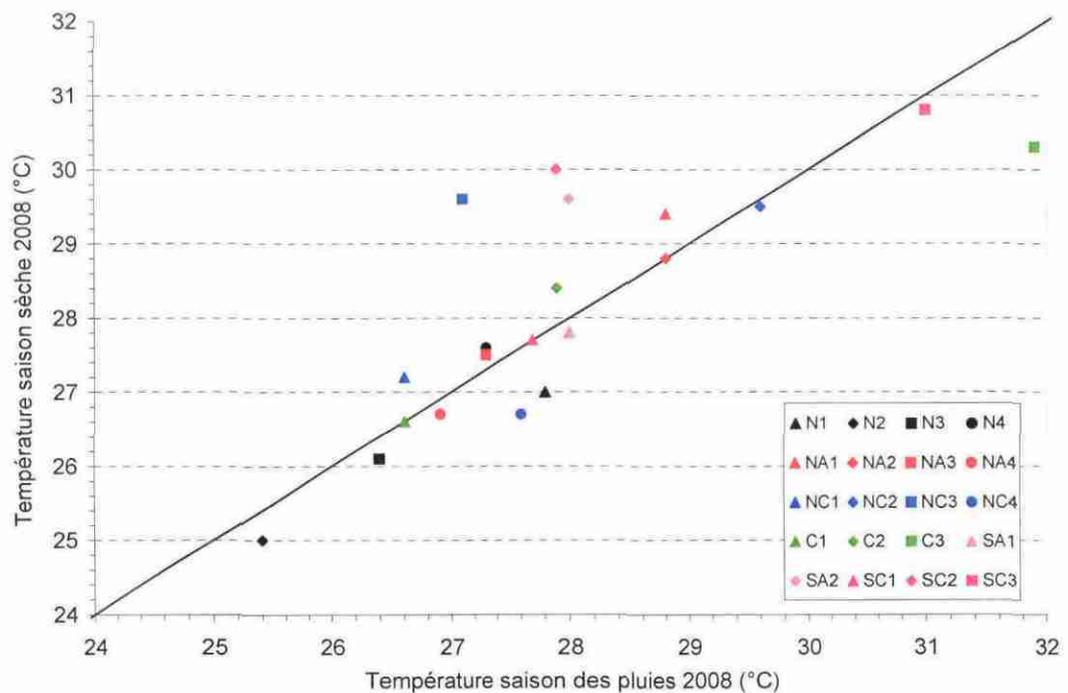


Illustration 6 : Températures relevées in situ lors des campagnes de saison sèche et de saison des pluies 2008

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

La confrontation des températures de saison sèche et saison des pluies 2008 montre une faible variabilité saisonnière (variation inférieure à 2°C pour toutes les stations).

Les seules stations qui se distinguent, par une variation supérieure à 1°C, sont les stations NC3, SC2 et SA2, dont la température est plus élevée en saison sèche, et la station C3, dont la température est plus élevée en saison des pluies.

2.1.2. Conductivité

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

La minéralisation est fortement dépendante du temps de transit et de la lithologie des roches mises en contact avec l'eau. Mais d'autres paramètres tels que l'intrusion d'eau saline (eau de mer) ou d'éventuelles pollutions peuvent influencer la minéralisation et donc la conductivité. L'illustration 7 présente les conductivités mesurées en 2007 et 2008. La référence de qualité en matière de conductivité pour les eaux destinées à la consommation humaine est présentée à titre indicatif mais elle ne constitue pas un paramètre déclassant pour les masses d'eau au titre de la DCE.

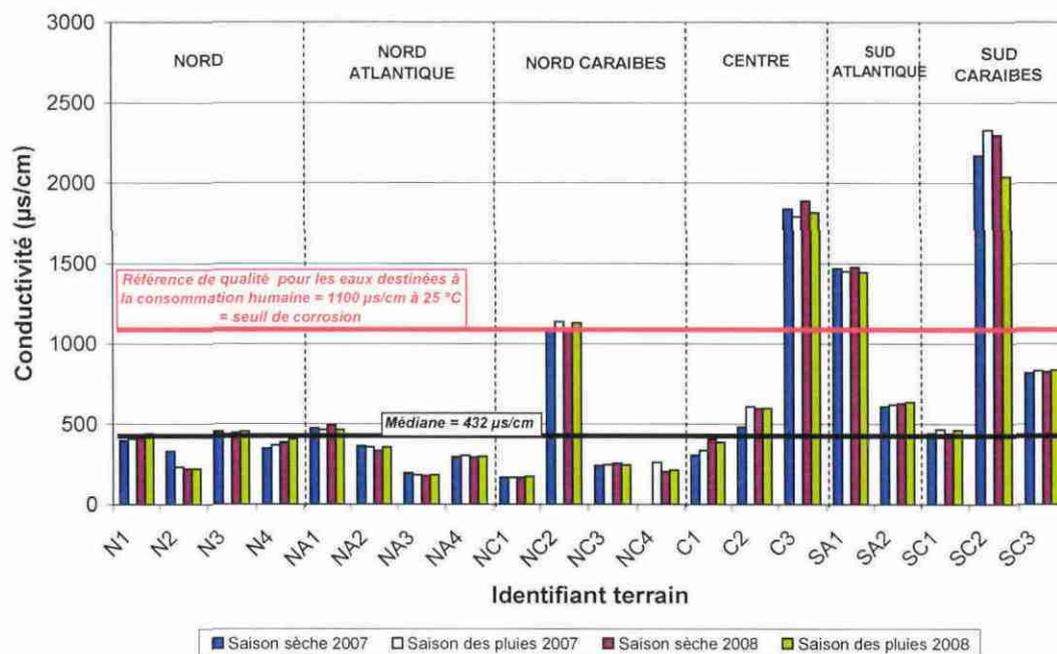


Illustration 7 : Conductivités mesurées in situ en 2007 et en 2008 (en rouge, référence de qualité maxi de 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ conseillée pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

Les conductivités mesurées en saison des pluies 2008 s'échelonnent entre 173 et 2040 $\mu\text{S}/\text{cm}$, les plus fortes conductivités étant observées dans le Sud de l'île.

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

La comparaison des moyennes interannuelles de chaque station avec la médiane¹ de conductivité pour la Martinique (432 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en saison des pluies 2008) révèle une grande variabilité spatiale des conductivités des eaux souterraines de Martinique (Illustration 8).

Les masses d'eau Centre, Sud Atlantique et Sud Caraïbes présentent les conductivités les plus élevées. 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 la conductivité ne permet cependant pas de déterminer ces origines.

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

Indice terrain	n° BSS	Conductivité (en $\mu\text{s/cm}$)					
		SP 2008	Statistiques par stations depuis SS 2004				Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (432 $\mu\text{s/cm}$)
			Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	442	394	492	428	33	-4
N2	1166ZZ0019	220	220	331	252	53	-181
N3	1166ZZ0023	457	440	457	450	8	18
N4	1168ZZ0054	410	285	410	337	45	-95
NA1	1169ZZ0006	466	394	494	447	33	15
NA2	1169ZZ0084	358	318	365	349	17	-83
NA3	1174ZZ0088	183	170	213	190	13	-242
NA4	1175ZZ0153	297	153	304	281	52	-151
NC1	1167ZZ0045	173	166	193	175	10	-257
NC2	1177ZZ0161	1129	651	1137	1071	66	639
NC3	1167ZZ0024	245	201	256	228	21	-204
NC4	1172ZZ0050	212	204	262	226	31	-206
C1	1175ZZ0106	388	299	405	330	40	-102
C2	1179ZZ0070	601	481	609	562	50	130
C3	1182ZZ0160	1818	1790	1890	1834	42	1402
SA1	1186ZZ0118	1446	1334	1477	1406	58	974
SA2	1179ZZ0228	637	610	1176	681	186	249
SC1	1183ZZ0052	463	413	496	446	26	14
SC2	1181ZZ0132	2040	1340	2330	1981	321	1549
SC3	1184ZZ0001	835	780	835	816	20	384

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

2.1.3. pH

Les valeurs de pH enregistrées en saison des pluies 2008 sont représentées sur l'illustration 9.

Les eaux analysées montrent des valeurs comprises entre 5,3 et 8,1 pour la saison des pluies 2008. Comme en saison des pluies 2007, une légère acidification des eaux par rapport à la saison sèche précédente a globalement été observée lors de la saison des pluies 2008 (Illustration 9).

Les deux tiers des stations présentent des pH de saison des pluies 2008 inférieurs aux pH de saison sèche 2008.

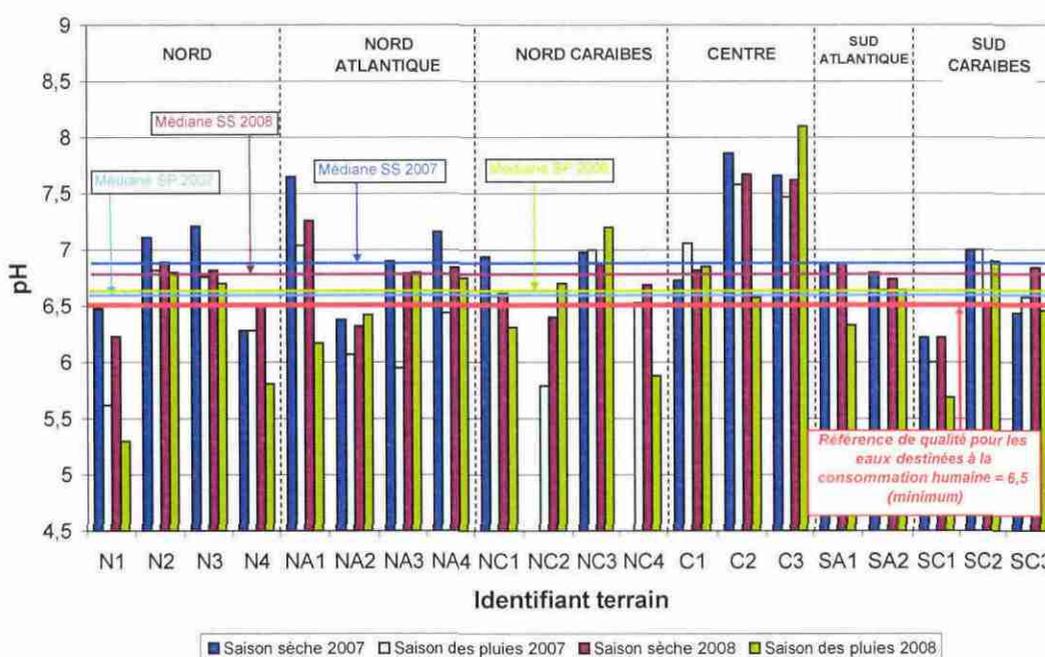


Illustration 9 : pH mesurés in situ en 2007 et en 2008 (en rouge, référence de qualité minimum de 6,5 pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

La référence de qualité minimum de 6,5 pour les eaux destinées à la consommation humaine n'est pas respectée pour 9 stations sur 20 (N1, N4, NA1, NA2, NC1, NC4, SA1, SC1 et SC3). Toutes les stations respectent néanmoins la référence de qualité maximum de 9. Le pH ne constitue cependant pas un paramètre déclassant pour les masses d'eau au titre de la DCE.

2.1.4. Oxygène dissous

Dans les tableaux de résultats (Annexe 3), l'oxygène dissous est exprimé en mg/l et en pourcentage du seuil de saturation. Ce seuil de saturation dépend, entre autres, de la température, de la pression et de la minéralisation de l'eau.

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

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

Les valeurs mesurées sur le réseau en saison des pluies 2008 s'échelonnent entre 0,1 et 4,5 mg/l (Illustration 10).

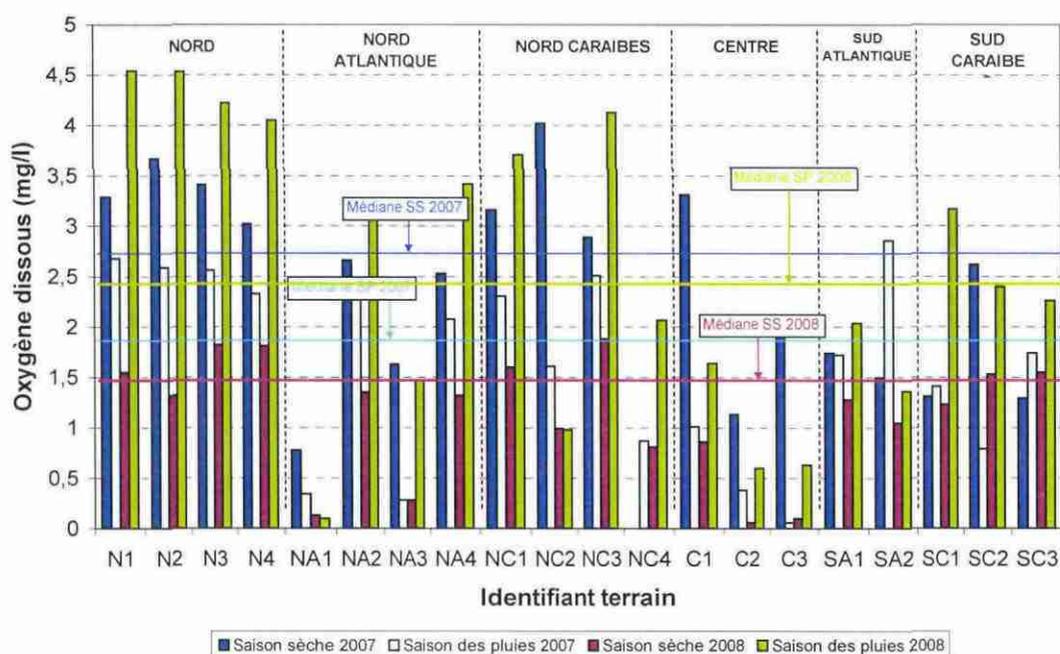


Illustration 10 : Teneurs en oxygène dissous mesurées in situ en 2007 et 2008

Pour de nombreux points (notamment dans le Nord) la teneur en oxygène dissous a fortement augmenté par rapport à la saison des pluies 2007 : elle a augmenté d'au moins 40 % pour 14 points sur 20. Ces plus fortes teneurs pourraient s'expliquer par la pluviométrie plus importante enregistrée en saison des pluies 2008, par rapport à 2007. Notamment le mois d'octobre 2008, précédent le prélèvement, a été

particulièrement pluvieux (447 mm tombés en octobre 2008, contre 203 mm en octobre 2007, en moyenne sur toute l'île).

Ces valeurs sont cependant toutes caractéristiques d'eaux appauvries en oxygène (Illustration 11).

Indice terrain	n° BSS	Oxygène dissous (en mg/l)					
		SP 2008	Statistiques par stations depuis SP 2005				Ecart de la moyenne par rapport à la médiane (2,3 mg/l)
			Min	Max	Moyenne	écart-type	
N1	1166ZZ0026	4,54	1,55	8,20	4,31	2,1	2,0
N2	1166ZZ0019	4,53	1,32	4,53	3,03	1,4	0,7
N3	1166ZZ0023	4,22	1,82	4,22	3,00	1,0	0,7
N4	1168ZZ0054	4,05	1,81	7,97	4,37	2,2	2,1
NA1	1169ZZ0006	0,1	0,10	2,55	1,04	1,0	-1,3
NA2	1169ZZ0084	3,25	1,35	7,95	4,04	2,3	1,7
NA3	1174ZZ0088	1,47	0,28	4,00	1,79	1,5	-0,5
NA4	1175ZZ0153	3,42	1,32	7,30	3,54	2,2	1,2
NC1	1167ZZ0045	3,71	1,60	7,72	4,18	2,1	1,9
NC2	1177ZZ0161	0,98	0,98	4,46	2,58	1,4	0,3
NC3	1167ZZ0024	4,13	1,88	7,23	4,01	1,8	1,7
NC4	1172ZZ0050	2,07	0,81	2,07	1,25	0,7	-1,1
C1	1175ZZ0106	1,64	0,86	8,74	3,28	2,8	1,0
C2	1179ZZ0070	0,6	0,06	4,81	1,55	1,6	-0,8
C3	1182ZZ0160	0,63	0,06	1,97	0,69	0,9	-1,6
SA1	1186ZZ0118	2,04	1,28	4,17	2,53	1,1	0,2
SA2	1179ZZ0228	1,36	0,57	2,86	1,47	0,7	-0,8
SC1	1183ZZ0052	3,17	1,23	5,62	2,71	1,7	0,4
SC2	1181ZZ0132	2,4	0,79	8,93	2,77	2,8	0,5
SC3	1184ZZ0001	2,26	1,29	2,26	1,71	0,4	-0,6

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

2.2. ELEMENTS MAJEURS

2.2.1. Contrôle de la cohérence des analyses

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

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

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

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

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

où :

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

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

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

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

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

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

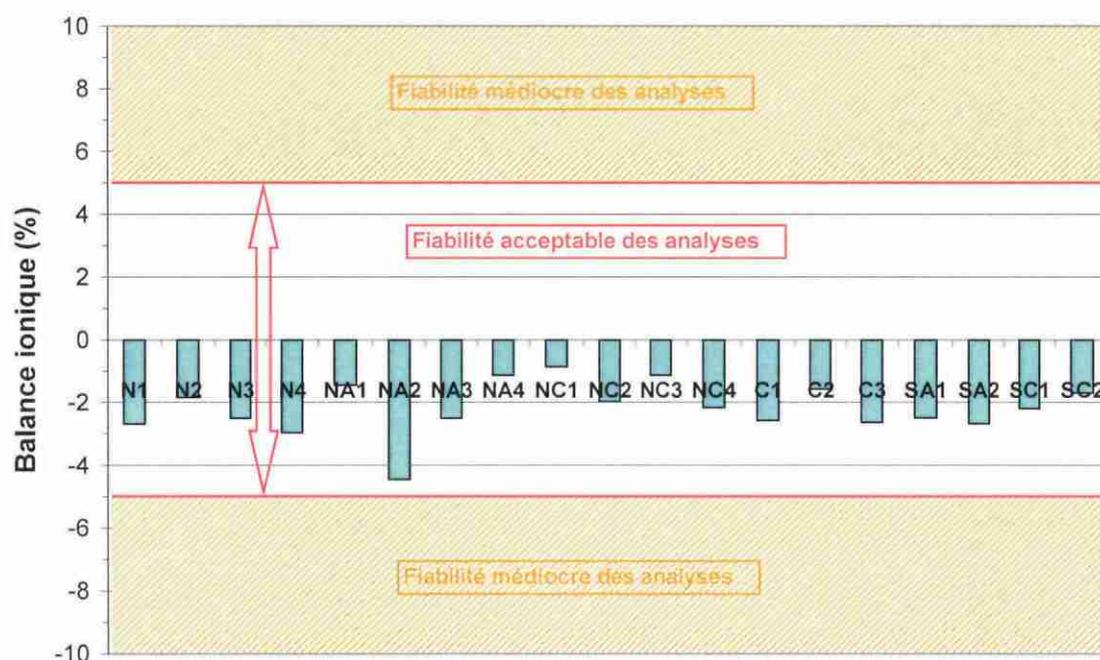


Illustration 12 : Représentation des balances ioniques calculées

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

Lors de la dernière campagne (saison sèche 2008), il avait été émis l'hypothèse que la non prise en compte de certains cations dans le calcul de la balance ionique expliquait en partie les valeurs non nulles obtenues. Le NH_4^+ notamment n'avait pas été pris en compte. En saison des pluies 2008, il a donc été dosé et pris en compte, mais les teneurs sont inférieures (18 points) ou égales (2 points) à sa limite de quantification (0,1 mg/l). Il intervient donc de façon négligeable dans le calcul de la balance ionique.

2.2.2. Diagramme de Piper

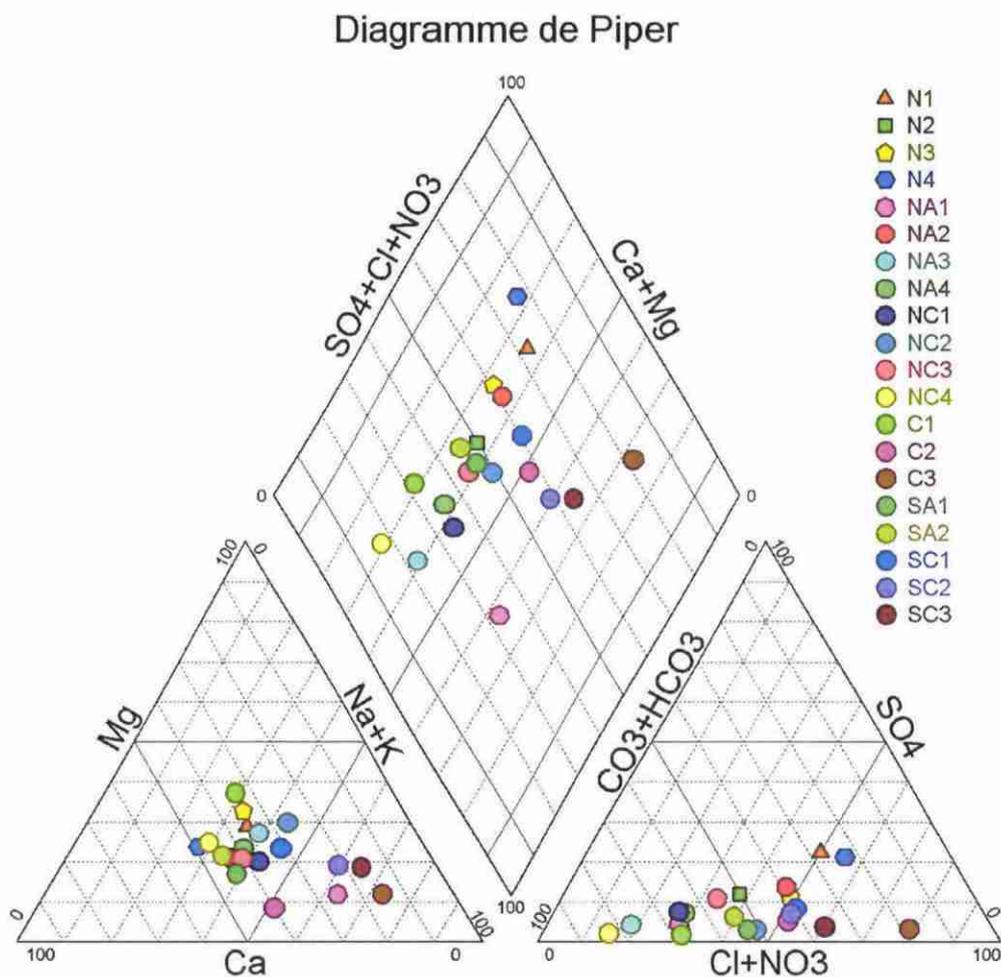


Illustration 13 : Diagramme de Piper des eaux souterraines prélevées lors de la campagne de saison des pluies 2008

Les eaux souterraines de la Martinique sont globalement bicarbonatées calciques et magnésiennes sans cations réellement dominants et peu sulfatées. Quelques points se démarquent tels que NA1 (eau carbonatée sodique et potassique), C3 (eau chlorurée sodique et potassique) ou N4 et N1 (eaux chlorurées et sulfatées, calciques et magnésiennes).

2.2.3. Chlorures (Cl⁻)

• Origine des chlorures dans les eaux

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

- Les aérosols :

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

- Les interactions eau/roche :

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

- Le biseau salé :

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

- Les eaux connées :

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

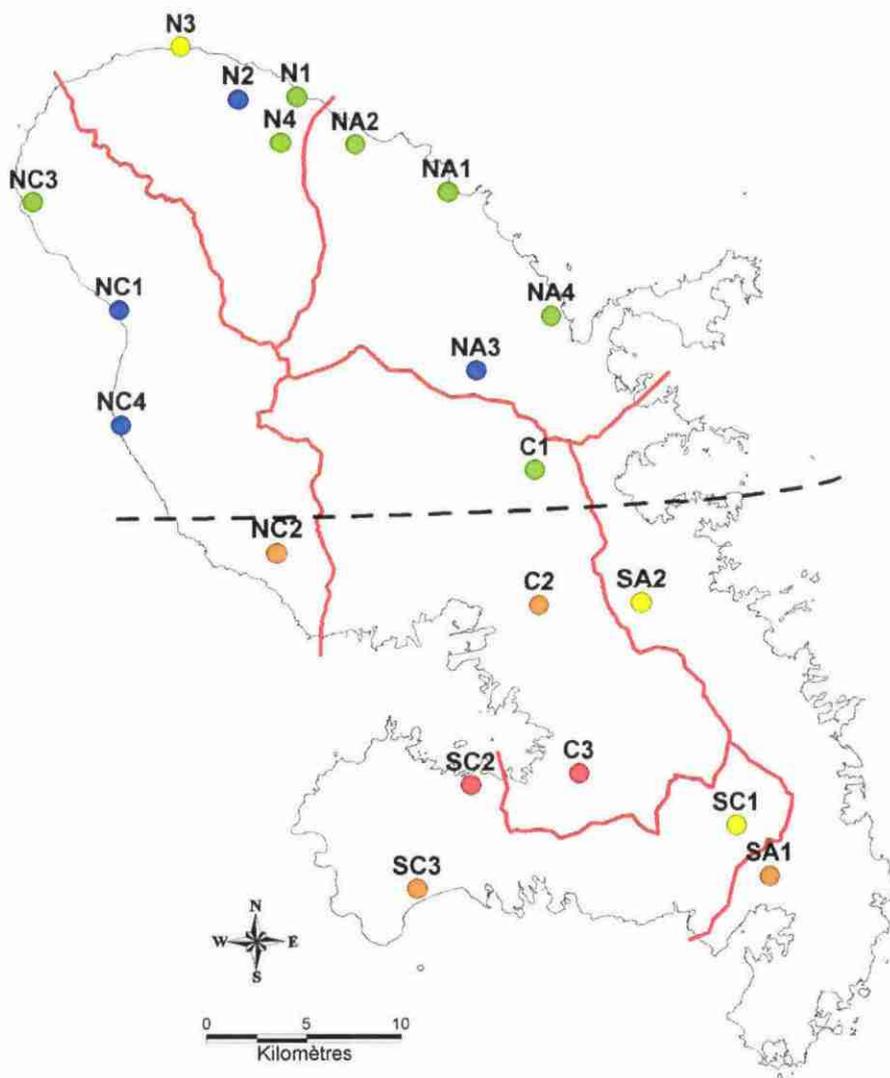
- Les engrais :

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

- Les eaux usées

• Résultats des analyses

L'illustration 14 présente une carte des concentrations en chlorures mesurées en saison des pluies 2008.



LEGENDE

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



Teneurs en chlorures en saison des pluies 2008

Illustration 14 : Répartition des teneurs en chlorures sur le réseau en saison des pluies 2008

La carte révèle la répartition inégale des concentrations en chlorures sur le réseau, les plus fortes concentrations étant observées dans la moitié sud de l'île. Aucun lien direct entre la distance des stations au littoral et les concentrations en chlorures ne se distingue. L'illustration 15 présente les données acquises en 2007 et 2008.

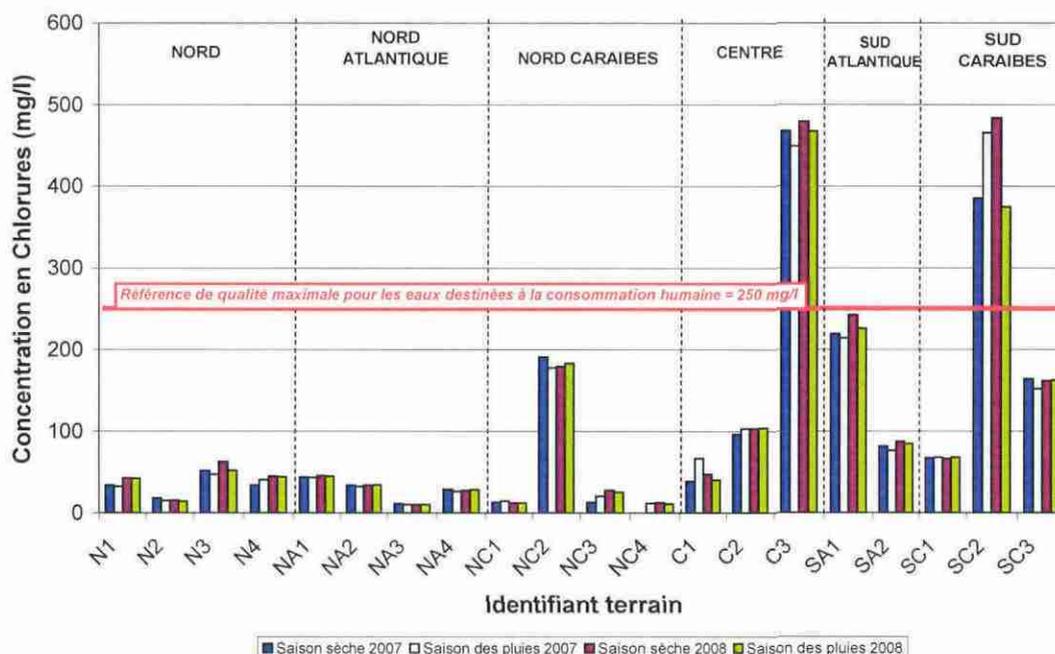


Illustration 15 : Histogramme des concentrations en chlorures mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, référence de qualité maximum de 250 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

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

Les teneurs évoluent entre 11 et 468 mg/l. La valeur minimale de 250 mg/l pour des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007) est représentée à titre indicatif.

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

Les stations du réseau ne montrent pas de nette variation depuis 2007.

La station SC2 semble être un cas particulier. En effet, elle présentait une tendance à la hausse de la concentration en chlorures depuis la saison des pluies 2004, mais cette tendance ne se poursuit pas pendant la saison des pluies 2008 (cf. Illustration 16).

La comparaison de cette tendance avec l'évolution des cumuls pluviométriques des saisons des pluies (cf. Illustration 5) semble montrer l'effet des précipitations sur la dynamique du biseau salé : **plus la pluviométrie est faible, plus la concentration en chlorure est élevée.**

Ainsi, en saison des pluies 2008, les forts cumuls pluviométriques enregistrés (supérieurs à ceux de 2006 et 2007) font diminuer les concentrations en chlorures (et sont ainsi inférieurs à celles mesurées en saison des pluies 2006 et 2007).

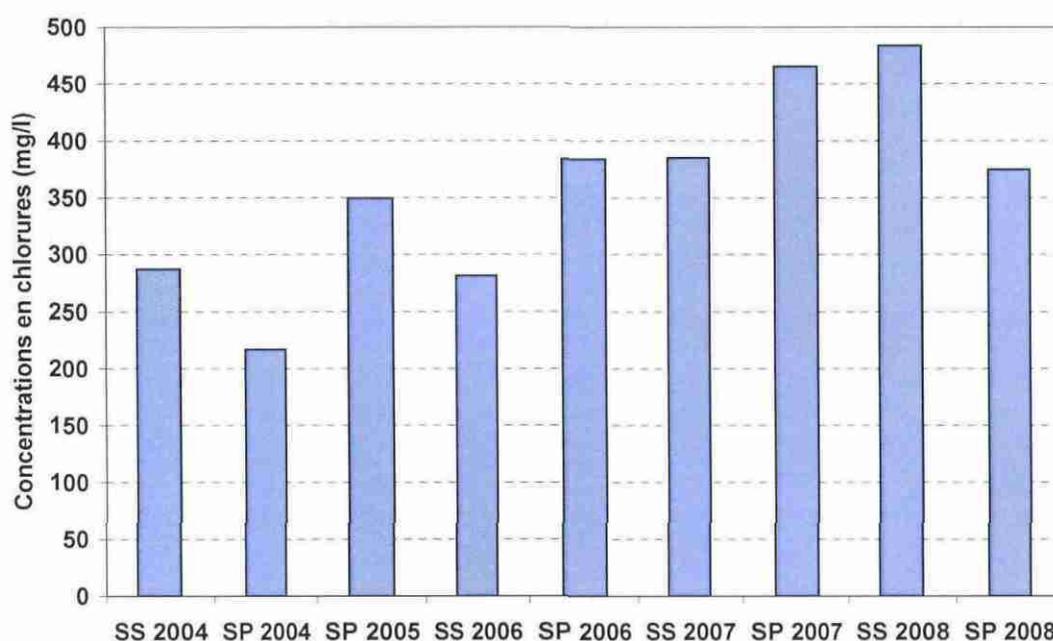


Illustration 16 : Concentrations en chlorures sur la station SC2-Trois-Ilets – Vatable de 2004 à 2008

2.2.4. Bicarbonates (HCO₃⁻)

• Origine des bicarbonates dans les eaux

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

• Résultats des analyses

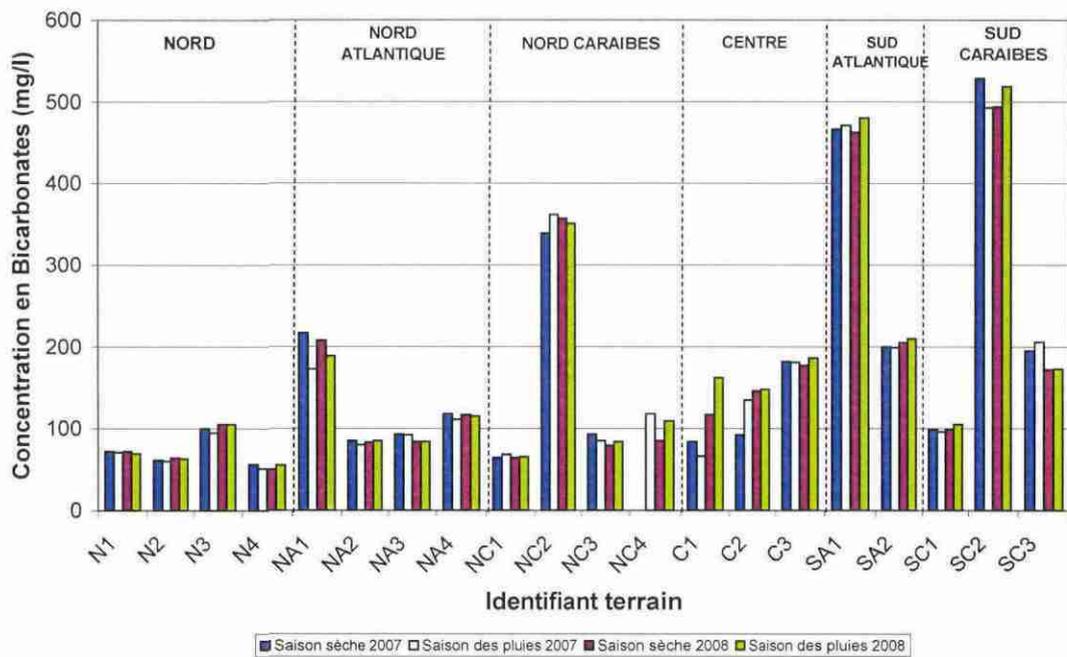


Illustration 17 : Histogramme des concentrations en bicarbonates mesurées en 2007 et 2008

Les concentrations en bicarbonates sont très variables, comprises entre 55 et 519 mg/l en saison des pluies 2008. L'importance des interactions eau/roche dans les différents aquifères étudiés et les processus de dissolution/précipitation conditionnent les concentrations en bicarbonates. La majorité des stations qui présentent les plus fortes concentrations en bicarbonates (SC2, SA1, NC2, SA2 et C3) présentent également de fortes concentrations en calcium et magnésium (Cf. §2.2.6, §2.2.7), deux autres traceurs d'interactions eau/roche.

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

2.2.5. Sulfates (SO_4^{2-})

• Origine des sulfates dans les eaux

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

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

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

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

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

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

• Résultats des analyses

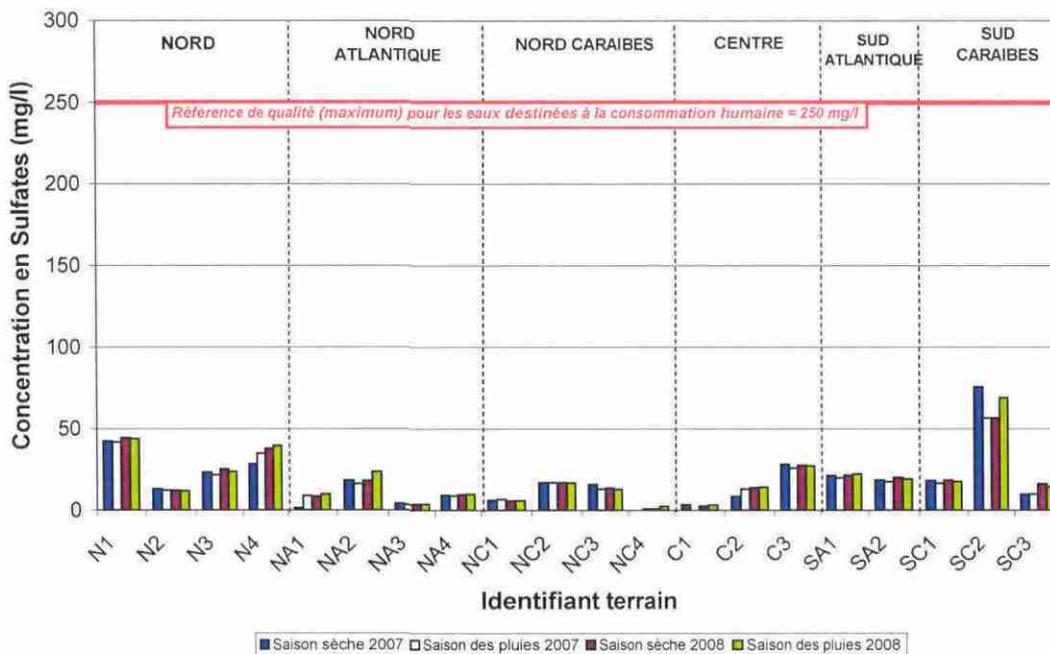


Illustration 18 : Histogramme des concentrations en sulfates mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, référence de qualité maximum de 250 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

Les concentrations en sulfates mesurées sont comprises entre 2 et 69 mg/l en saison des pluies 2008. Le détail des résultats est présenté dans l'illustration 18. La référence de qualité de 250 mg/l est présentée à titre indicatif. L'intégralité des stations du réseau est située largement en dessous de cette valeur.

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

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

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

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

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

2.2.6. Calcium (Ca^{2+})

• 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. On peut citer, parmi ces minéraux, les clinopyroxènes calciques (Ca, Fe, Mg) $(\text{SiO}_3)_2$ mais également l'ensemble des minéraux constitutifs de la série isomorphe Albite-Anorthite ($\text{Na}[\text{Si}_3\text{AlO}_8] \Rightarrow \text{Ca}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8]$).

• Résultats des analyses

Les teneurs en calcium mesurées dans les eaux souterraines sont comprises entre 11,5 et 124,4 mg/l en saison des pluies 2008.

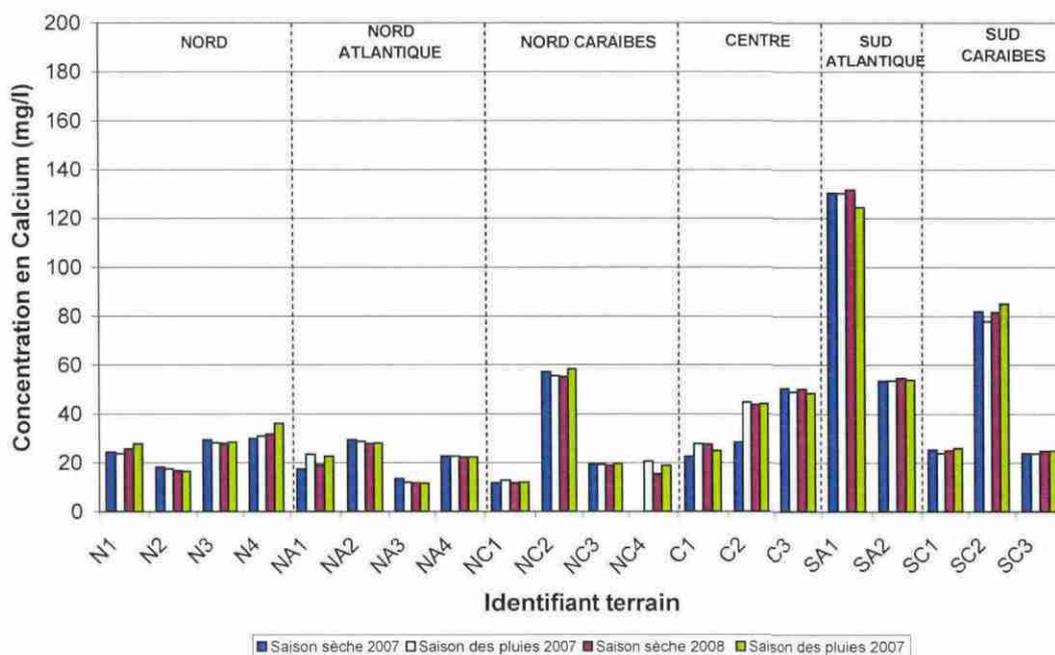


Illustration 19 : Histogramme des concentrations en calcium mesurées en 2007 et 2008

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

Les teneurs en calcium marquent ici l'importance des interactions eau/roche et des processus de dissolution/précipitation (spécialement pour les stations SA1, SC2, NC2, SA2 et C3 déjà citées pour leurs fortes teneurs en HCO_3^-). 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 ne constitue pas un paramètre déclassant la qualité des masses d'eau souterraines concernées.

2.2.7. Magnésium (Mg^{2+})

• Origine du magnésium dans les eaux

L'élément magnésium est présent dans de nombreux minéraux constitutifs des roches volcaniques. On distingue en particulier l'olivine $(\text{Fe}, \text{Mg})_2 [\text{SiO}_4]$, les clinopyroxènes et les orthopyroxènes $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 (\text{SiO}_3)_2$, l'amphibole $(\text{Mg}, \text{Fe})_7 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$ et les biotites $\text{K} (\text{Mg}, \text{Fe})_3 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10} (\text{OH}, \text{F})_2]$. Les équilibres naturels qui contrôlent sa mise en solution dans les eaux souterraines, sous la forme dissoute Mg^{2+} , sont complexes. De nombreuses réactions d'échanges cationiques, d'adsorption et de désorption (sur

des minéraux argileux) influencent la mise en solution du magnésium dans le milieu souterrain. Dans les roches ignées, les roches volcaniques et les roches d'altération contenant de l'argile, la mise en solution du magnésium est plus difficile que dans les roches carbonatées.

• Résultats des analyses

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

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

Aucune variation significative des concentrations entre les saisons n'est à signaler ; la tendance à la hausse pour la station SC2 ne se poursuit pas en saison des pluies 2008.

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

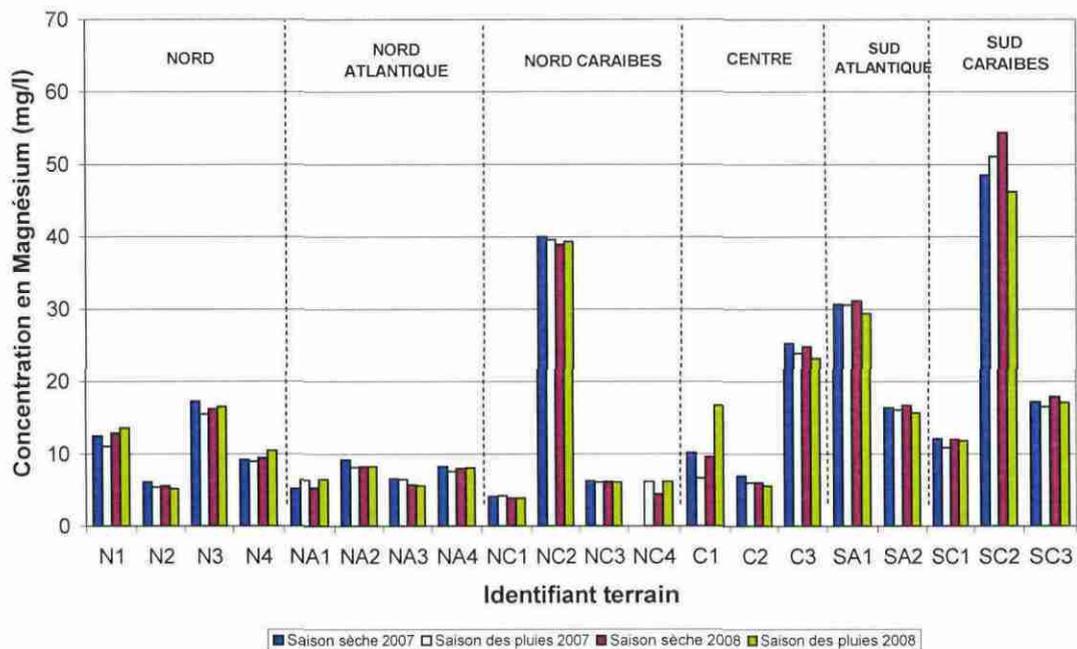


Illustration 20 : Histogramme des concentrations en magnésium mesurées en 2007 et 2008

2.2.8. Sodium (Na⁺)

• Origine du sodium dans les eaux

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

• Résultats des analyses

Les concentrations en sodium sont comprises entre 13 et 270 mg/l. Cette importante variabilité montre la diversité des origines possibles du sodium rencontré. Les interactions eau/roche peuvent être à l'origine d'une partie des concentrations mesurées. Cependant, les stations les plus chargées en sodium sont par ailleurs très riches en chlorures. C'est le cas des stations SC2 et C3, pour lesquelles l'hypothèse d'une intrusion saline ou d'une eau marine ancienne est envisageable (cf. page 33 chapitre 2.2.3).

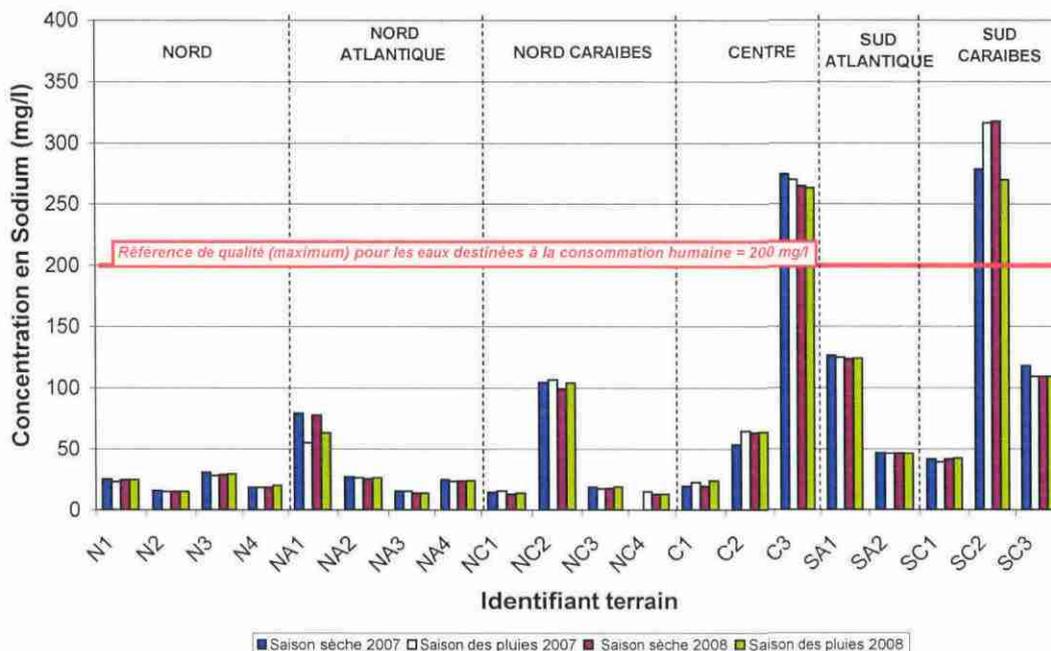


Illustration 21 : Histogramme des concentrations en sodium mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, la référence de qualité maximale de 200 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

2.2.9. Potassium (K⁺)

• Origine naturelle du potassium dans les eaux

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

• Résultats des analyses

Les concentrations en potassium sont comprises entre 1 mg/l et 11 mg/l en saison des pluies 2008. L'absence de régionalisation notable des teneurs en potassium ne permet cependant pas de caractériser l'origine du potassium détecté. Une origine anthropique (engrais, décharge) de cet élément n'est pas à exclure pour la station N1 située sur la commune de Basse Pointe. Le secteur présente en effet une intense activité agricole.

Par ailleurs, 18 stations sur 20 montrent des concentrations en potassium en baisse par rapport à la campagne de saison des pluies 2007.

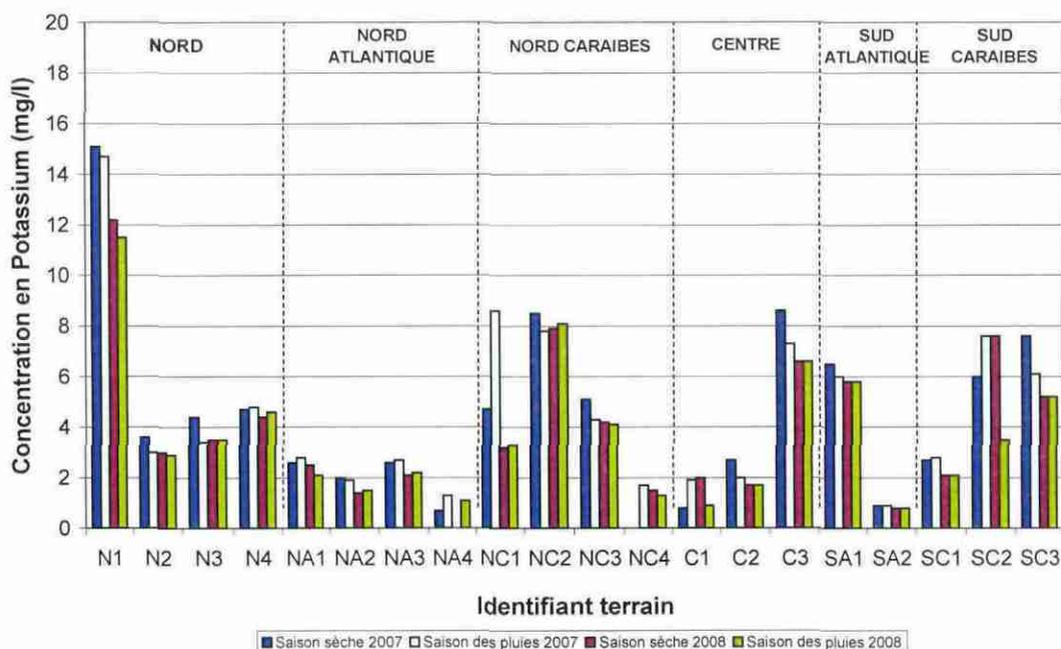


Illustration 22 : Histogramme des concentrations en potassium mesurées en 2007 et 2008

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

2.3. MATIERES ORGANIQUES OXYDABLES

2.3.1. Oxydabilité au permanganate à chaud en milieu acide

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

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

L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine recommande une teneur maximale de 5 mg/l. Dans les eaux souterraines, la teneur est généralement inférieure à 1 mg/l. C'est le cas pour 17 stations sur 20 en saison des pluies 2008. L'illustration 23 présente les teneurs mesurées.

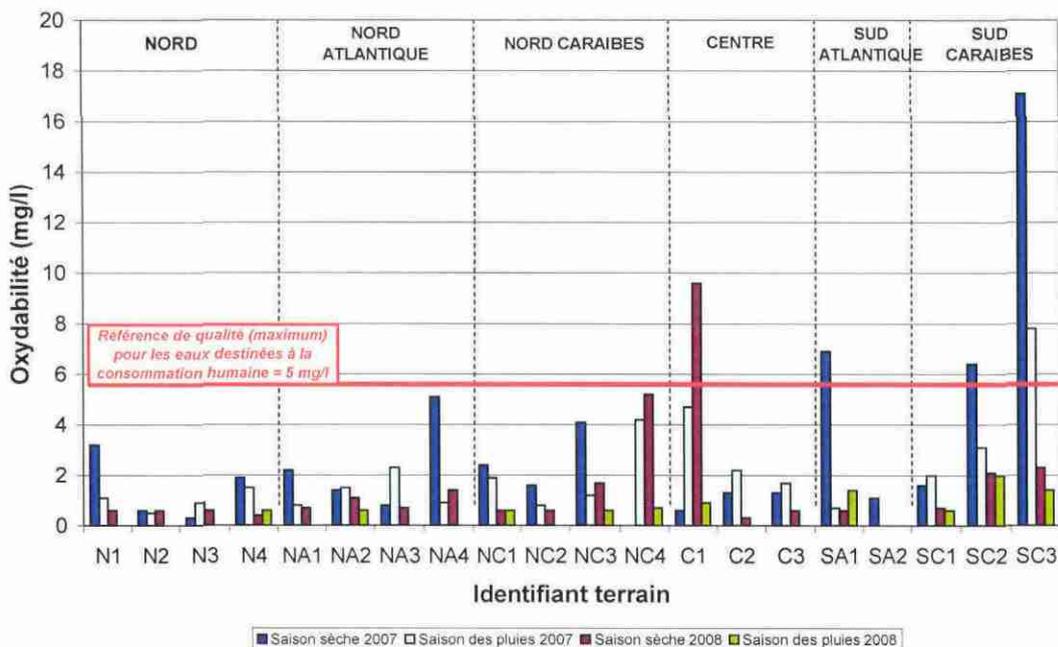


Illustration 23 : Oxydabilité des eaux du réseau mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, la référence de qualité maximum de 5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine – Arrêté du 11 janvier 2007)

La majorité des stations ont des teneurs inférieures à celles de saison sèche 2008 (17 stations sur 20) et à celles de saison des pluies 2007 (19 stations sur 20).

A l'inverse, la station SA1 montre en saison des pluies 2008 une teneur plus importante qu'en saison des pluies 2007. La référence de qualité pour l'AEP n'est cependant jamais dépassée.

En saison sèche 2008, le site C1 avait montré une forte augmentation de l'oxydabilité. Celle-ci suivait l'arrêt de l'utilisation du forage par l'usine Yoplait (mi-2007) située à proximité. Sa détérioration était nettement visible (rouille) et l'eau stagnante (odeur, eau chargée en particules) : la prolifération de bactéries était favorisée. L'hypothèse du lien entre l'arrêt de l'utilisation du forage et l'augmentation de l'oxydabilité était confortée par la faible teneur en nitrates et les fortes teneurs en COD, fer total et manganèse total à la même saison. En saison des pluies 2008, on observe la tendance inverse : une forte baisse de l'oxydabilité et une évolution inverse pour chacun des autres paramètres cités ci-dessus. Même s'il n'a pas été observé clairement de reprise de l'utilisation du forage, ce pourrait être la raison de la diminution de l'oxydabilité.

Malgré cela, il ne semble donc pas y avoir pas de réelle problématique de pollution des masses d'eau par les matières organiques puisqu'en saison des pluies 2008, aucune station ne dépasse la teneur maximale autorisée pour les eaux destinées à la consommation humaine. Un suivi au minimum semestriel de ce paramètre est toutefois recommandé afin de prévenir toute variation anormale au cours du temps. Il n'est cependant pas déclassant au titre de la DCE.

2.3.2. Carbone organique dissous (COD)

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

L'effet principal de la présence de matière organique dans un milieu est la consommation d'oxygène induite par sa dégradation. Elle est ainsi susceptible de modifier les conditions physico-chimiques du milieu. Dans les eaux naturelles (de surface ou souterraines), la teneur en COD peut varier de 1 à 30 mg/l. Les valeurs proches de 30 mg/l sont cependant signes d'une pollution organique. L'illustration 24 ci-dessous présente les teneurs en carbone organique dissous détectées en 2007 et 2008.

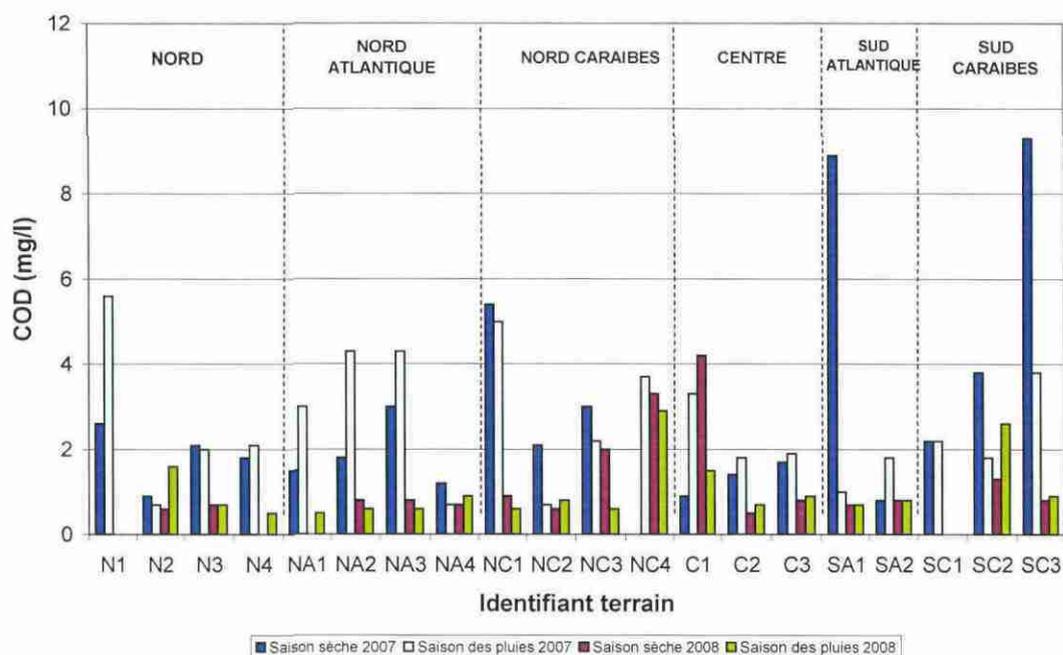


Illustration 24 : Histogramme des teneurs en carbone organique dissous mesurées en 2007 et 2008

Seules 2 stations sur 20 dépassent 2 mg/l de COD. Pour la station SC2, la forte teneur en COD s'accompagne d'une oxydabilité importante, ce qui corrobore l'hypothèse de la présence de matière organique en cours de dégradation.

L'ensemble des stations du réseau montre des teneurs en COD relativement faibles. Ce paramètre devrait toutefois bénéficier d'un suivi au moins semestriel afin de détecter toute variation anormale. Il n'est cependant pas déclassant au titre de la DCE.

2.4. FER TOTAL

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

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

La concentration du fer total dans les eaux souterraines est également largement influencée par le pH et le potentiel d'oxydoréduction du milieu. Les résultats des analyses sont présentés dans l'illustration 25.

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

Les stations concernées par les plus fortes concentrations en saison des pluies 2008 sont les stations NA1, NA4, NC2, NC4, C1, et SC3. Pour les stations C1 et NC4, la baisse observée par rapport à la saison sèche 2008 s'accompagne d'une baisse des teneurs en COD et de l'oxydabilité. Les fortes teneurs observées lors de la dernière campagne seraient liées à la présence de matière organique (naturelle et/ou anthropique), favorisant la formation de complexes ferreux.

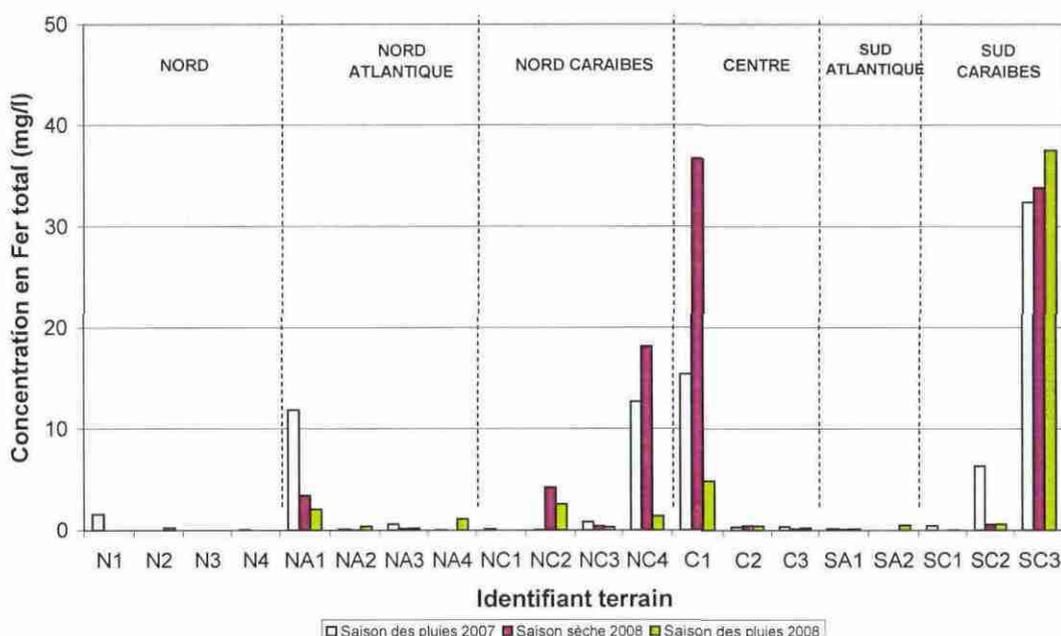


Illustration 25 : Histogramme des teneurs en fer total mesurées en 2007 et 2008

Il faut également noter que la proportion fer dissous / fer « complexé » est variable selon les points (Illustration 26).

Indice terrain	n° BSS	Fer dissous (mg/l)	Fer total (mg/l)	% Fer dissous	% Fer complexé
NA1	1169ZZ0006	1,34	2,07	65%	35%
NA4	1175ZZ0153	0,03	1,10	3%	97%
NC2	1177ZZ0161	0,36	2,56	14%	86%
NC4	1172ZZ0050	0,33	1,39	24%	76%
C1	1175ZZ0106	0,04	4,84	1%	99%
SC3	1184ZZ0001	0,51	37,5	1%	99%

Illustration 26 : Proportion de fer dissous et de fer complexé pour les stations du réseau ayant plus de 1 mg/l de fer total

Seule la station NA1 présente une part de fer dissous plus grande que celle de fer complexé. Pour les autres stations, la proportion de fer complexé dépasse les 70 %.

Ce paramètre n'est cependant pas déclassant au titre de la DCE.

2.5. MANGANESE TOTAL

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

Comme pour le fer, la teneur en manganèse est essentiellement contrôlée par les conditions de pH et d'oxydoréduction. Un milieu acide, réducteur et riche en matière organique est favorable à la mise en solution du manganèse. Au contraire, en milieu oxygéné, le manganèse est complexé par la précipitation de minéraux et la co-précipitation avec des hydroxydes. Cependant, le manganèse ne forme pas de complexe résistant avec la matière organique. Les résultats des analyses sont présentés dans l'illustration 27.

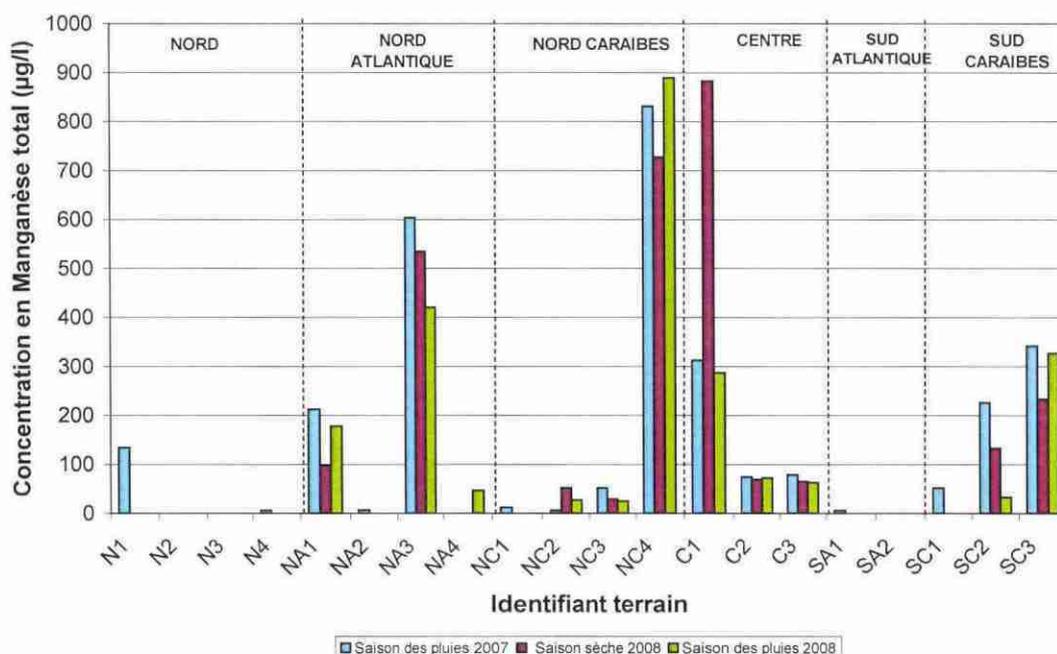


Illustration 27 : Histogramme des teneurs en manganèse total mesurées en 2007 et 2008

Les stations concernées par les plus fortes concentrations en manganèse le sont généralement également pour le fer. La station C1 présente d'ailleurs des évolutions similaires de ses teneurs pour ces deux éléments.

Les stations NA1 et NA3 présentent des proportions de manganèse dissous avoisinant les 100 %, comme en saison sèche 2008. Pour la station NA1, on observe également une teneur en oxygène dissous (cf. 2.1.4) particulièrement faible : les conditions seraient favorables à la mise en solution du manganèse.

Les stations C1 et SC3 montrent des proportions de manganèse complexé autour des 75 %, contre respectivement 30 % et 50 % en saison sèche 2008. La hausse de la part de manganèse complexé s'accompagne pour ces 2 stations d'une augmentation de l'oxygène dissous (cf. 2.1.4) ainsi que pour la station C1 d'une baisse de COD. Les conditions sont devenues plus favorables à la complexation de l'élément.

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. Il ne sont cependant pas déclassant au titre de la DCE.

2.6. SILICIUM (H_4SiO_4)

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

L'illustration 28 montre que les concentrations en silice mesurées en saison sèche 2008 sont comprises entre 30 mg/l et un peu plus de 100 mg/l. L'altération des roches silicatées est un processus lent et les eaux jeunes sont donc moins riches en SiO_2 que les eaux plus anciennes. Cet élément peut être, en l'absence de thermalisme, un bon indicateur des temps de résidence des eaux dans les systèmes aquifères.

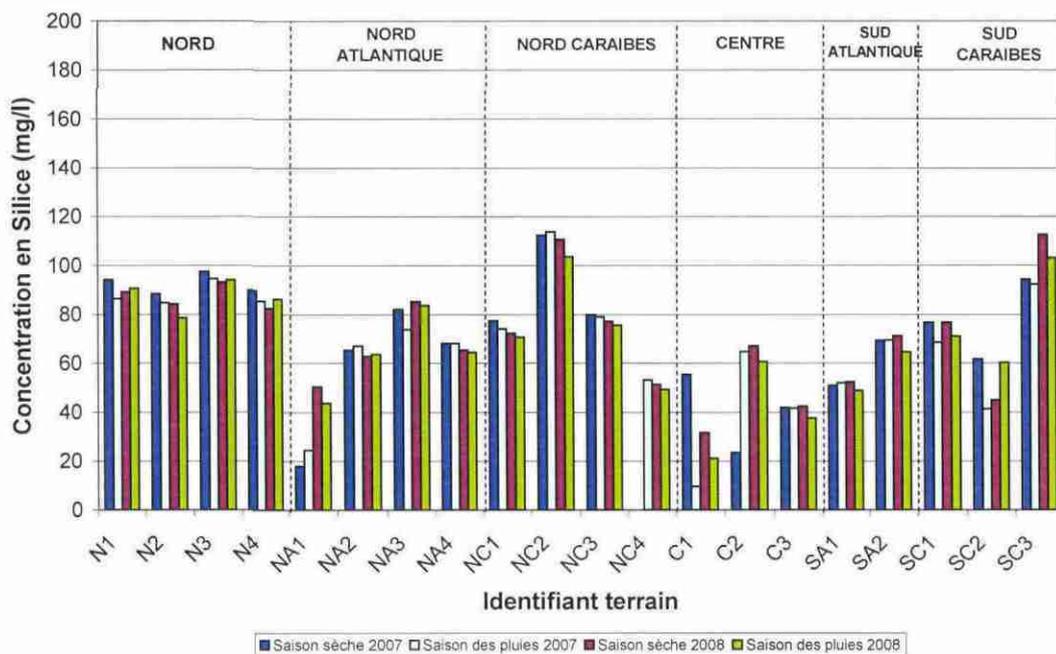


Illustration 28 : Histogramme des concentrations en silice mesurées en 2007 et 2008

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

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

2.7. COMPOSES AZOTES

2.7.1. Nitrates (NO₃⁻)

• Origine des nitrates dans les eaux

L'ion nitrate est la forme la plus oxydée de l'azote. Ses sources naturelles sont principalement la dégradation de la matière organique des sols, les activités biologiques et les pluies. Les sources anthropiques sont par ailleurs nombreuses, le plus souvent liées au lessivage d'engrais, d'effluents d'élevage et aux rejets domestiques et industriels. Les teneurs en nitrate des eaux souterraines dépendent également beaucoup des processus biogéochimiques qui régissent le cycle de l'azote. En milieu tempéré et sur terrains en herbe, une teneur supérieure à 10 mg/l traduit un apport anthropique. **La valeur seuil 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 en 2007 et 2008.

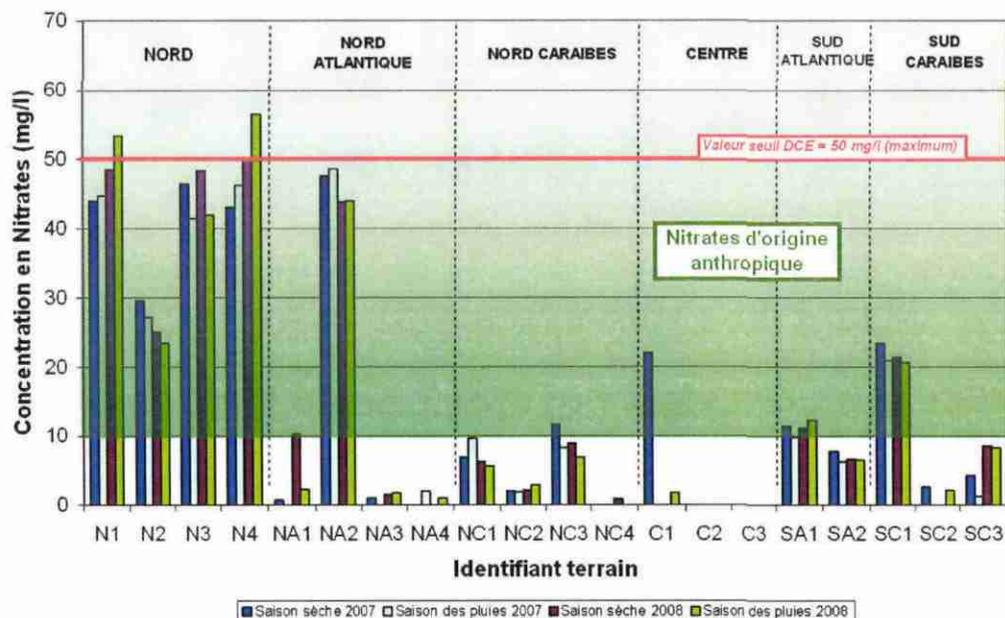


Illustration 29 : Histogramme des concentrations en nitrates mesurées en 2007 et 2008 (en rouge, valeur seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)

35 % des eaux étudiées montrent la présence de nitrates d'origine anthropique en saison des pluies 2008. Les eaux des stations du Nord de l'île (masse d'eau Nord et la station NA2) présentent des teneurs en nitrates proche de la limite de 50 mg/l ; **les stations N1 et N4 ont d'ailleurs dépassé pour la première fois en 2008 cette valeur seuil fixée par la Directive Cadre** (limite rouge du graphique).

L'attention avait déjà été attirée depuis 2007 sur l'augmentation des concentrations en nitrates de la masse d'eau Nord, et notamment sur les stations N1 et N4 (Illustration 30).

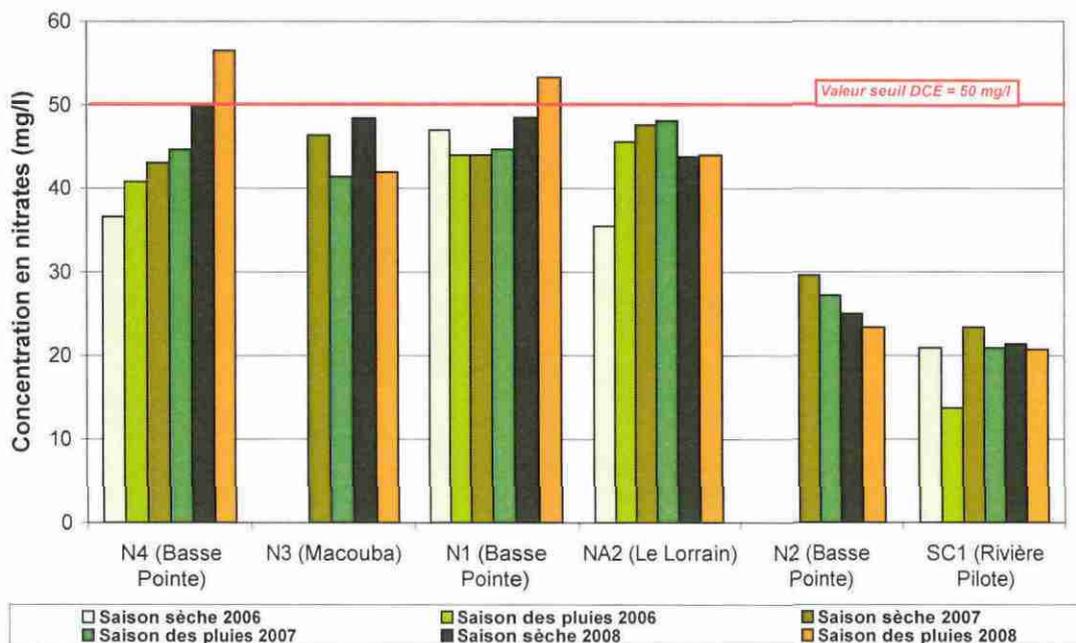


Illustration 30 : Evolution des teneurs en nitrates sur 5 sites, depuis 2006 (en rouge, valeur seuil DCE maximum de 50 mg/l – Circulaire DCE 2006/18)

Le risque de dépassement de la valeur seuil DCE de 50 mg/l qui était fortement envisagé à l'issue de la précédente campagne de saison sèche 2008, est désormais une réalité pour les stations N4 et N1.

Les teneurs en nitrates des stations NA2 et N3 restent très proches de la valeur seuil DCE. Elles laissent encore présager d'un risque de dépassement de cette valeur lors des prochaines campagnes et ce, même si leur tendance évolutive est difficile à définir depuis 2006.

• Réflexion sur les origines de l'élément nitrate

Il est possible de mettre en évidence les processus de dénitrification ou de contamination anthropique par les nitrates à l'aide de diagrammes représentant les concentrations en nitrates en fonction des concentrations en chlorures (Illustration 31). Pour mémoire, le processus de dénitrification est généralement possible en milieu réducteur, c'est-à-dire dans les nappes pour lesquelles le potentiel d'oxydo-réduction est inférieur à 100 mV NHE.

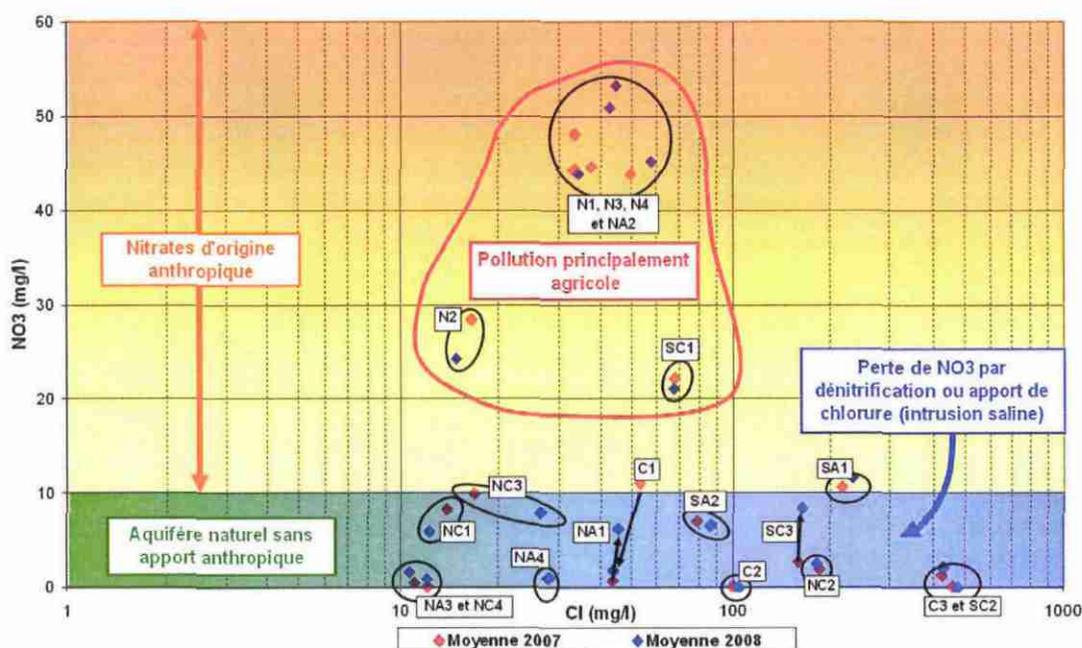


Illustration 31 : Diagramme nitrates versus chlorures (en mg/l) d'après les mesures effectuées en 2007 et 2008 (N.B. : en saison des pluies 2008, les points NC4, C2 et C3 ont des teneurs en nitrates inférieures à la limite de quantification égale à 0,5 mg/l)

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

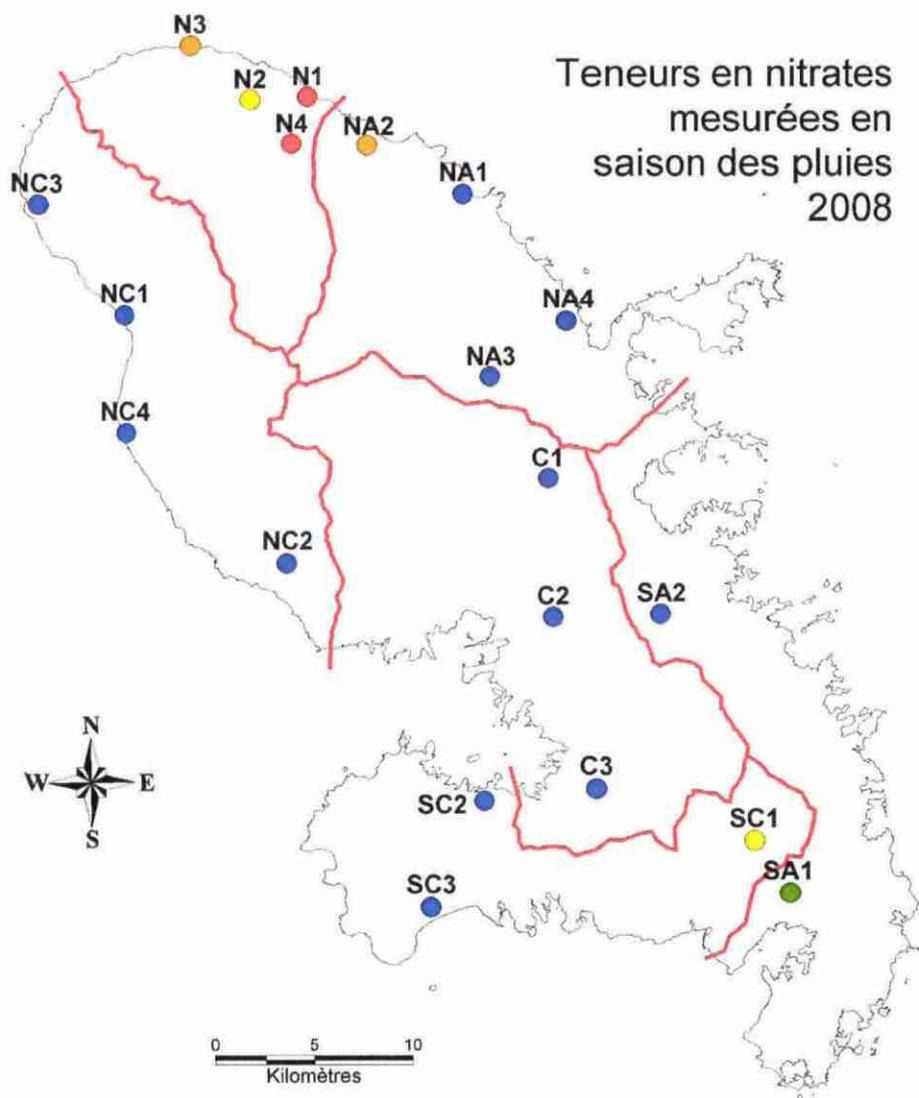
Certains phénomènes naturels peuvent modifier le rapport entre ces deux éléments. En effet, les stations C2, C3, SC2, NC2 et SC3 présentent de fortes concentrations en chlorures et une relative faible teneur en nitrate. Deux cas peuvent expliquer cet état de fait :

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

De plus, les processus de dénitrification s'accompagnent généralement d'une hausse des concentrations en fer et en manganèse (indicateurs de milieu réducteur confiné). Ce phénomène semble se produire sur la station SC3

• **Etat patrimonial de la ressource**

L'illustration 32 ci-dessous présente les teneurs en nitrates mesurées en saison des pluies 2008. Les dégradations les plus importantes vis-à-vis des nitrates s'observent sur les stations de la masse d'eau Nord (en comptant la station NA2). Ceci pourrait être attribué aux importantes activités agricoles du secteur mais aussi aux caractéristiques des nappes du secteur (nappes libres moins sujettes aux phénomènes de dénitrification). A noter également la dégradation relative de la station SC1, également située dans une zone d'activité agricole.



<p>LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0 mg/l < [NO₃] < 10 mg/l ● 10 mg/l < [NO₃] < 20 mg/l ● 20 mg/l < [NO₃] < 40 mg/l ● 40 mg/l < [NO₃] < 50 mg/l ● [NO₃] > 50 mg/l 	<p>Géosciences pour une Terre durable</p> <p>brgm</p> <p>O.D.E Office De l'Eau Martinique</p>
--	---

Illustration 32 : Carte des teneurs en nitrates mesurées en saison des pluies 2008

2.7.2. Ammonium (NH₄⁺)

• L'ammonium dans le milieu naturel

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

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

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

• Résultats et interprétation

Les résultats des analyses sont représentés dans l'illustration 33.

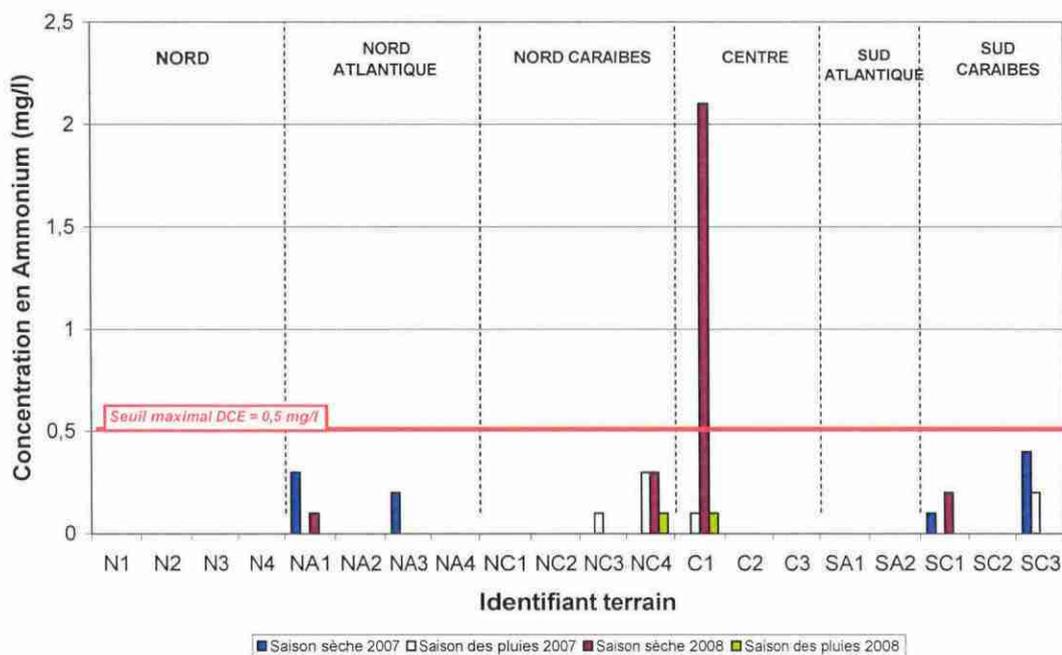


Illustration 33 : Histogramme des concentrations en ammonium mesurées en 2007 et 2008

La teneur à la station C1, qui était de 2,1 mg/l en saison sèche 2008 et donc dépassait nettement la valeur seuil DCE, est retournée vers une valeur inférieure à ce seuil. Il s'agissait très probablement d'une pollution organique ponctuelle liée au mauvais état de cet ouvrage. La station NC4 est la seule autre station où l'ammonium a été détecté lors de cette campagne.

La présence d'ammonium en saison sèche 2008 sur les stations C1 et NC4 semblait se corréler avec des concentrations en oxygène dissous inférieures à 1 mg/l (cf. Illustration 10). En saison des pluies 2008, leurs teneurs en oxygène dissous ont augmenté et leurs teneurs en ammonium diminué. La combinaison de ces deux paramètres semble indiquer que les processus de nitritation ($\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_2$) puis de nitrification ($\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$) sont favorisés sur ces sites en saison des pluies, lorsque la teneur en oxygène est plus grande, et défavorisés en saison sèche.

Ce paramètre n'est cependant pas déclassant au titre de la DCE.

2.8. MICROPOLLUANTS MINÉRAUX

2.8.1. Méthodologie

Au total, 8 micropolluants minéraux ont été recherchés lors de la campagne de surveillance effectuée en saison des pluies 2008. L'illustration 34 présente les résultats, les limites de quantification du laboratoire, des seuils provisoires adoptés au niveau national dans le cadre de la DCE, et des limites ou références de qualité issues de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine.

Nom	Limite de quantification (donnée laboratoire)	Seuil provisoire adopté au niveau national dans le cadre de la DCE	Limites ou référence de qualité pour l'AEP : (Arrêté du 11/01/2007)
Aluminium (Al)	10 µg/l	-	200 µg/l
Arsenic (As)	0,1 µg/l	10 µg/l	10 µg/l
Bore (B)	10 µg/l	-	1000 µg/l
Cuivre (Cu)	0,6 µg/l	-	2000 µg/l
Fer (Fe)	20 µg/l	-	200 µg/l
Lithium (Li)	2 µg/l	-	-
Manganèse (Mn)	5 µg/l	-	50 µg/l
Zinc (Zn)	2 µg/l	-	5000 µg/l

Illustration 34 : Synthèse des micropolluants minéraux recherchés

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

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

Nota 1 : La limite pour le zinc ne concerne pas l'eau de consommation mais l'eau destinée à la production d'eau potable.

Nota 2 : Il est utile de constater que les seuils provisoires adoptés au niveau national dans le cadre de la DCE pour l'arsenic (et également pour le plomb) sont identiques aux limites de qualité prescrites pour l'AEP dans l'arrêté du 11 janvier 2007.

2.8.2. Synthèse des micropolluants minéraux détectés en saison des pluies 2008

Afin de mettre en évidence les résultats de la campagne de saison des pluies 2008, deux types de synthèses statistiques ont été effectuées :

- 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 37. Ces synthèses pourront être ainsi réemployées lorsque les normes de qualité définitives auront été définies pour la Martinique.

• Synthèse des micropolluants minéraux détectés en Martinique

L'illustration 35 présente la synthèse des micropolluants minéraux détectés en saison des pluies 2008 sur le réseau de surveillance de Martinique. La synthèse présente le nombre de masses d'eau concernées par la présence des éléments (sur un total de 6 masses d'eau), le nom des masses d'eau concernées (Ex abrégations : NC = Nord Caraïbes), le nombre de stations concernées sur le réseau (sur un total de 20 stations) ainsi que la fréquence moyenne de détection des éléments. Les surlignages rouge marquent les éléments présentant des dépassements des seuils provisoires DCE et les surlignages orange les éléments pour lesquels les teneurs dépassent les limites ou référence de qualité des eaux pour l'alimentation en eau potable (arrêté du 11 janvier 2007).

Micropolluants minéraux	Nombre de masses d'eau concernées	Masses d'eau concernées	Nombre de stations concernées	Fréquence de détection sur l'île	Seuils provisoires DCE Normes CMA AEP	
					Nombre de dépassement	Masses d'eau concernées
Aluminium	2	NA et NC	2	10%	0	-
Arsenic	6	toutes	18	90%	1	NA
Bore	6	toutes	20	100%	0	-
Cuivre	6	toutes	11	55%	0	-
Fer	6	toutes	15	75%	5	NA, NC, C, SC
Lithium	6	toutes	13	65%	0	-
Manganèse	6	toutes	10	50%	7	NA, NC, C, SC
Zinc	6	toutes	17	85%	0	-
Total					13	

Dépassement DCE
Dépassement norme AEP (arrêté du 11/01/2007)

Illustration 35 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur le réseau en saison des pluies 2008

La totalité des 8 micropolluants minéraux recherchés lors de cette campagne 2008 a été retrouvée. L'élément bore a été détecté sur toutes les stations du réseau.

Sur une station de la masse d'eau Nord Atlantique (NA1), l'arsenic est retrouvé au-dessus de sa valeur seuil provisoire de 10 µg/l retenue dans le cadre de la directive cadre européenne. Les teneurs en fer dissous et en manganèse dissous ont, quant à elles, dépassé respectivement 5 fois et 7 fois les références de qualité des eaux pour la consommation humaine (les seuils DCE n'ayant pas encore été définis).

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

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

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

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

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

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

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

Masse d'eau	Élément	Limites ou références de qualité pour l'AEP (µg/l)	Valeurs seuils provisoires DCE	Pourcentage des stations où l'élément est détecté	Stations où la teneur dépasse la valeur seuil DCE ou la limite/référence qualité pour l'AEP	min	max	moy
NORD (4 stations)	Arsenic	10	10	20%	-	0,17	0,32	0,2
	Bore	1000	-	100%	-	18,5	29,6	25,1
	Cuivre	2000	-	25%	-	0	1	0,3
	Fer	200	-	50%	-	0	60	22,5
	Lithium	-	-	50%	-	0	7	2,3
	Zinc	5000	-	75%	-	0	13,2	5,5
NORD ATLANTIQUE (4 stations)	Aluminium	200	-	25%	-	0	17,9	4,5
	Arsenic	10	10	75%	NA1 (max)	0	21,1	5,5
	Bore	1000	-	100%	-	19,7	720	198,8
	Cuivre	2000	-	50%	-	0	0,8	0,4
	Fer	200	-	100%	NA1 (max)	20	1340	377,5
	Lithium	-	-	50%	-	0	35	9,3
NORD CARAIBES (4 stations)	Manganèse	50	-	75%	NA1 (185 µg/l) et NA3 (max)	0	405	151,3
	Zinc	5000	-	100%	-	2,6	8,7	6,6
	Aluminium	200	-	25%	-	0	14,6	3,7
	Arsenic	10	10	100%	-	0,53	4,28	1,5
	Bore	1000	-	100%	-	23,9	137	60,7
	Cuivre	2000	-	75%	-	0	1,4	0,7
CENTRE (3 stations)	Fer	200	-	75%	NC2 (max) et NC4 (330 µg/l)	0	360	180,0
	Lithium	-	-	75%	-	0	21,4	7,8
	Manganèse	50	-	50%	NC4 (max)	0	644	168,7
	Zinc	5000	-	75%	-	0	36,1	20,5
	Arsenic	10	10	67%	-	0	1,55	1,0
	Bore	1000	-	100%	-	16,9	459	180,9
SUD ATLANTIQUE (2 stations)	Cuivre	2000	-	33%	-	0	1,1	0,4
	Fer	200	-	100%	C2 (max)	20	310	123,3
	Lithium	-	-	67%	-	0	46,5	18,1
	Manganèse	50	-	100%	C1 (70,7 µg/l), C2 (max) et C3 (87 µg/l)	67	72,7	70,1
	Zinc	5000	-	67%	-	0	9,2	4,0
	Arsenic	10	10	100%	-	0,28	0,44	0,4
SUD CARAIBES (3 stations)	Bore	1000	-	100%	-	48	60,8	54,4
	Cuivre	2000	-	50%	-	0	3,4	1,7
	Fer	200	-	50%	-	0	20	10,0
	Lithium	-	-	50%	-	0	3	1,5
	Zinc	5000	-	100%	-	2,2	9	5,6
	Arsenic	10	10	100%	-	0,44	0,89	0,6
SUD CARAIBES (3 stations)	Bore	1000	-	100%	-	37,6	186	114,2
	Cuivre	2000	-	100%	-	0,6	2,4	1,2
	Fer	200	-	33%	SC3 (max)	0	510	186,7
	Lithium	-	-	100%	-	3,6	38,8	15,4
	Manganèse	50	-	67%	SC3 (max)	0	85	33,0
	Zinc	5000	-	100%	-	4,1	181,2	69,4

Dépassement DCE
Dépassement norme AEP (arrêté du 11/01/2007)

Illustration 36 : Synthèse des micropolluants minéraux détectés sur chaque masse d'eau en saison des pluies 2008

• Masse d'eau Nord

L'aluminium et le manganèse n'ont pas été détectés dans cette masse d'eau.

En 2007, la station N4 avait enregistré des teneurs en cuivre de 387 puis 50 µg/l, traduisant une possible pollution ponctuelle d'origine anthropique. Les valeurs de saison sèche 2008 (0,8 µg/l) et de saison des pluies 2008 (1 µg/l) rendent compte d'un retour à un ordre de grandeur plus proche du fond géochimique de la Martinique pour cet élément.

Concernant la station N4, après avoir atteint pour la première fois depuis 8 campagnes d'analyse une teneur en aluminium de 80 µg/l en saison sèche 2008, celle-ci est retombée sous la limite de quantification en saison des pluies 2008.

Les autres éléments détectés ne présentent pas de concentration anormale, et restent de plus sous les références/limites de qualité des eaux pour l'AEP.

• Masse d'eau Nord Atlantique

Parmi les analyses effectuées en saison des pluies 2008 sur cette masse d'eau et comme lors des campagnes précédentes, l'arsenic présente des concentrations supérieures aux valeurs seuils provisoires fixées par la DCE sur la station NA1. Cette station présente également des teneurs en fer et manganèse dépassant largement la référence de qualité des eaux pour l'AEP. La station NA3 dépasse également cette teneur-limite pour le manganèse.

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

L'élément bore a de nouveau été détecté à une concentration très proche de la référence de qualité de 1000 µg/l fixé pour l'AEP sur la station NA1 (720 µg/l). Même si elle diminue légèrement par rapport à la teneur mesurée en saison sèche 2008 (887 µg/l), une participation anthropique des apports en bore sur cette station ne peut être exclue (ex : bore contenu dans les lessives).

• Masse d'eau Nord Caraïbes

La station NC4 dépassait d'environ 50 fois la référence de qualité pour l'AEP du fer et de près de 15 fois celle du manganèse en saison sèche 2008. En saison des pluies 2008, la teneur en fer dissous est tombée à 330 µg/l tandis que celle en manganèse dissous est toujours importante (644 µg/l). Cette dernière devra faire l'objet d'un suivi étroit lors des prochaines campagnes.

De la même façon, pour le fer, la station NC2 dépasse légèrement la référence de qualité pour l'AEP.

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

• **Masse d'eau Centre**

Pour le manganèse, les trois stations de cette masse d'eau dépassent la référence de qualité pour l'AEP. La station C1, qui présentait une teneur 12 fois supérieure en saison sèche 2008 (614 µg/l), présente désormais une valeur proche de la référence de qualité (70,7 µg/l).

Pour le fer, la station C2 dépasse également la référence de qualité pour l'AEP (1,5 fois supérieure). Pour la station C1, cet élément, qui a été détecté en saison sèche 2008 à une teneur de 10000 µg/l, a retrouvé une valeur très faible de 40 µg/l. Le pic de concentration mesuré en début d'année 2008 pourrait être lié à l'abandon de l'exploitation du forage et à sa dégradation. Cette hypothèse reste néanmoins à vérifier puisqu'aucun signe de réexploitation n'était visible sur le terrain lors de la dernière campagne d'analyse.

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

• **Masse d'eau Sud Atlantique**

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

Les éléments les plus communs tels que l'arsenic, le zinc et le bore y sont représentés, dans des concentrations toutefois caractéristiques d'une origine naturelle, et restant inférieures aux limites/référence de qualité pour l'AEP.

• **Masse d'eau Sud Caraïbes**

L'aluminium n'a pas été détecté dans cette masse d'eau.

La station SC3 dépasse la référence de qualité pour l'AEP du manganèse (1,5 fois supérieure) et du fer (2,5 fois supérieure).

La masse d'eau a montré, en saison des pluies 2007 et en saison sèche 2008, la présence d'arsenic sur la station SC2 à des concentrations très proches du seuil provisoire fixé par la DCE (respectivement 14 µg/l et 7,9 µg/l). En saison des pluies 2008, cette teneur est tombée à 0,9 µg/l. Sa présence est toutefois probablement d'origine naturelle.

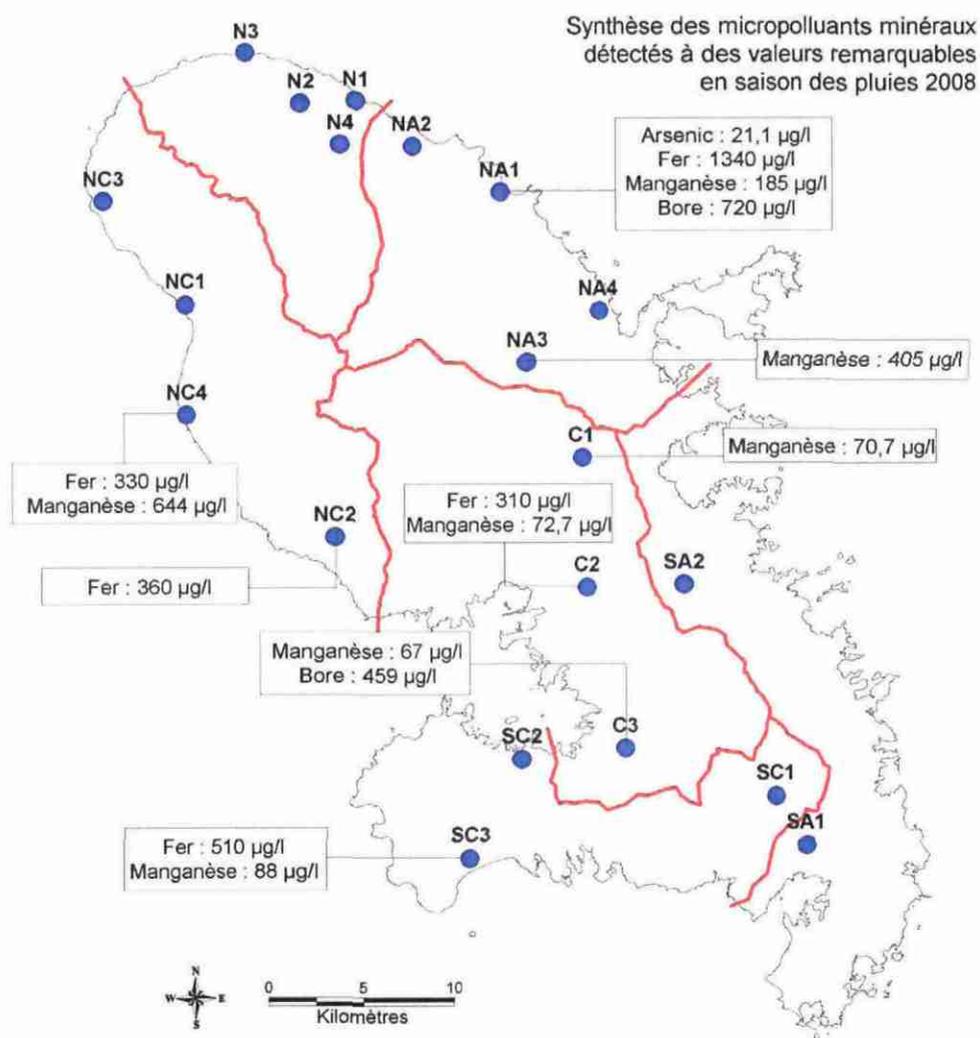
• **Carte de synthèse**

L'illustration 37 présente les masses d'eau et les stations concernées, avec les indications sur les mesures effectuées en saison des pluies 2008.

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

Pour plus de détails concernant la caractérisation physico-chimique des masses d'eau souterraines de Martinique, on se référera aux rapports suivants :

- Rapport BRM/RP-56266-Fr. Système d'information sur les eaux souterraines de Martinique : caractérisation physico-chimique naturelle des eaux souterraines. Brenot A., Vittecoq B., Negrel P. et Mardhel V. Septembre 2008.
- Rapport BRGM/RP-56748-Fr : Identification des zones à risque de fond géochimique élevé dans les cours d'eau et les eaux souterraines de la Martinique. Lions J., Allier D., Pinson S., Vittecoq B. Novembre 2008.



LEGENDE	
● Localisation des points	
□ Eléments remarquables	
— Limite des masses d'eau	

Illustration 37 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux retrouvés dans les eaux souterraines en saison des pluies 2008

2.9. PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Au total, une liste de 130 molécules phytosanitaires (cf. Annexe 2) a été dressée en concertation entre la DIREN, la DAF/SPV et l'ODE. Ces 130 molécules ont été recherchées sur l'intégralité du réseau de surveillance.

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

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

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

Convention de représentation sur les graphiques :

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

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

• **Basse Pointe – Chalvet (N1)**

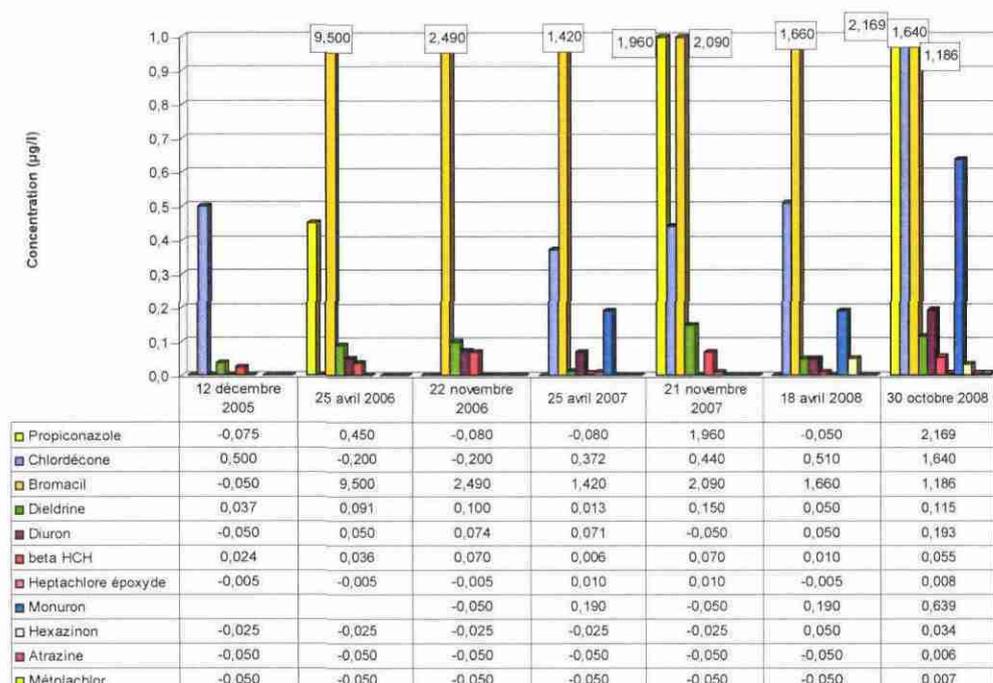


Illustration 38 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Chalvet

Le site de Basse Pointe –Chalvet est situé dans le secteur Nord de l'île. Au cours de la campagne de saison sèche 2008, le **propiconazole** n'avait plus été détecté. Il l'est de nouveau en saison des pluies 2008, à une teneur comparable à celle de saison des pluies 2007 (autour de 2 µg/l).

Le **bromacil** est toujours détecté à une forte teneur (1,186 µg/l), mais semble en baisse depuis la saison des pluies 2007.

Le **chlordécone** a de nouveau été détecté. Sa concentration a suivi une croissance régulière de la saison sèche 2007 à la saison sèche 2008, mais s'est envolée en saison des pluies 2008 (1,64 µg/l - concentration 3 fois supérieure à la dernière campagne).

Le **monuron** a été détecté à une teneur de 0,639 µg/l. Les teneurs de saison sèche 2007 à saison sèche 2008 posaient la question d'une cyclicité : la concentration de saison des pluies 2008 montre que cela ne semble pas être le cas.

Le **diuron** a été détecté (0,193 µg/l) à une teneur 4 fois supérieure à la dernière campagne.

Enfin, l'**hexazinone**, la **dieldrine** et le **beta HCH** sont également décelés mais à des teneurs proches de leurs limites de quantification.

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

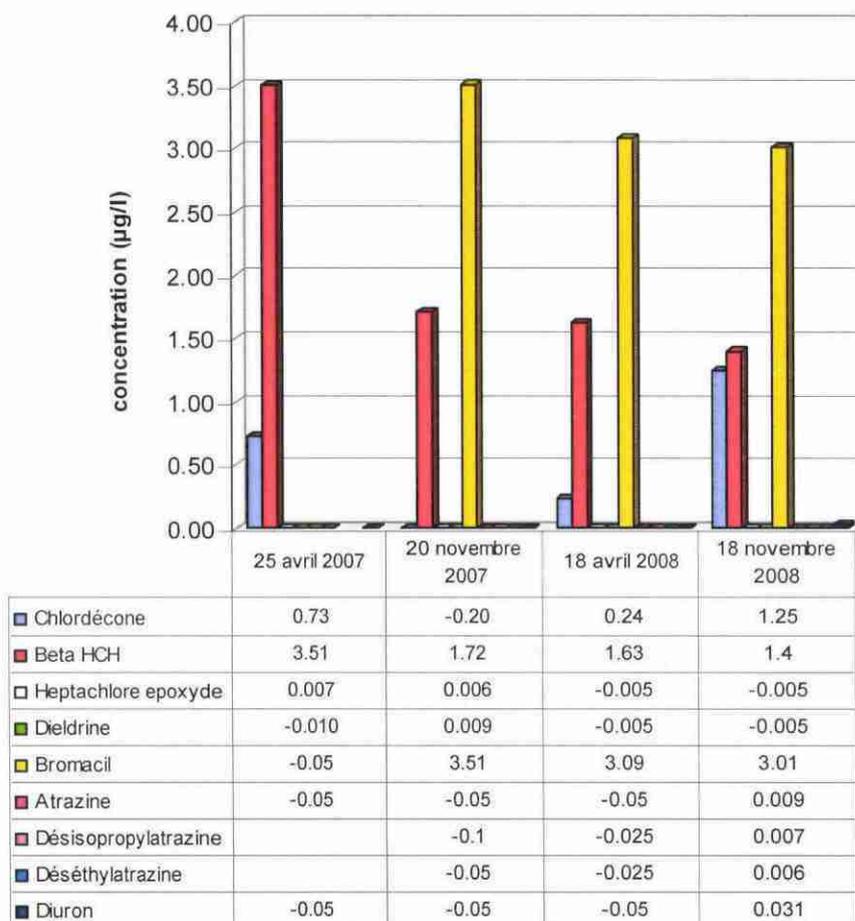


Illustration 39 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Source Socco Gradis

Comme en saison des pluies 2007 et saison sèche 2008, le **bromacil** et le **beta HCH** ont été détectés à des teneurs importantes.

Le **chlordécone**, non détecté en novembre 2007, l'a été à une forte concentration en novembre 2008 (1,25 µg/l).

On note également la détection nouvelle de **déséthylatrazine** et de **désisopropylatrazine**, ainsi que de **diuron** et d'**atrazine**. Pour ces deux dernières molécules, leur détection n'est peut-être due qu'à l'abaissement de la limite de quantification. Toutefois, pour les quatre molécules citées, les teneurs sont faibles et proches des limites de quantification.

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

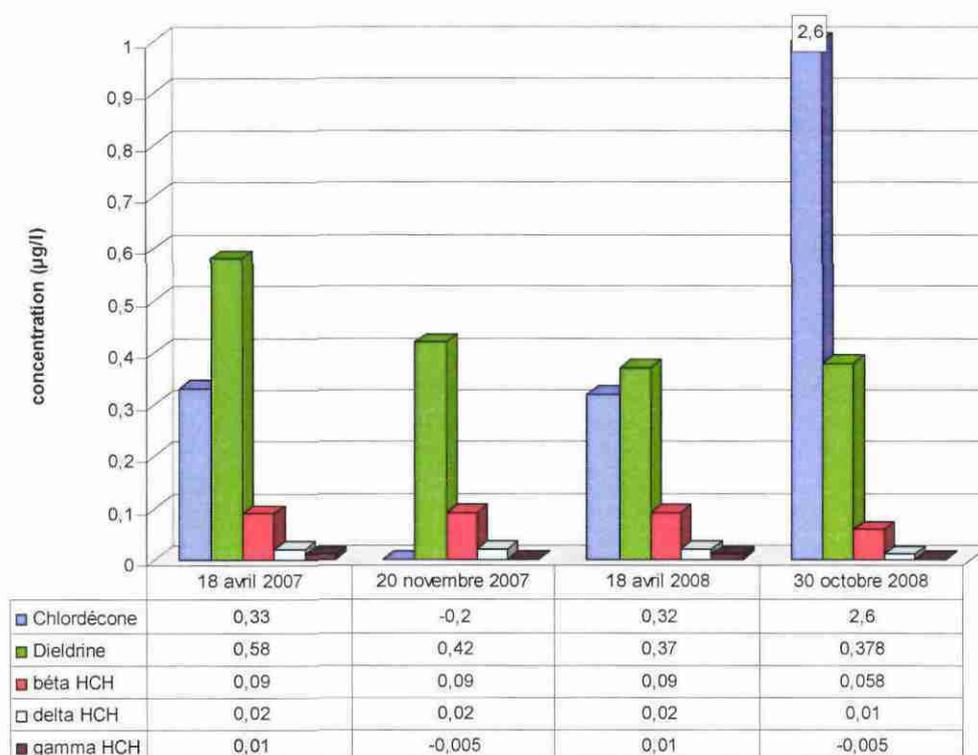


Illustration 40 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Macouba – Source Nord Plage

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

Le **chlordécone** a vu sa concentration multipliée par 8 depuis la dernière campagne. Elle est en saison des pluies 2008 de 2,6 µg/l et rend compte d'une détérioration importante de la qualité de l'eau sur ce site.

Une certaine stabilité est observée pour les autres molécules retrouvées : le **beta HCH**, le **delta HCH** et le **gamma HCH** sont toujours détectés à des teneurs proches. Il en est de même pour la **dieldrine**, qui, même si elle présente une teneur désormais bien inférieure au chlordécone, reste également problématique.

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

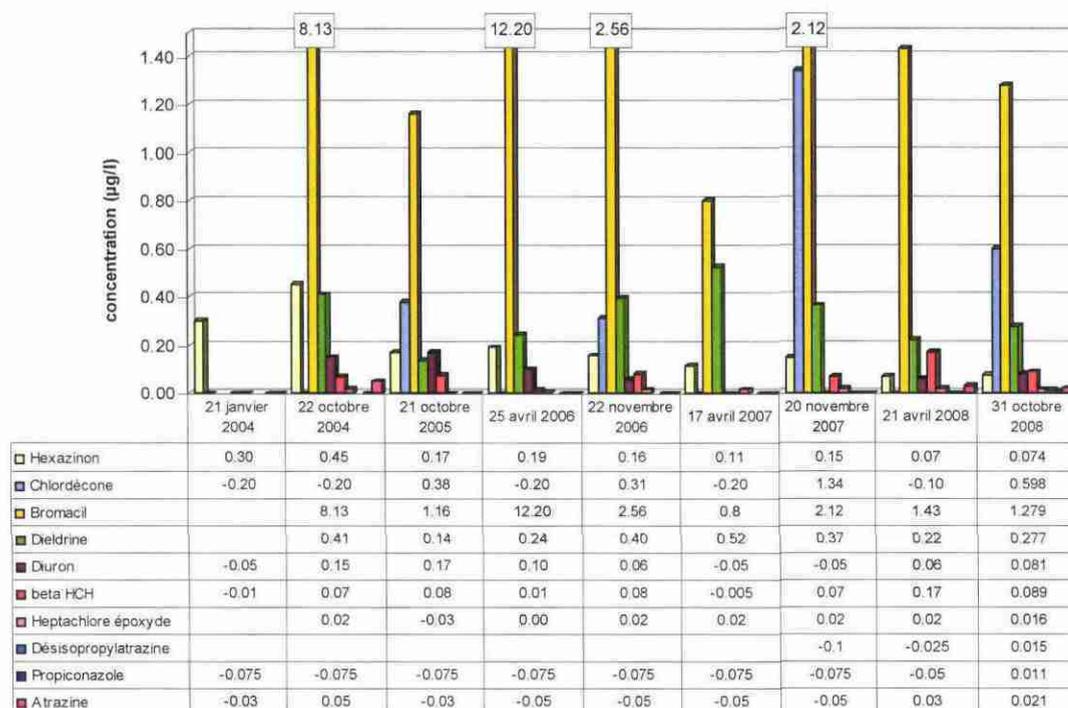


Illustration 41 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Basse Pointe – Rivière Falaise

Le site de Rivière Falaise est situé sur la commune de Basse Pointe, dans le Nord de l'île. Au cours des 8 campagnes de recherches de produits phytosanitaires précédentes, 7 molécules y ont été détectées. En saison des pluies 2008, 3 molécules de plus sont détectées : la **désisopropylatrazine**, le **propiconazole** et l'**atrazine**. Elles étaient recherchées depuis novembre 2007, mais les limites de quantification ont été abaissées et ont permis de quantifier ces molécules.

Comme lors des campagnes précédentes, le **bromacil** est la molécule à la teneur la plus forte (1,279 µg/l).

Le **chlordécone**, qui n'a pas été détecté lors de la dernière campagne, l'est de nouveau, à une teneur de 0,598 µg/l. Le chlordécone semble montrer une cyclicité puisque depuis 2005 il n'est détecté qu'en saison des pluies.

Le **dieldrine**, le **beta HCH**, le **diuron**, l'**heptachlore époxyde** et l'**hexazinon** sont chacun toujours détectés depuis 2004 à des teneurs du même ordre de grandeur, avec cependant une tendance globale à la baisse pour l'hexazinon.

• Marigot – Anse Charpentier (NA1)

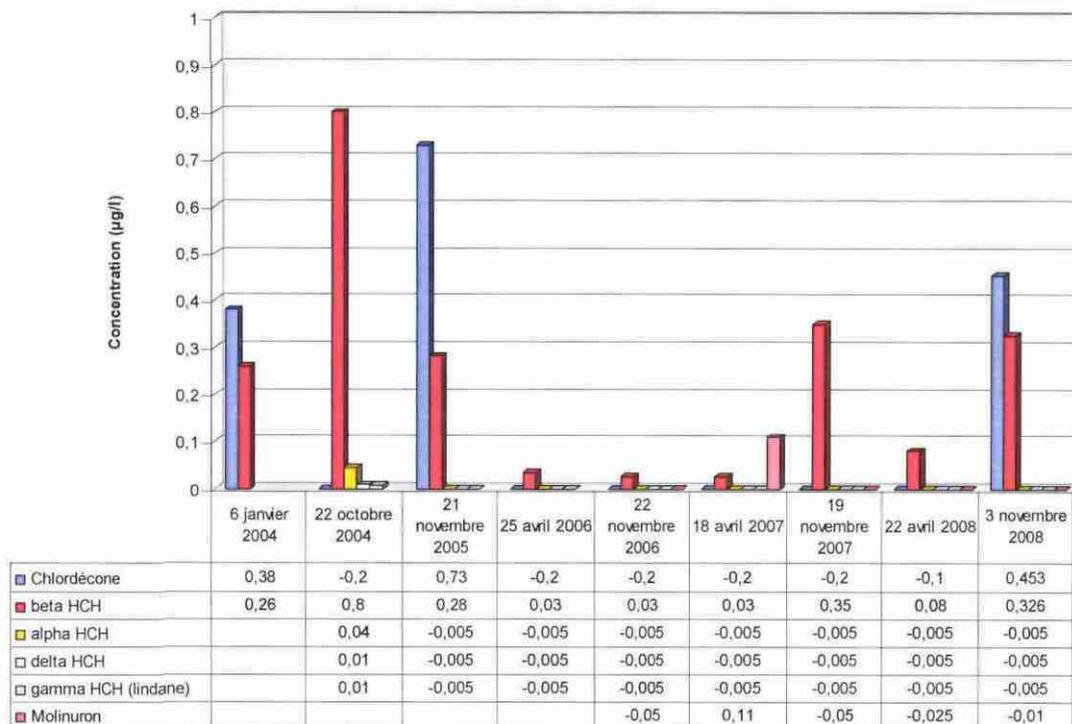


Illustration 42 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Marigot – Anse Charpentier

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.

En saison des pluies 2008 seules deux molécules sont détectées : le chlordécone et le beta HCH.

Le **chlordécone** n'avait pas été détecté depuis la saison des pluies 2005. Il l'est de nouveau à une teneur de 0,453 µg/l, comparable aux teneurs mesurées en saisons des pluies 2004 puis 2005. Cette molécule, qui n'était plus détectée depuis 5 campagnes, réapparaît donc à une teneur 4 fois supérieure à la valeur seuil DCE, ce qui rend compte d'une nouvelle détérioration importante de la qualité de l'eau sur ce site.

Le **beta HCH** montre une concentration similaire à celle de saison des pluies 2007. Depuis 2004, aucune véritable tendance ne se dégage. On constate que la molécule n'a été détectée qu'à des faibles teneurs pendant 3 campagnes (2006 – 2007), et que depuis novembre 2007 elle l'est de nouveau à des concentrations plus importantes.

• **Le Lorrain – Fond Brûlé (NA2)**

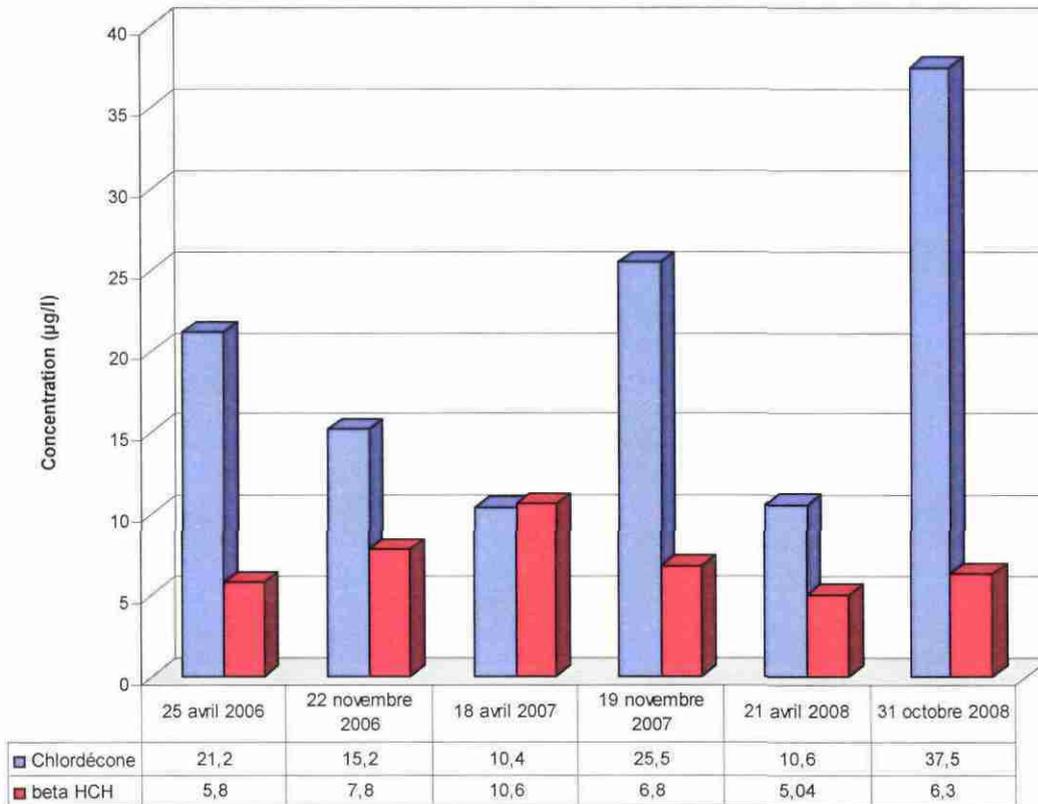


Illustration 43 : Evolution des concentrations ($\mu\text{g/l}$) en Chlordécone et Beta HCH sur le site du Lorrain – Fond Brûlé

Le site de Fond Brûlé, situé sur la commune du Lorrain fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois d'avril 2006. Les campagnes précédentes ont montré des teneurs oscillant entre 5 et 10 $\mu\text{g/l}$ pour le **beta HCH** et 10 et 25 $\mu\text{g/l}$ pour le **chlordécone** sans qu'aucune tendance ne puisse être réellement observée. En saison des pluies 2008, la concentration en beta HCH reste dans la même gamme, mais celle de chlordécone a augmenté pour atteindre sa valeur record : **37,5 $\mu\text{g/l}$** .

Les teneurs de ce site sont sans commune mesure avec celles des 19 autres points du réseau et constituent depuis quelques campagnes la plus grande source de préoccupation dans le cadre de ce réseau de surveillance.

La **dieldrine** se caractérise également par une stabilité de sa teneur (0,01 $\mu\text{g/l}$, cf. Illustration 44) depuis avril 2006. Aucune autre molécule n'a été détectée en 2008.

Le linuron et l'AMPA quand à eux n'ont pas été retrouvés en 2008 (Cf. Illustration 44).

Une étude détaillée (concentrations dans les sols et dans la zone non saturée, processus de transferts...) de l'aquifère capté par ce forage et de son bassin d'alimentation paraît indispensable au vu des fortes concentrations observées. A noter qu'une source « bord de route » suivie par la DSDS en amont de ce forage présente également des concentrations du même ordre de grandeur.

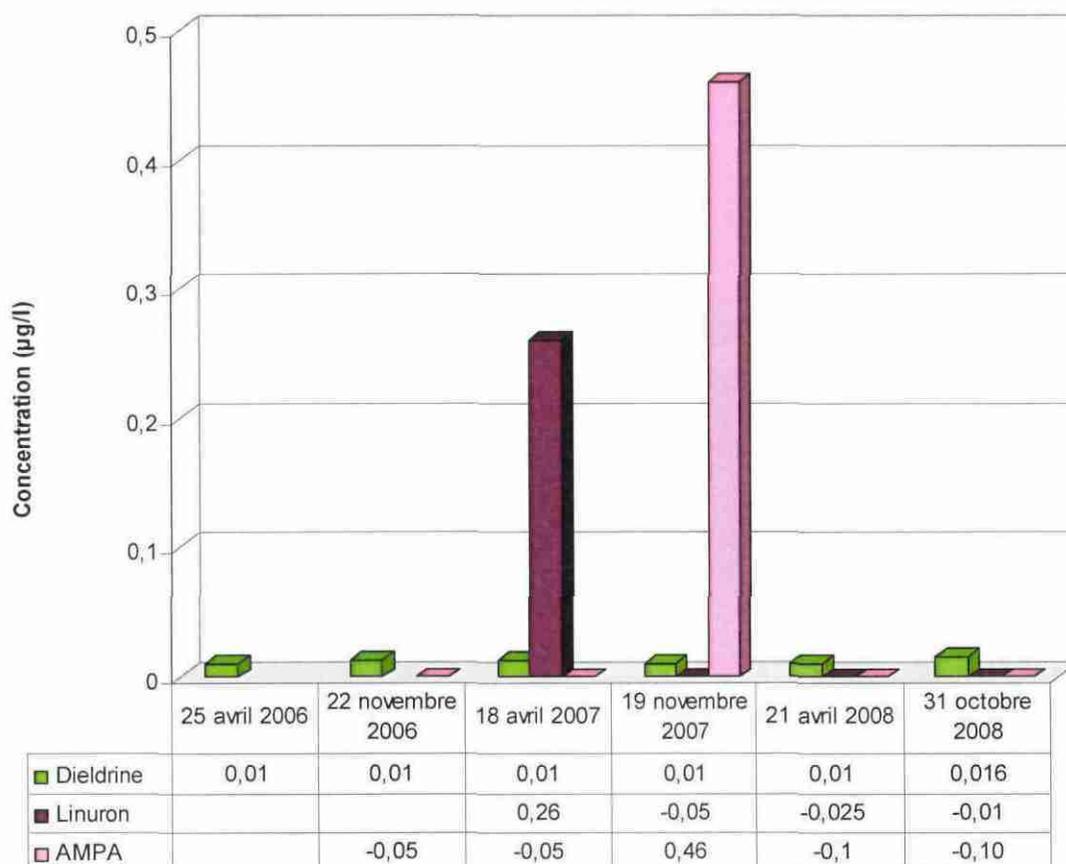


Illustration 44 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lorrain – Fond Brulé (hors chlordécone et beta HCH)

• **Gros Morne – La Borelli (NA3)**

Le site de la Borelli, situé sur la commune de Gros Morne, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de novembre 2005.

Le **beta HCH**, qui avait été détecté pour la 1^{ère} fois en saison des pluies 2007, montre depuis une concentration en augmentation régulière (0,116 µg/l en saison des pluies 2008).

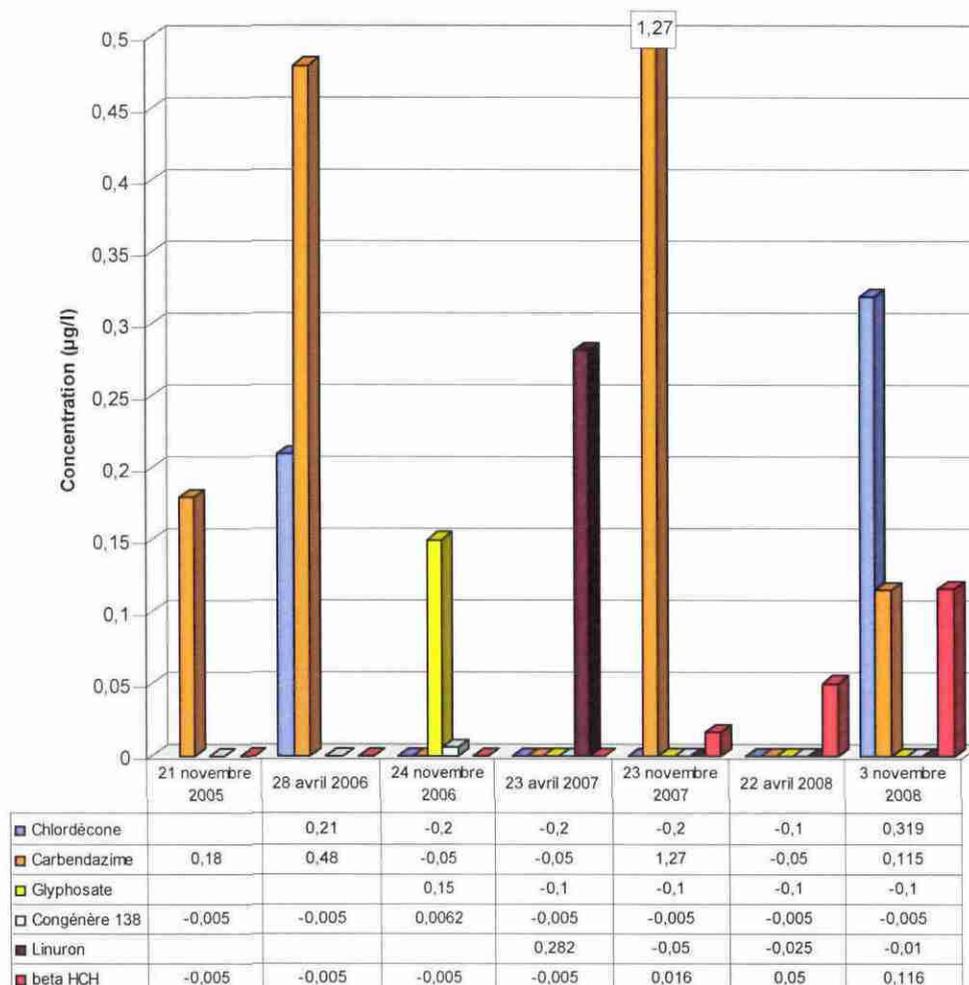


Illustration 45 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Gros Morne – La Borelli (plus le congénère 138 qui est un pesticide organochloré)

Le **chlordécone** et le **carbendazime** sont de nouveau détectés, à des teneurs respectives de 0,319 µg/l et 0,115 µg/l. Aucune véritables tendances ne se dégagent les concernant depuis 2005.

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

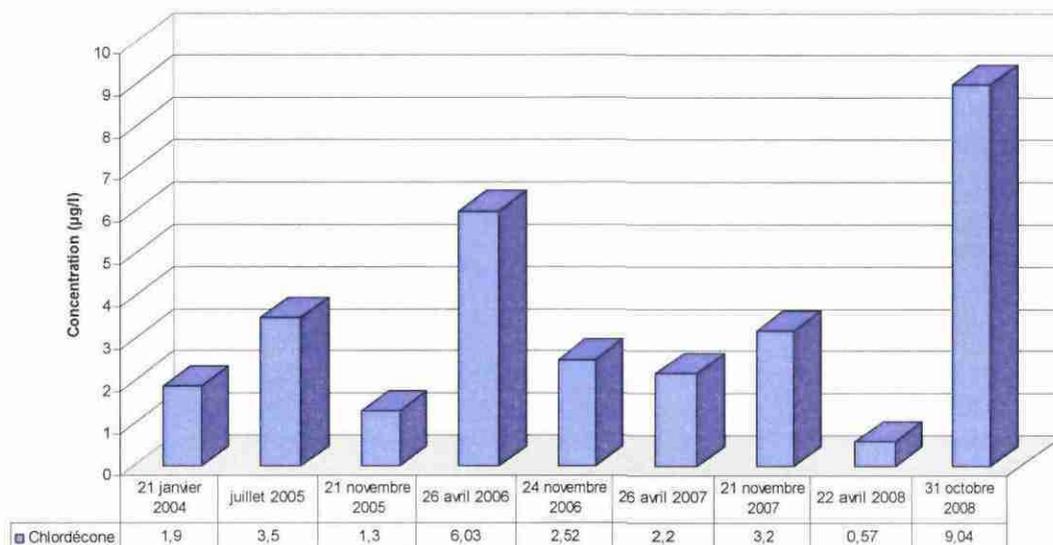


Illustration 46 : Evolution de la concentration en chlordécone sur le site de Trinité – Source Morne Figue

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, 9 campagnes d'analyses y ont été réalisées (la mesure d'avril 2006 a été réalisée par la DSDS dans le cadre de son suivi des sources « bord de route »).

Le **chlordécone** y a été détecté à chaque fois, mais aucune tendance significative ne semble se dégager. A noter cependant que la valeur de saison sèche 2008 était la plus faible jamais enregistrée (0,57 µg/l), mais que celle de saison des pluies 2008 est la plus forte jamais enregistrée : **9,04 µg/l**.

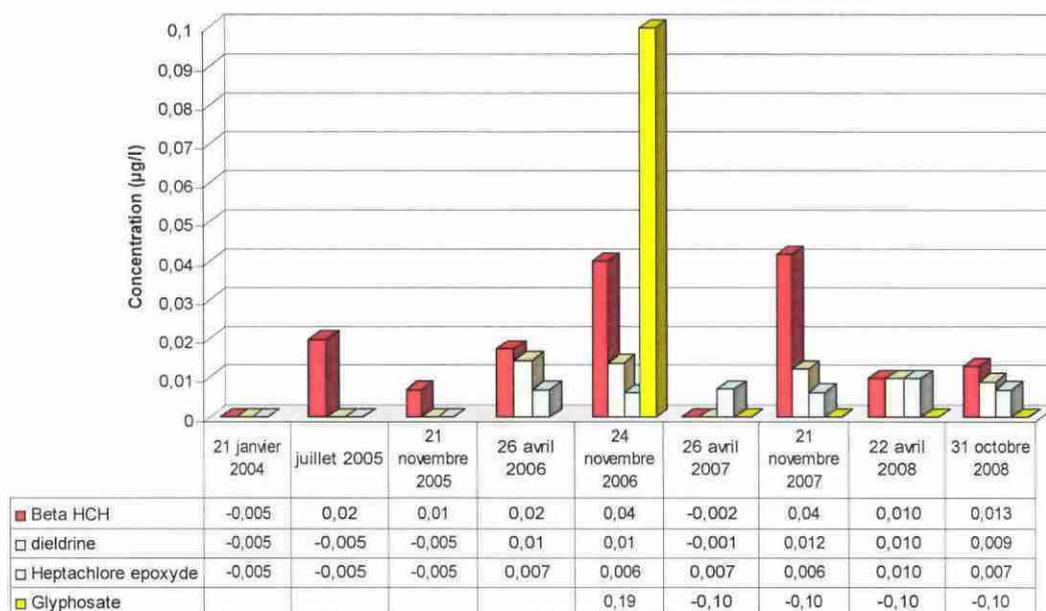


Illustration 47 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Trinité – Morne Figue (hors chlordécone)

Comme lors des deux dernières campagnes, le **beta HCH**, le **dieldrine** et l'**heptachlore époxyde** ont été détectés. Les teneurs restent proches des limites de quantification et comparables à la saison sèche 2008 (autour de $0,01 \mu\text{g/l}$).

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

• St Pierre – CDST (NC1)

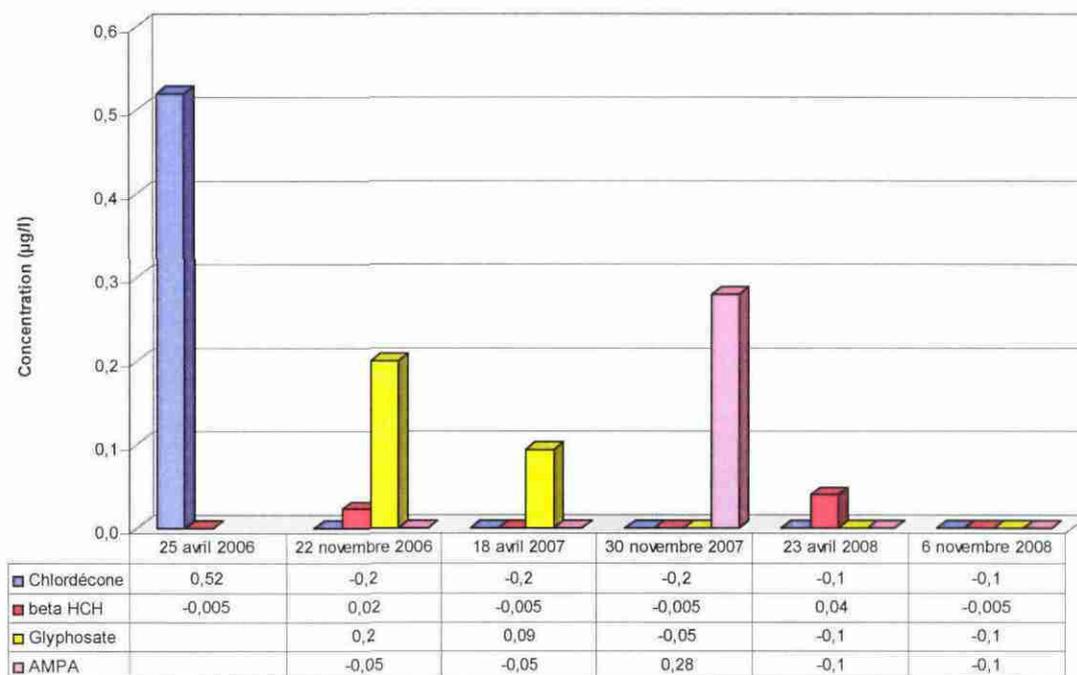


Illustration 48 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de St Pierre - CDST

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

Quatre molécules différentes ont été détectées ponctuellement lors des dernières campagnes. Aucune ne l'a été en saison des pluies 2008.

• **Schœlcher – Fond Lahaye (NC2)**

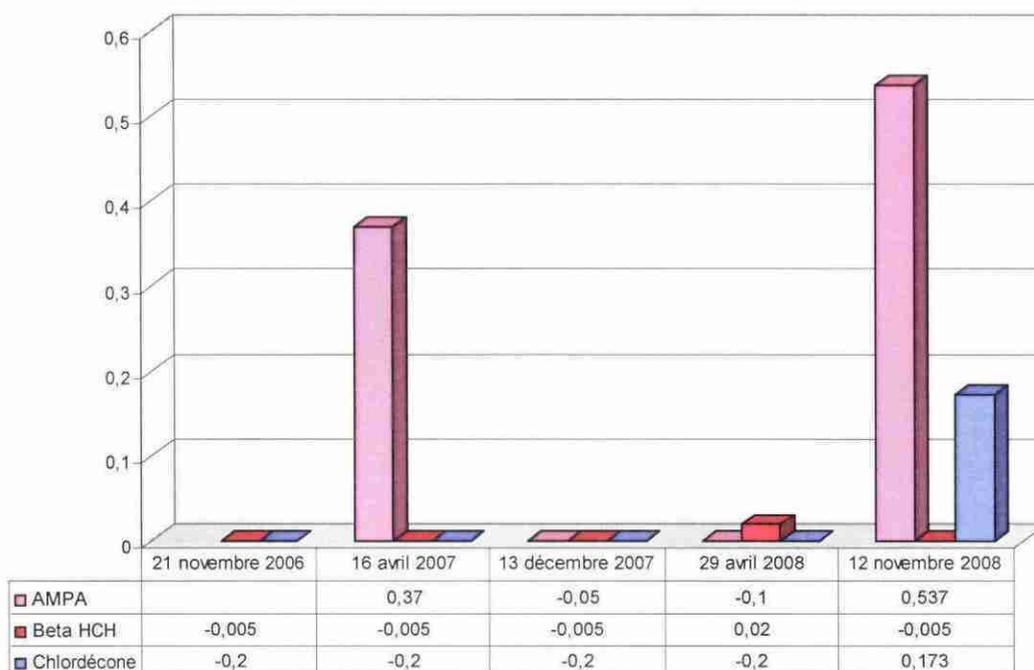


Illustration 49 : Concentration ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Schœlcher – Fond Lahaye

La station de Fond Lahaye, située sur la commune de Schoelcher, a fait l'objet durant les années 2006-2007 d'investigations dans le but, notamment, d'utiliser ce forage comme forage d'exploitation pour l'AEP. Une série d'analyses avait été réalisée durant l'année 2007.

La campagne de saison sèche 2008 a montré la seule présence de beta HCH avec une teneur proche de sa limite de quantification. En saison des pluies 2008, il n'est pas détecté mais l'**AMPA** et le **chlordécone** le sont.

L'**AMPA** avait déjà été détecté en saison sèche 2006, mais plus depuis. Sa concentration est à nouveau importante : **0,537 $\mu\text{g/l}$** .

Le **chlordécone** est détecté pour la 1^{ère} fois sur le site, à une concentration également supérieure à la valeur seuil DCE : **0,173 $\mu\text{g/l}$** .

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

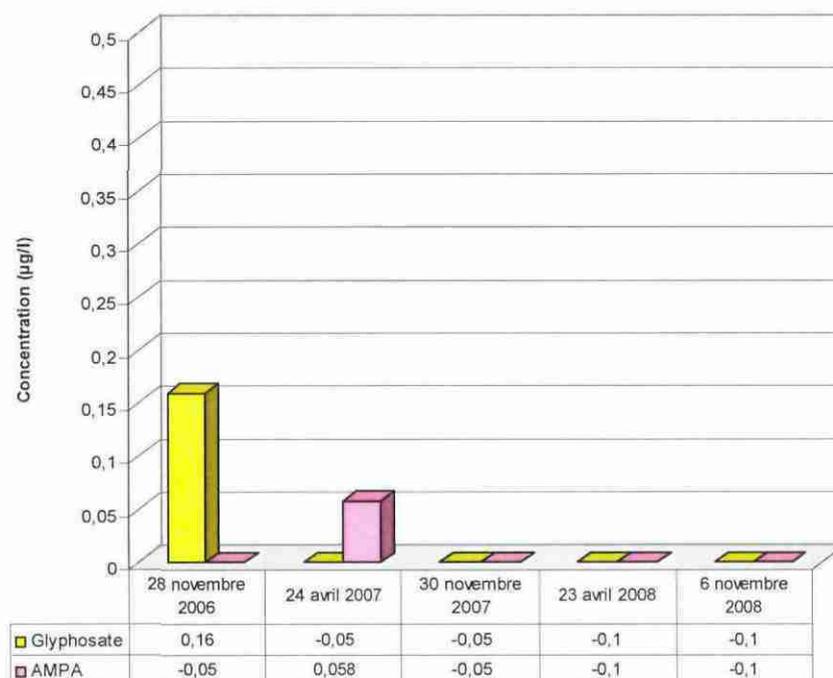


Illustration 50 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires et produits de dégradation détectés sur le site du Prêcheur – Rivière du Prêcheur

Le site situé sur la commune du Prêcheur a fait l'objet de 5 campagnes, depuis novembre 2006. **En saison des pluies 2008, aucune molécule n'a été détectée.**

Les deux molécules qui avaient été détectées lors des deux premières campagnes, le glyphosate et l'AMPA, ne sont plus détectées depuis 3 campagnes. Pour l'AMPA, cela peut être dû à la hausse de la limite de quantification, qui est depuis avril 2008 supérieure à la teneur mesurée en 2007.

• **Carbet – Fond Canal (NC4) :**

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

En saison des pluies 2007 et saison sèche 2008, les analyses ont montré la seule présence de dieldrine, à une teneur très proche de sa limite de quantification ($0,01 \mu\text{g/l}$). En saison des pluies 2008, **aucune molécule n'a été détectée.**

• **Le Robert – Vert Pré (C1)**

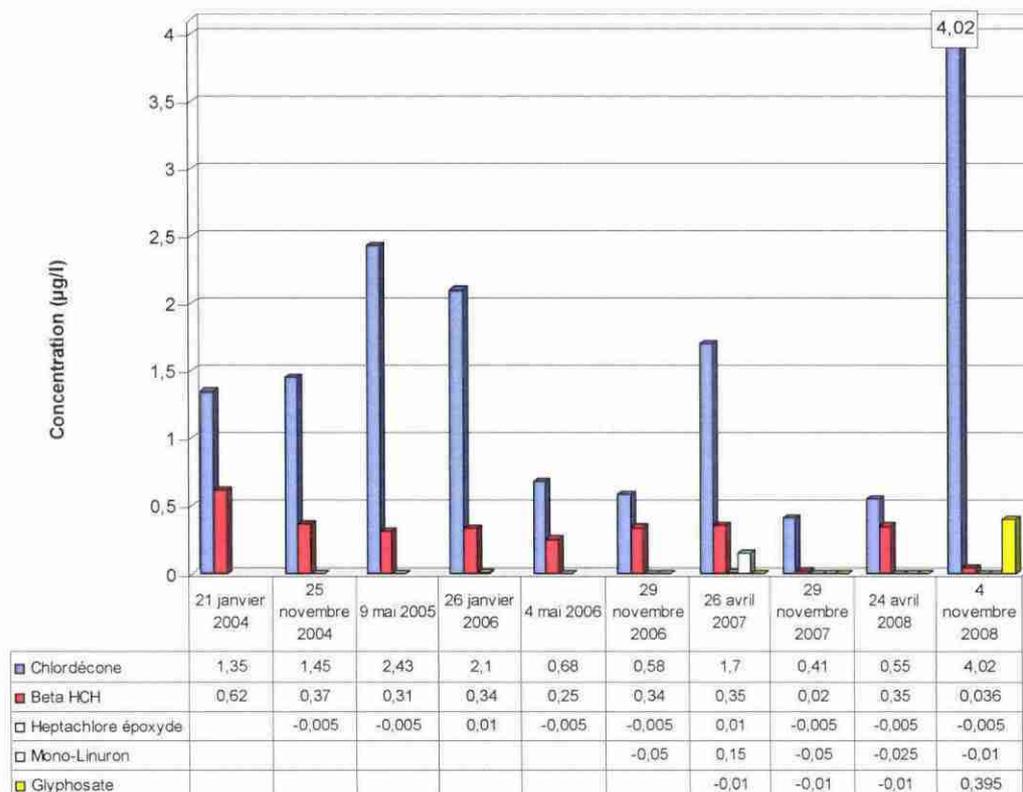


Illustration 51 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires sur le site du Robert – Vert Pré

Le site de Vert Pré, situé sur la commune du Robert, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis le mois de janvier 2004. Les deux seules molécules habituellement détectées sont le **chlordécone** et le **beta HCH**. En saison des pluies 2008, le **glyphosate** l'a également été.

Le recul de la teneur en **chlordécone** observé depuis 2006 (à l'exception de la mesure d'avril 2007) ne se confirme pas du tout, la teneur s'envolant en saison des pluies 2008 à la valeur très problématique de **4,02 µg/l**.

La concentration en **beta HCH** est proche de celle de saison des pluies 2007, et beaucoup plus faible que celles de toutes les autres campagnes de mesure depuis 2004 (facteur 10).

En saison des pluies 2008, le **glyphosate** est détecté pour la 1^{ère} fois, à une teneur importante : **0,395 µg/l**.

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

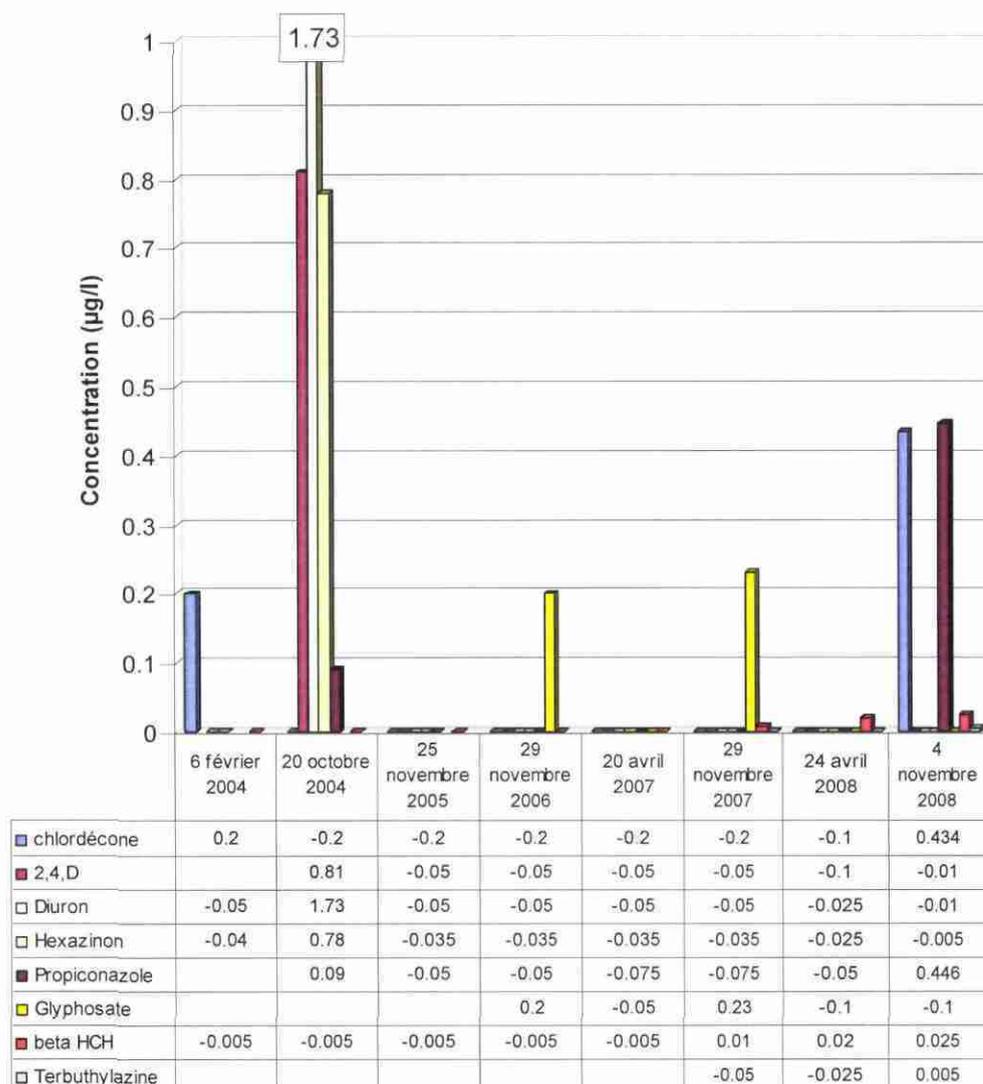


Illustration 52 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site du Lamentin – Habitation Ressource

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 le chlordécone, le 2.4 D, le diuron, le propiconazole et l'hexazinone, n'étaient, jusqu'en saison sèche 2008, plus détectées depuis novembre 2005.

En saison des pluies 2008, le **chlordécone** et le **propiconazole** sont de nouveau détectés, à des teneurs significatives et problématiques, respectivement de **0,434 µg/l** et **0,446 µg/l**.

Le **beta HCH** a également été détecté, comme lors de la dernière campagne, à une teneur faible (0,025 µg/l).

Le glyphosate n'a pas été détecté, contrairement aux deux dernières saisons des pluies où les teneurs étaient importantes (autour de 0,02 µg/l).

On note pour la première fois la détection de terbuthylazine, à une teneur faible cependant (0,005 µg/l).

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

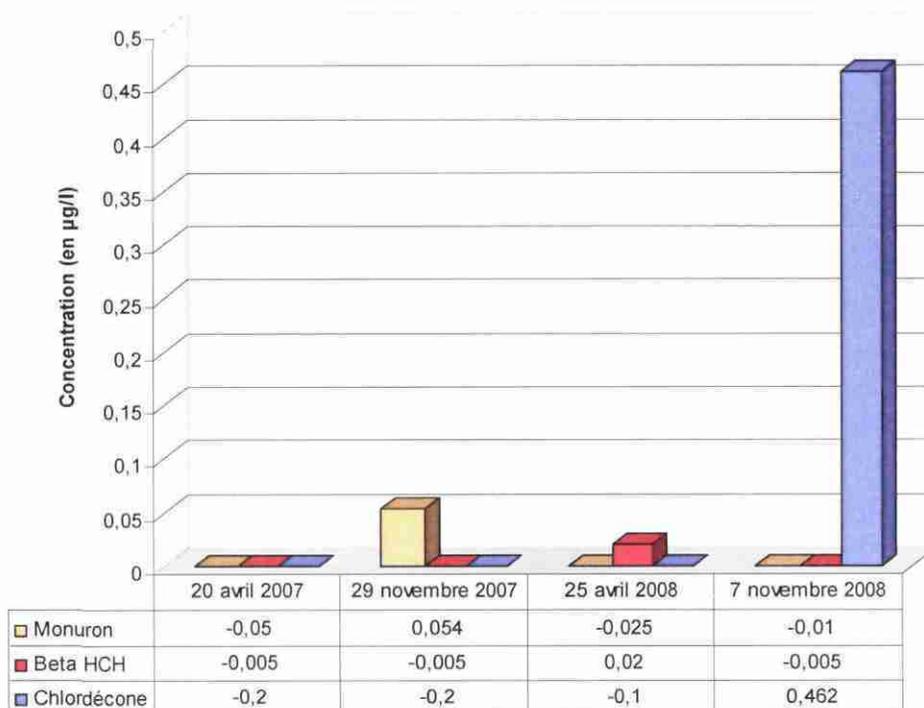


Illustration 53 : Concentration (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Rivière Salée - Nouvelle Cité

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

Le beta HCH, détecté en saison sèche 2008, ne l'a plus été en saison des pluies 2008.

On constate par contre la détection du **chlordécone**, à une teneur problématique : **0,462 µg/l**.

• **Le Marin – Grand Fond (SA1)**

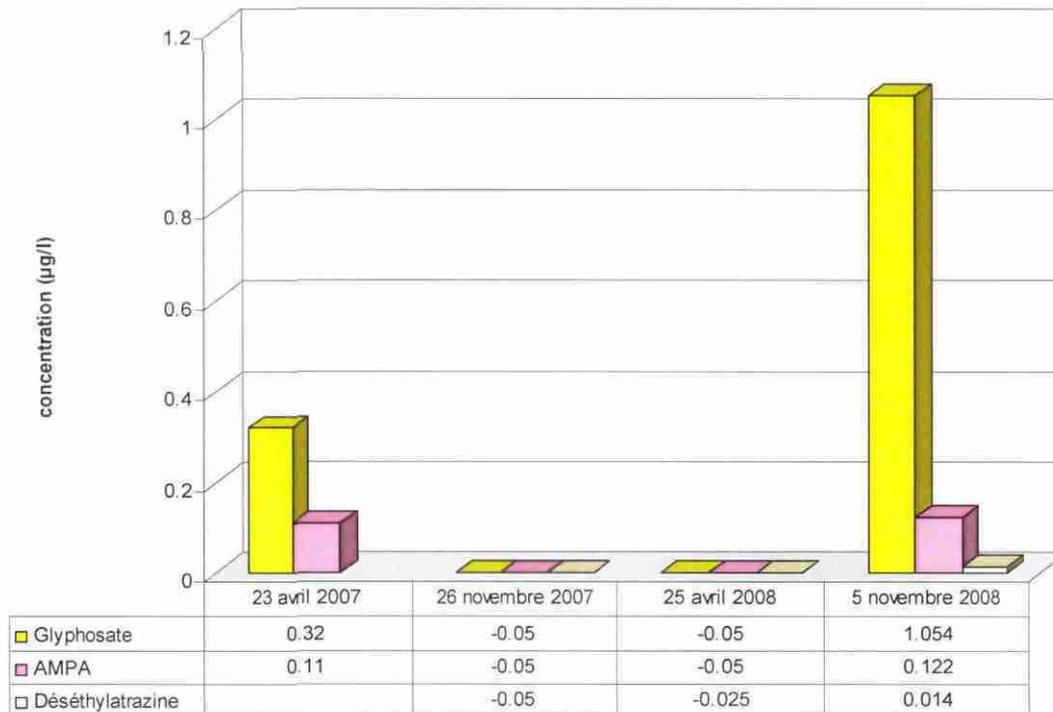


Illustration 54 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site du Marin – Grand Fond

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 de ses métabolites), qui n'avaient pas été détectés depuis avril 2007, l'ont été en saison des pluies 2008. L'AMPA montre une teneur comparable à avril 2007 (un peu plus de 0,1 µg/l), alors que la concentration en glyphosate a triplé, pour atteindre une valeur problématique de **1,054 µg/l**.

On note pour la première fois la détection de déséthylatrazine, à une teneur faible (0,014 µg/l).

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

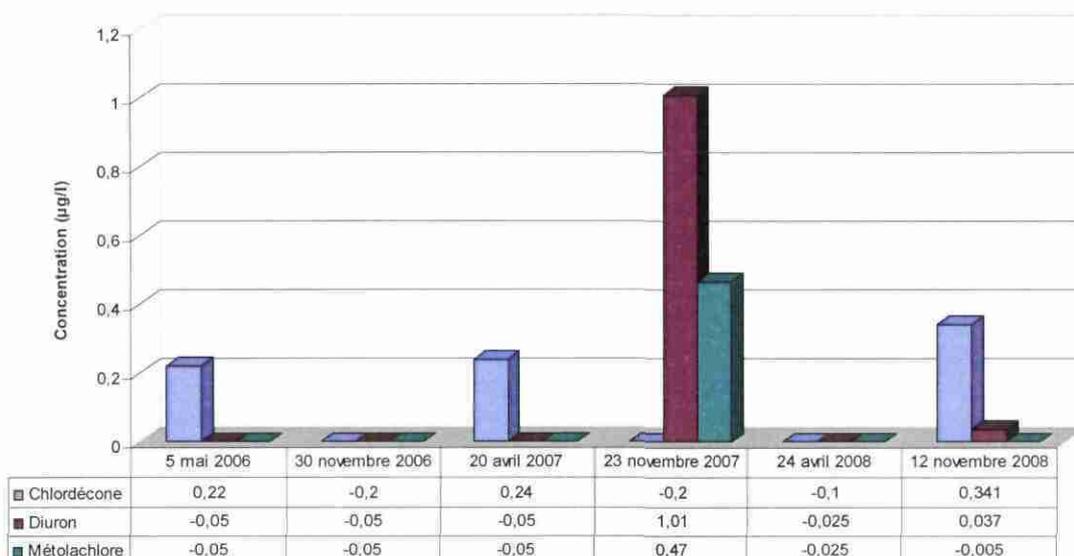


Illustration 55 : Concentrations ($\mu\text{g/l}$) en produits phytosanitaires détectés sur le site de François - Victoire

Le site de l'Habitation Victoire, situé sur la commune du François, fait l'objet de recherches en produits phytosanitaires depuis mai 2006.

Lors de la dernière campagne, aucune molécule n'avait été détectée. En saison des pluies 2008, le **chlordécone** et le **diuron** le sont.

Le **chlordécone** ne l'avait pas été depuis la saison sèche 2007. Il réapparaît à une teneur du même ordre de grandeur mais supérieure (**0,341 $\mu\text{g/l}$**).

Le **diuron** avait été détecté à une très forte teneur en saison des pluies 2007. En novembre 2008, la concentration a chuté à **0,037 $\mu\text{g/l}$** .

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

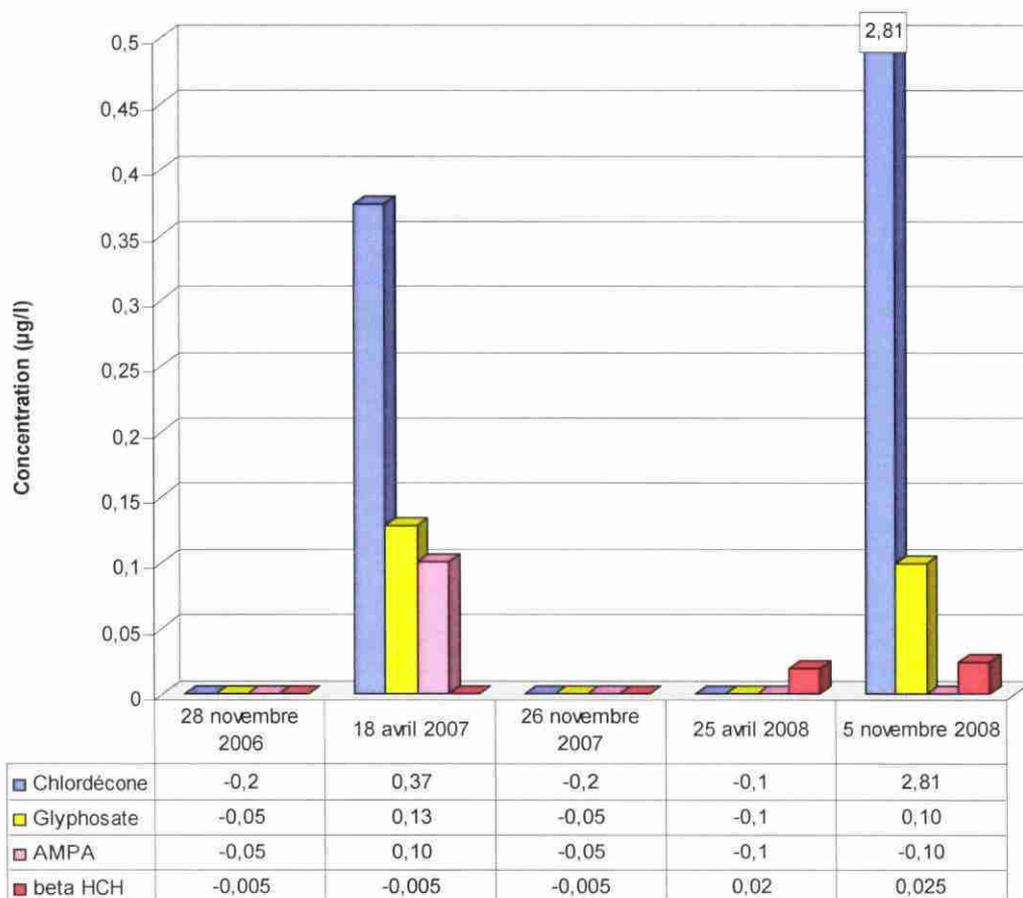


Illustration 56 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Rivière Pilote – Fougainville

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 résultats sont très différents des deux dernières campagnes, mis à part pour le **beta HCH** mesuré à une teneur comparable lors des deux campagnes 2008, autour de 0,02 µg/l. Le chlordécone et le glyphosate sont de nouveau détectés après deux campagnes d'absence :

- Celle de **chlordécone** s'est envolée à la valeur record de 2,81 µg/l (8 fois celle d'avril 2007).
- La teneur en **glyphosate** (0,10 µg/l) est comparable à avril 2007.

• Trois Ilets – Vatable (SC2)

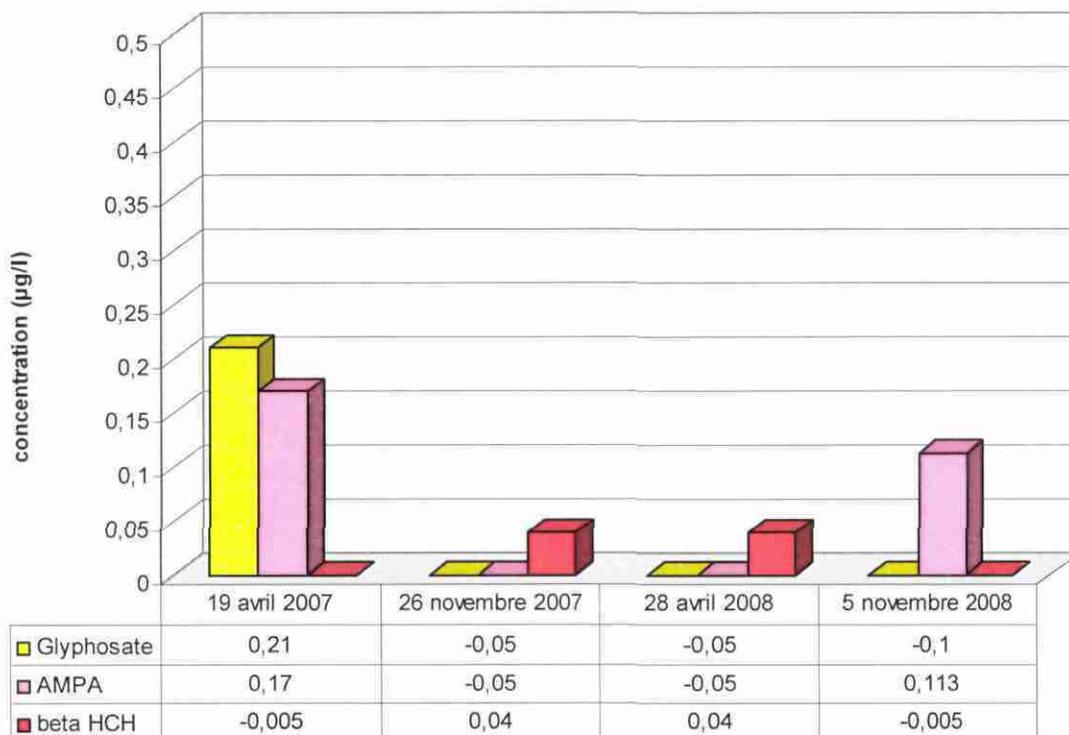


Illustration 57 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires et en produits de dégradation détectés sur le site de Trois Ilets - Vatable

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

Seul l'**AMPA** (métabolite de dégradation du glyphosate) a été détecté en saison des pluies 2008 (0,113 µg/l). Il ne l'avait pas été depuis la première campagne d'avril 2007.

Le beta HCH n'est plus détecté, contrairement aux deux dernières campagnes.

• **Diamant – Dizac (SC3)**

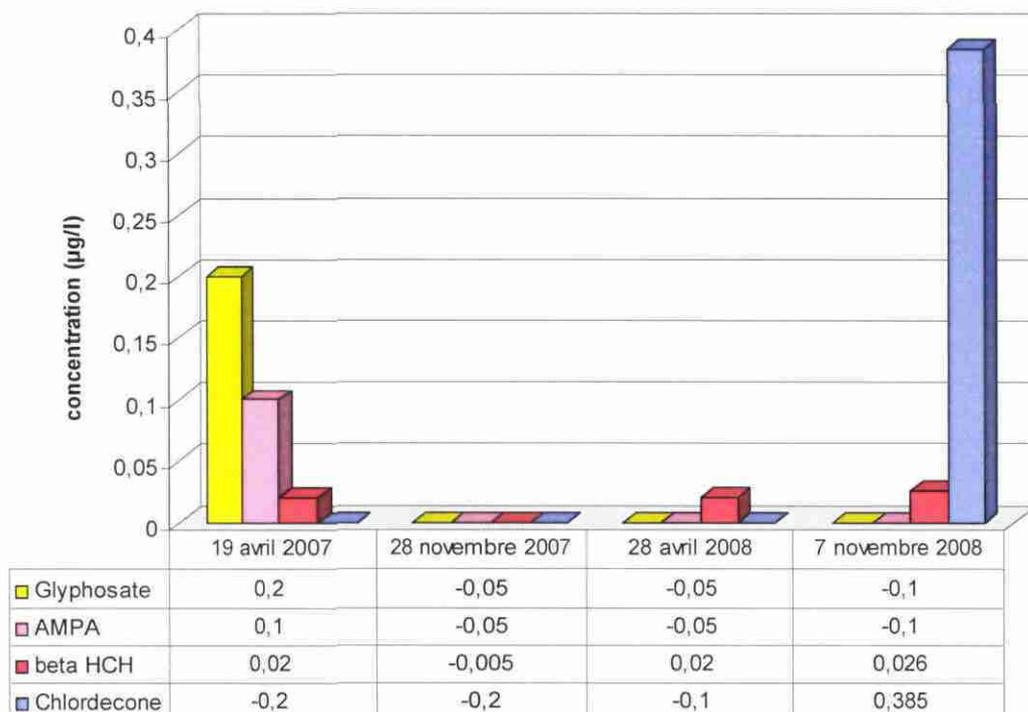


Illustration 58 : Concentrations (µg/l) en produits phytosanitaires détectés sur le site de Diamant - Dizac

Le site de Dizac, situé sur la commune du Diamant, avait montré lors de la première campagne d'analyses d'avril 2007, la présence de glyphosate et d'AMPA, à des teneurs respectives de 0,2 et 0,1 µg/l. La présence de beta HCH était également à signaler.

Les deux premières molécules citées ne sont plus détectées depuis la saison des pluies 2007. En revanche, le **beta HCH** l'est toujours, à une teneur similaire (0,026 µg/l).

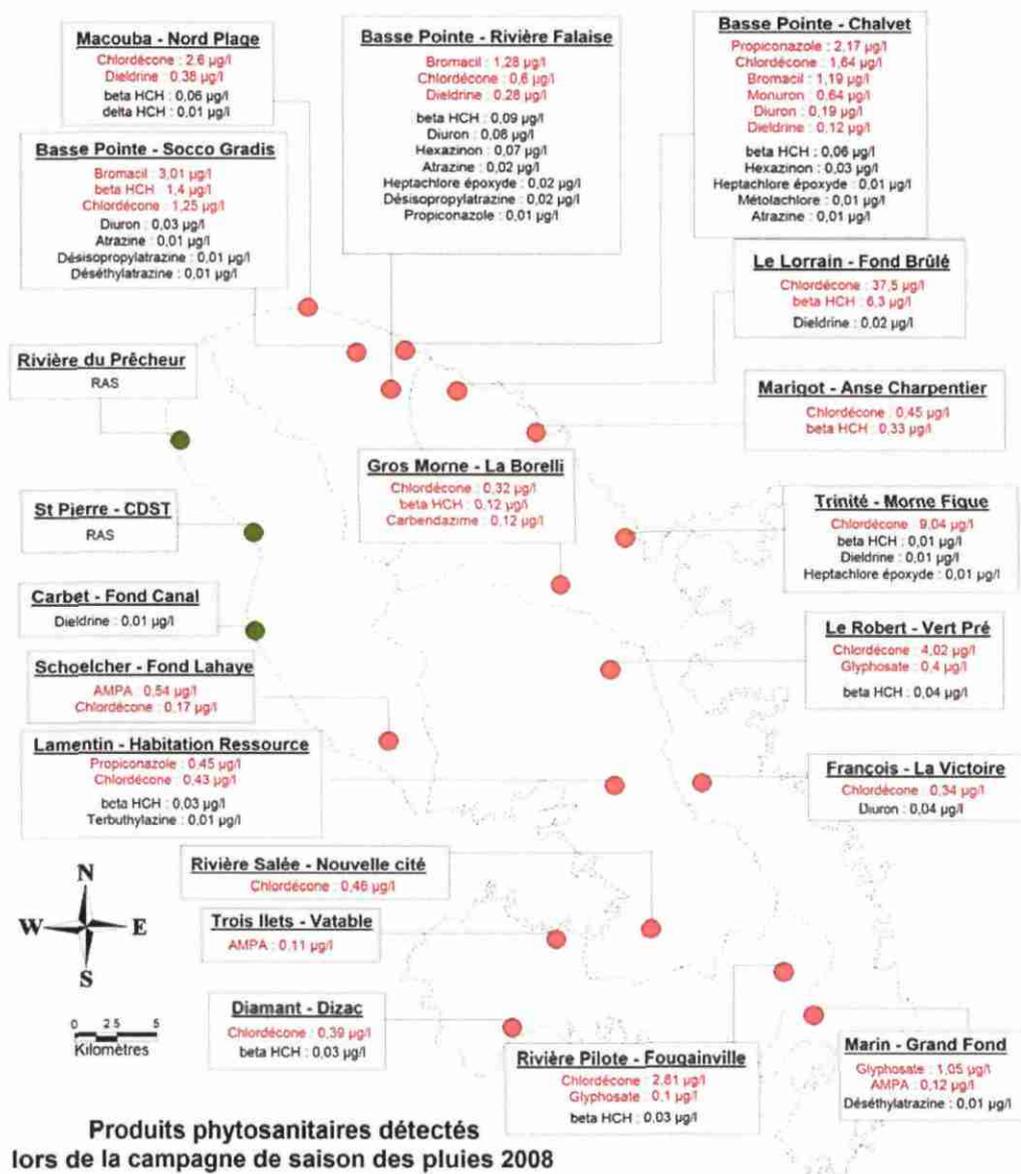
Beaucoup plus problématique, le **chlordécone** a été détecté, pour la 1^{ère} fois et à une teneur très forte : **0,385 µg/l**.

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

L'illustration 59 ci-dessous présente la carte synthétique des produits retrouvés durant la saison des pluies 2008.

17 sites sur 20 ne respectent pas les normes de qualité de la DCE du point de vue des produits phytosanitaires, contre 7 lors de la précédente campagne de saison sèche 2008, et 12 en saison des pluies 2007.

Les 3 seuls sites qui respectent les normes qualité de la DCE sont sur la masse d'eau Nord Caraïbe. **Les masses d'eau Nord et Nord Atlantique sont toujours les masses d'eau qui cumulent le plus d'occurrences de produits phytosanitaires et les plus fortes concentrations** (record atteint pour la concentration en chlordécone : **37,5 µg/l** sur le site du Lorrain – Fond brûlé).



Produits phytosanitaires détectés lors de la campagne de saison des pluies 2008

LEGENDE

- Point en bon état
- Point en mauvais état
- Limites de masses d'eau

(en rouge, les teneurs dépassant le seuil DCE de 0,1 µg/l par substance active (0,03 µg/l pour le Dieldrine))

Geosciences pour une Terre durable




O.D.E
Office De l'Eau Martinique

Illustration 59 : Carte récapitulative des molécules détectées sur le réseau en saison des pluies 2008

3. Synthèse des résultats au titre de la DCE

Les sites présentant des anomalies de concentrations de certains éléments ont été mis en évidence dans les chapitres précédents. Les seuils de qualité de la DCE ne sont pas encore arrêtés de manière définitive pour de nombreux paramètres. Ainsi, les interprétations ont été effectuées à l'aide des seuils définis, à savoir ceux des produits phytosanitaires, des nitrates et de l'arsenic. Seule l'illustration 61 dresse un état qualitatif des masses d'eau selon la méthode du SEQ eaux souterraines, en utilisant en complément des seuils DCE (Circulaire DCE 2006/18), les limites/références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 11 janvier 2007).

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

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

L'illustration 60 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 2008.

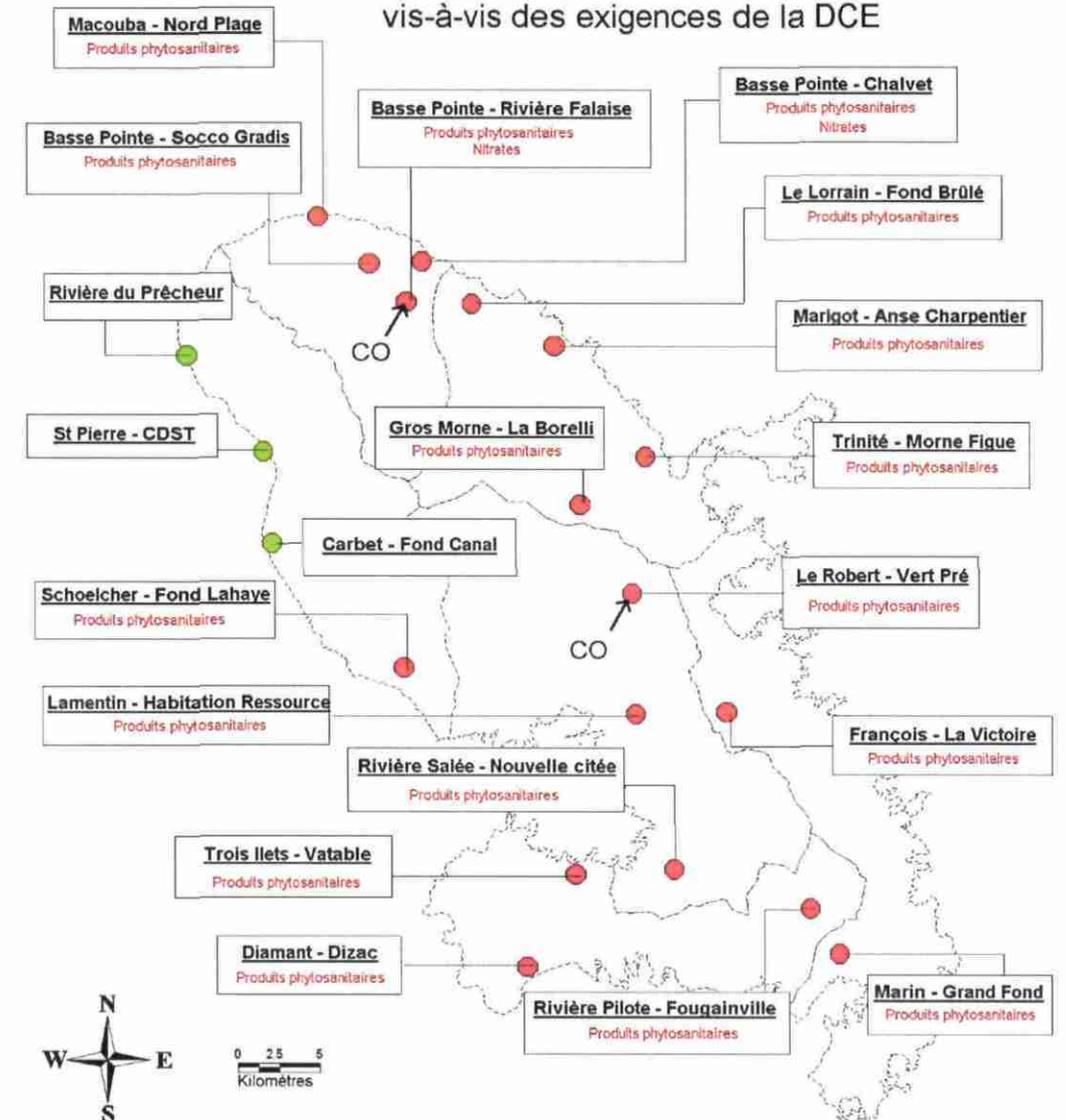
Les paramètres dépassant les normes AEP ou les seuils provisoires DCE à savoir l'arsenic, le fer et le manganèse ne seront pas considérés comme paramètres déclassant d'une part car ils sont d'origine naturelle, et d'autre part car ils n'ont pas de seuil fixé dans la directive cadre. Ces derniers paramètres sont néanmoins indiqués dans les deux dernières colonnes de l'illustration 61.

Pour la deuxième fois consécutive, le seuil maximum pour les nitrates (50 mg/l - Circulaire DCE 2006/18) a été dépassé. C'était le cas pour une seule station en saison sèche 2008 (N4), c'est désormais le cas pour deux stations en saison des pluies 2008 (N4 et N1).

Les produits phytosanitaires restent la principale source de dégradation des eaux étudiées, toutes les masses d'eau étant plus ou moins touchées.

Les tableaux présentant la synthèse des résultats des pollutions en nitrates et en produits phytosanitaires sont présentés en Annexe 7 et Annexe 8.

Etat des eaux prélevées en saison des pluies 2008 vis-à-vis des exigences de la DCE



En rouge, les paramètres responsables du mauvais état de l'eau vis-à-vis des exigences de la DCE

Illustration 60 : Carte récapitulative de l'état patrimonial de la ressource en eau souterraine en saison des pluies 2008 (les 2 points n'appartenant qu'au réseau de contrôle opérationnel sont indiqués sur la carte (CO))

Masse d'eau concernée	Indices de terrain	Indice BSS	Commune	Lieu-dit	Produits phytosanitaires (Norme DCE)	Nitrates (Normes DCE)	Micropolluants minéraux (Normes DCE provisoires ou AEP)
Nord FRJ201	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 FRJ202	NA1	1169ZZ0006	Marigot	Anse Charpentier			As, Fe, Mn, B
	NA2	1169ZZ0084	Le Lorrain	Fond Brulé			
	NA3	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli			Mn
	NA4	1175ZZ0153	Trinité	Source Morne Figue			
Nord Caraïbes FRJ203	NC1	1167ZZ0045	St Pierre	CDST			
	NC2	1177ZZ0161	Schoelcher	Fond Lahaye			Fe
	NC3	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur			
	NC4	1172ZZ0050	Le Carbet	Fond Canal			Fe, Mn
Centre FRJ204	C1	1175ZZ0106	Le Robert	Vert Pré			Mn
	C2	1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource			Fe, Mn
	C3	1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle cité			Mn, B
Sud Atlantique FRJ205	SA1	1186ZZ0118	Le Marin	Grand Fond			
	SA2	1179ZZ0228	Le François	Habitation Victoire			
Sud Caraïbes FRJ206	SC1	1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville			
	SC2	1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable			
	SC3	1184ZZ0001	Diamant	Dizac			Fe, Mn

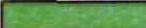
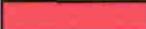
 Eau en bon état vis-à-vis des exigences de la DCE
 Eau en mauvais état vis-à-vis des exigences de la DCE

Illustration 61 : Etat qualitatif des eaux souterraines de Martinique en saison des pluies 2008

3.2. PROBLEMATIQUE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN SAISON DES PLUIES 2008

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

L'illustration 62 ci-dessous présente les résultats en termes de nombre de détections depuis le début des campagnes réalisées dans le cadre de la DCE :

Type	Molécules	Saison sèche 2007		Saison des pluies 2007		Saison sèche 2008		Saison des pluies 2008	
		Nb Détection (19 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total
Insecticides	Chlordécone	8	25	6	29	6	32	15	36
	Dieldrine	4		7		6		5	
	Heptachlore-époxyde	4		4		2		3	
	beta HCH	7		11		16		12	
	delta HCH	1		1		1		1	
	gamma HCH	1		0		1		0	
Herbicides	Bromacil	2	15	3	8	0	6	3	17
	Diuron	1		1		2		4	
	Hexazinon	1		1		2		2	
	Monuron	1		1		1		1	
	Metolachlore	0		1		0		1	
	Glyphosate	5		1		0		2	
	Linuron	3		0		0		0	
	Monolinuron	2		0		0		0	
	Atrazine	0		0		1		3	
	Terbuthylazine	-		-		-		1	
Fongicides	Propiconazole	0	0	1	2	0	0	3	4
	Carbendazime	0		1		0		1	
Métabolite	AMPA	5	5	2	2	0	0	3	7
	Déséthylatrazine	-		-		-		2	
	Désisopropylatrazine	-		-		-		2	
TOTAL			45		41		38		64

Illustration 62 : Molécules détectées et nombre de détections sur le réseau depuis 2007.

En rouge : valeurs maximales.

Le **chlordécone** et le **beta HCH** sont les molécules les plus détectées en saison des pluies 2008, avec des taux de détection sur les stations de 15/20 et 12/20 respectivement. Le beta HCH présente depuis plusieurs campagnes un taux de détection élevé. Le chlordécone a été lui beaucoup plus détecté lors de cette campagne que lors des précédentes (6 détections sur 20 sites lors de chacune des deux campagnes précédentes). Le nombre total de détections d'insecticides est en progression constante depuis 4 campagnes.

D'une manière générale, les insecticides sont toujours détectés davantage que les herbicides. Ces derniers cependant ont été beaucoup plus détectés lors de cette campagne que les deux précédentes (17 occurrences contre 6 en saison sèche 2008 et 8 en saison des pluies 2008) et principalement le chlordécone.

Des fongicides ont de nouveau été détectés (4 détections contre aucune lors de la dernière campagne), de même que les métabolites (7 détections). Pour ces derniers le nombre de détection n'a jamais été aussi élevé, mais cela est dû à la détection de métabolites non recherchés auparavant (déséthylatrazine et désisopropylatrazine).

Cette dernière campagne se caractérise donc par une forte augmentation du nombre de détections de produits phytosanitaires (quasiment 2 fois supérieur à celui de la saison sèche 2008).

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

Au regard des données acquises depuis le début des recherches de produits phytosanitaires dans les eaux souterraines de la Martinique, il est encore difficile d'en faire ressortir des tendances quant aux évolutions 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 atteindre 130 depuis la saison sèche 2008.

Un tableau présentant les sommes, par station, des concentrations en produits phytosanitaires détectés parmi les 111 recherchés depuis 2004 est présenté en Annexe 4.

L'illustration 63 présente le bilan de l'état des masses d'eau vis-à-vis des exigences de la DCE depuis 2004.

Les tableaux synthétisant l'état des eaux prélevées sur les 20 stations ainsi que l'état des masses d'eau en saison des pluies 2008 vis-à-vis des exigences de la DCE sont présentés respectivement en Annexe 5 et Annexe 6.

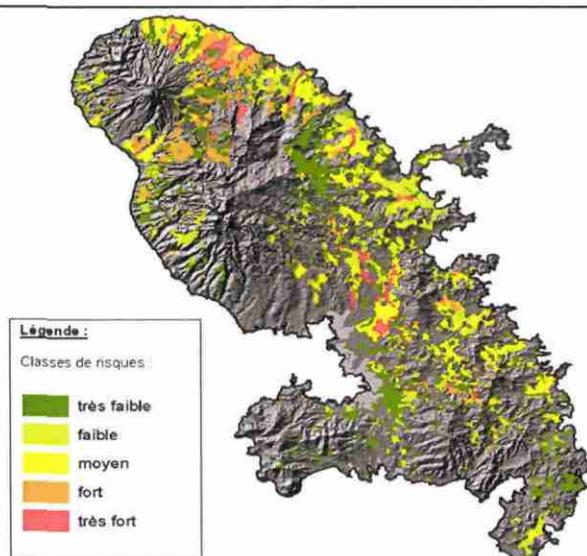
Masse d'eau	E. L. D.	2004		2005	2006		Démarrage réseau DCE	2007		2008	
		SS	SP	SP	SS	SP		SS	SP	SS	SP
Nord	RNABE	1/3	1/2	2/2	2/2	2/2		3/3	3/3	3/3	3/3
Nord Atlantique	RNABE	2/3	1/1	3/4	2/3	3/4		4/4	4/4	2/4	4/4
Nord Caraïbes		0/7	1/1	0	1/1	2/3		1/3	1/4	0/4	1/4
Centre		2/8	2/3	1/3	1/3	2/2		0/2	1/2	0/2	2/2
Sud Atlantique		0/3	0/1	1/1	2/2	1/2		2/2	1/2	0/2	2/2
Sud Caraïbes		1/7	0/2	0	0	0/1		3/3	0/3	0/3	3/3
Nbre points suivis		31	10	10	11	14		17	18	18	18
Nbre points en mauvais état		16	5	7	8	10		13	10	5	15
%		52%	50%	70%	73%	71%		76%	56%	28%	83%

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

	Bon état
	Doute
	Mauvais état



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



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

Illustration 63 : Synthèse de l'état des masses d'eau du district Martinique

4. Conclusion

Les teneurs en éléments majeurs ne montrent pas d'anomalie particulière, hormis certaines teneurs en chlorures élevées sur les stations de Rivière Salée et de Trois Ilets (C3 et SC2) qui semblent subir l'influence d'une lentille d'eau de mer ancienne voire d'une intrusion marine.

Un site du réseau sur trois présente également une teneur élevée en nitrates pouvant être révélatrice d'une contamination anthropique (concentration supérieure à 10 mg/l). Les deux sites de Basse Pointe (Chalvet et Rivière Falaise) dépassent le seuil de qualité de 50 mg/l fixé par la directive cadre. Une tendance à la hausse est visible pour certaines stations du Nord de l'île.

La présence de fer et/ou de manganèse dissous à des concentrations proches voire supérieures aux normes de l'arrêté du 11 janvier 2007 pour les eaux destinées à la consommation humaine est à signaler sur 8 stations du réseaux. A l'image des précédentes campagnes, l'arsenic a une nouvelle fois été détecté sur le site de l'Anse Charpentier au Marigot (NA1) à une teneur supérieure à la valeur seuil de 10 µg/l fixée par la directive cadre. De manière plus générale, la totalité des 8 micropolluants minéraux recherchés lors de cette campagne 2008 ont été retrouvés.

L'état qualitatif des eaux souterraines est altéré par la présence de pesticides ou de leurs produits de dégradation, retrouvés sur 90% des points du réseau. Les pesticides les plus rémanents sont le chlordécone, le beta HCH et la dieldrine. Ces molécules sont détectées sur la quasi-totalité des campagnes effectuées depuis 2004, avec des tendances parfois à la hausse comme le chlordécone en saison des pluies 2008 (détecté sur 75 % des stations du réseau à une concentration > 1 µg/l), parfois à la baisse et qui restent délicates à analyser à cause du manque de données et à une certaine méconnaissance des processus de transferts, des influences climatiques, etc.

Concernant l'évolution des concentrations en produits phytosanitaires depuis leur recherche, il est encore difficile de faire ressortir une tendance. Des fortes teneurs en pesticides (en moyenne, > 1 µg/l) sont toujours à noter dans les masses d'eau Nord et Nord Atlantique (surtout pour les stations N1, N2, N3, N4, NA2 et NA4).

De manière générale, la campagne de saison des pluies 2008 rend compte d'une augmentation globale des teneurs en produits phytosanitaires sur l'ensemble des stations du réseau (10 stations ont atteint leurs teneurs les plus fortes depuis 2004).

5. Bibliographie

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

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

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

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

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

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., Nègre Ph. (1997) – Chemical and physical denudation in the Amazon river basin. *Chem. Geol.* 142: 141-173.

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

Index Phytosanitaire Acta (2005).

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

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

Nègre 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.*

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

Nègre 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Annexe 1

Paramètres analysés lors des campagnes de type « photographique » (tous les 6 ans)



Physico-chimie in situ	Température
	Conductivité
	pH
	Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)
	Oxygène dissous
Eléments majeurs	Hydrogène carbonates (HCO_3^-)
	Carbonates (CO_3^{2-})
	Chlorures (Cl^-)
	Sulfates (SO_4^{2-})
	Calcium (Ca^{2+})
	Magnésium (Mg^{2+})
	Sodium (Na^+)
	Potassium (K^+)
Matières organiques oxydables	Oxydabilité au KMnO_4 à chaud en milieu acide
	Carbone Organique Dissous (COD)
Matières en suspension	Turbidité
	Fer total
	Manganèse total
Minéralisation et salinité	Dureté totale
	Silicates (SiO_2)
	Fluorures (F^-)
Composés azotés	Nitrates (NO_3^-) et nitrites
	Ammonium (NH_4^+)
Micropolluants minéraux	Antimoine (Sb)
	Arsenic (As)
	Bore (B)
	Cadmium (Cd)
	Chrome total (Cr tot)
	Cuivre (Cu)
	Cyanures (CN^-)
	Mercure (Hg)
	Nickel (Ni)
	Plomb (Pb)
	Sélénium (Se)
	Zinc (Zn)
Micropolluants organiques <i>Environnement rural</i>	Cf. Liste en Annexe 2
Micropolluants organiques <i>Environnement industriel et/ou urbain</i>	Composés Organo-halogénés Volatils (COV) : - tétrachloroéthylène, - trichloroéthylène ou trichloroéthène, - chloroforme, - tétrachlorure de carbone - 1,1,1 trichloroéthane

Physico-chimie in situ	Température
	Conductivité
	pH
	Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)
	Oxygène dissous
Éléments majeurs	Hydrogène carbonates (HCO_3^-)
	Carbonates (CO_3^{2-})
	Chlorures (Cl^-)
	Sulfates (SO_4^{2-})
	Calcium (Ca^{2+})
	Magnésium (Mg^{2+})
	Sodium (Na^+)
	Potassium (K^+)
Matières organiques oxydables	Oxydabilité au KMnO_4 à chaud en milieu acide
	Carbone Organique Dissous (COD)
Matières en suspension	Turbidité
	Fer total
	Manganèse total
Minéralisation et salinité	Dureté totale
	Silicates (SiO_2)
	Fluorures (F^-)
Composés azotés	Nitrates (NO_3^-) et nitrites
	Ammonium (NH_4^+)
Micropolluants minéraux	Suivre ceux ayant des concentrations non négligeables identifiées lors de l'analyse photographique
Phytosanitaires Environnement rural	Cf. Liste en Annexe 2

Annexe 2

Paramètres analysés lors des campagnes bisannuelles

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

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

Annexe 3

Tableaux récapitulatifs des résultats d'analyses de saison des pluies 2008



	Indice terrain	n° BSS	Conductivité (µS/cm)	pH	T° (°C)	O2 (mg/l)
Basse Pointe - Chalvet	N1	1166ZZ0026	442	5.30	27.8	4.54
Basse Pointe - Socco Gradis	N2	1166ZZ0019	220	6.80	25.4	4.53
Macouba - Nord Plage	N3	1166ZZ0023	457	6.70	26.4	4.22
Basse Pointe - Rivière Falaise	N4	1168ZZ0054	410	5.81	27.3	4.05
Marigot - Anse Charpentier	NA1	1169ZZ0006	466	6.17	28.8	0.1
Lorrain - Fond Brulé	NA2	1169ZZ0084	358	6.42	28.8	3.25
Gros Morne - La Borelli	NA3	1174ZZ0088	183	6.80	27.3	1.47
Trinité - Source Morne Figue	NA4	1175ZZ0153	297	6.75	26.9	3.42
Saint Pierre - CDST	NC1	1167ZZ0045	173	6.31	26.6	3.71
Schoelcher - Fond Lahaye	NC2	1177ZZ0161	1129	6.70	29.6	0.98
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	NC3	1167ZZ0024	245	7.20	27.1	4.13
Carbet - Fond Canal	NC4	1172ZZ0063	212	5.88	27.6	2.07
Robert - Vert Pré	C1	1175ZZ0106	388	6.85	26.6	1.64
Lamentin - H. Ressource	C2	1179ZZ0070	601	6.58	27.9	0.6
Rivière Salée - Nouvelle Cité	C3	1182ZZ0160	1818	8.10	31.9	0.63
Marin - Grand Fond	SA1	1186ZZ0118	1446	6.33	28	2.04
François - La Victoire	SA2	1179ZZ0228	637	6.64	28	1.36
Rivière Pilote - Fougainville	SC1	1183ZZ0052	463	5.69	27.7	3.17
Trois îlets - Vatable	SC2	1181ZZ0132	2040	6.90	27.9	2.4
Diamant - Dizac	SC3	1184ZZ0001	835	6.46	31	2.26

mesure refaite ultérieurement à cause d'un doute sur la mesure initiale

Paramètres physicochimiques *in situ*

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

Indice terrain	n° BSS	*Al (Aluminium)	*As (Arsenic)	*B (Bore)	*COD (C.org, dissous)	*Ca (Calcium)	*Cl (Chlorures)	*Cu (Cuivre)	*Fe (Fer)	*K (Potassium)	*Li (Lithium)	*Mg (Magnésium)	*Mn (Manganèse)
N1	1166ZZ0026	< LQ	0.17	29.4	< LQ	27.8	42.6	< LQ	0.03	11.5	< LQ	13.6	< LQ
N2	1166ZZ0019	< LQ	0.32	29.6	1.6	16.6	14.3	< LQ	< LQ	2.9	< LQ	5.2	< LQ
N3	1166ZZ0023	< LQ	0.17	23	0.7	28.5	52.2	< LQ	< LQ	3.5	2	16.5	< LQ
N4	1168ZZ0054	< LQ	0.19	18.5	0.5	36.1	44.2	1	0.06	4.6	7	10.5	< LQ
NA1	1169ZZ0006	< LQ	21.1	720	0.5	22.7	45.2	0.6	1.34	2.1	35	6.5	185
NA2	1169ZZ0084	< LQ	< LQ	19.7	0.6	28.1	34.6	0.8	0.02	1.5	< LQ	8.3	< LQ
NA3	1174ZZ0088	< LQ	0.78	32.3	0.6	11.5	10.6	< LQ	0.12	2.2	2	5.6	405
NA4	1175ZZ0153	17.9	0.25	23	0.9	22.3	28.6	< LQ	0.03	1.1	< LQ	8.1	15
NC1	1167ZZ0045	< LQ	0.55	33.6	0.6	12	12.3	< LQ	< LQ	3.3	6	3.9	< LQ
NC2	1177ZZ0161	< LQ	4.28	137	0.8	58.3	183.3	0.8	0.36	8.1	21.4	39.3	30.8
NC3	1167ZZ0024	< LQ	0.53	48.1	0.6	19.7	25.4	0.7	0.03	4.1	3.8	6.1	< LQ
NC4	1172ZZ0050	14.6	0.67	23.9	2.9	19	11.3	1.4	0.33	1.3	< LQ	6.2	644
C1	1175ZZ0106	< LQ	< LQ	16.9	1.5	25	40.4	1.1	0.04	0.9	< LQ	16.7	70.7
C2	1179ZZ0070	< LQ	1.39	66.9	0.7	44.1	104.2	< LQ	0.31	1.7	7.8	5.6	72.7
C3	1182ZZ0160	< LQ	1.55	459	0.9	48.4	467.9	< LQ	0.02	6.6	46.5	23.2	67
SA1	1186ZZ0118	< LQ	0.44	60.8	0.7	124.4	225.9	< LQ	< LQ	5.8	3	29.4	< LQ
SA2	1179ZZ0228	< LQ	0.28	48	0.8	53.8	85.1	3.4	0.02	0.8	< LQ	15.7	< LQ
SC1	1183ZZ0052	< LQ	0.48	37.6	< LQ	26	68.3	0.6	0.05	2.1	3.6	11.8	< LQ
SC2	1181ZZ0132	< LQ	0.89	186	2.6	85.1	374.8	2.4	< LQ	3.5	38.8	46.2	11
SC3	1184ZZ0001	< LQ	0.44	119	0.9	25	162.9	0.6	0.51	5.2	3.9	17.1	88

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

Indice terrain	n° BSS	*NH4 (Ammonium exprimé en NH4)	*NO3 (Nitrates exprimés en NO3)	*Na (Sodium)	*OXYD (Oxydabilité)	*SO4 (Sulfates)	*SiO2 (Silice)	*TAC (Titre Alcalimétri que Complet)	*Zn (Zinc)	CO3 (Carbona tes)	Fet (Fer total)	HCO3 (Bicarbon ates)	Mnt (Manga nèse total)	THY (Titre Hydrotimétr ique)
N1	1166ZZ0026	< LQ	53.3	25	< LQ	43.8	90.8	1.13	5.7	< LQ	< LQ	69	< LQ	14
N2	1166ZZ0019	< LQ	23.4	15	< LQ	11.7	78.6	1.03	3.1	< LQ	0.27	63	< LQ	10
N3	1166ZZ0023	< LQ	42	29.4	< LQ	23.6	94.1	1.73	< LQ	< LQ	< LQ	105	< LQ	15.6
N4	1168ZZ0054	< LQ	56.5	20.1	0.6	39.5	86.4	0.9	13.2	< LQ	< LQ	55	< LQ	16.8
NA1	1169ZZ0006	< LQ	2.2	63.5	< LQ	9.9	43.7	3.1	7	< LQ	2.07	189	178	12.2
NA2	1169ZZ0084	< LQ	44	26.3	0.6	23.7	63.7	1.39	8.1	< LQ	0.38	85	< LQ	11.4
NA3	1174ZZ0088	< LQ	1.7	13.9	< LQ	3.8	83.7	1.37	8.7	< LQ	0.17	84	420	8.6
NA4	1175ZZ0153	< LQ	1	24	< LQ	10	64.4	1.89	2.6	< LQ	1.1	115	47	12.2
NC1	1167ZZ0045	< LQ	5.6	13.7	0.6	6	70.6	1.06	< LQ	< LQ	< LQ	65	< LQ	6
NC2	1177ZZ0161	< LQ	2.9	104.1	< LQ	16.8	103.7	5.75	18.3	< LQ	2.56	351	27	33.9
NC3	1167ZZ0024	< LQ	6.9	19	0.6	12.8	75.5	1.37	36.1	< LQ	0.3	84	25	10
NC4	1172ZZ0050	0.1	< LQ	13	0.7	2.3	49.2	1.78	27.6	< LQ	1.39	109	889	9.9
C1	1175ZZ0106	0.1	1.8	24	0.9	3.2	21.2	2.66	9.2	< LQ	4.84	162	287	14.6
C2	1179ZZ0070	< LQ	< LQ	63.9	< LQ	14.2	60.7	2.43	2.7	< LQ	0.41	148	72	16.5
C3	1182ZZ0160	< LQ	< LQ	263.1	< LQ	27.2	37.5	3.04	< LQ	< LQ	0.22	186	63	22.9
SA1	1186ZZ0118	< LQ	12.2	124.1	1.4	22.3	48.9	7.87	2.2	< LQ	0.13	480	< LQ	46.3
SA2	1179ZZ0228	< LQ	6.5	46.3	< LQ	19	64.6	3.44	9	< LQ	0.5	210	< LQ	22.9
SC1	1183ZZ0052	< LQ	20.7	42.2	0.6	17.5	71	1.72	4.1	< LQ	0.04	105	< LQ	13.8
SC2	1181ZZ0132	< LQ	2.1	269.5	2	69.1	60.3	8.5	22.8	< LQ	0.59	519	33	43.1
SC3	1184ZZ0001	< LQ	8.2	109.3	1.4	14.4	103.2	2.84	181.2	< LQ	37.5	173	327	18.5

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

		Molécules	Atrazine	Bitertanol	Bromacil	Carbend azime	Désisoprop ylatrazine	Déséthyla trazine	Diuron	Hexaz inon	Métolac hlor	Monuron
		<i>LQ (µg/L)</i>	<i>0.005</i>	<i>0.010</i>	<i>0.005</i>	<i>0.010</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>	<i>0.010</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>	<i>0.010</i>
Basse Pointe - Chalvet	1166ZZ0026 30/10/08	N1	0.006	<	1.186	<	<	<	0.193	0.034	0.007	0.639
Basse Pointe - Socco Gradis	1166ZZ0019 18/11/08	N2	0.009	<	3.010	<	0.007	0.006	0.031	<	<	<
Macouba - Nord Plage	1166ZZ0023 30/10/08	N3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168ZZ0054 31/10/08	N4	0.021	<	1.279	<	0.015	<	0.081	0.074	<	<
Marigot - Anse Charpentier	1169ZZ0006 03/11/08	NA1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Lorrain - Fond Brulé	1169ZZ0084 31/10/08	NA2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Gros Morne - La Borelli	1174ZZ0088 03/11/08	NA3	<	<	<	0.115	<	<	<	<	<	<
Trinité - Source Morne Figue	1175ZZ0153 31/10/08	NA4	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Saint Pierre - CDST	1167ZZ0045 06/11/08	NC1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Schoelcher - Fond Lahaye	1177ZZ0161 12/11/08	NC2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	1167ZZ0024 06/11/08	NC3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Carbet - Fond Canal	1172ZZ0063 06/11/08	NC4	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Robert - Vert Pré	1175ZZ0106 04/11/08	C1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Lamentin - H. Ressource	1179ZZ0070 04/11/08	C2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Rivière Salée - Nouvelle Cité	1182ZZ0160 07/11/08	C3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Marin - Grand Fond	1186ZZ0118 05/11/08	SA1	<	<	<	<	<	0.014	<	<	<	<
François - La Victoire	1179ZZ0228 12/11/08	SA2	<	<	<	<	<	<	0.037	<	<	<
Rivière Pilote - Fougainville	1183ZZ0052 05/11/08	SC1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Trois îlets - Vatable	1181ZZ0132 05/11/08	SC2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Diamant - Dizac	1184ZZ0001 07/11/08	SC3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

< : inférieur à la limite de quantification

Produits phytosanitaires détectés sur le réseau en saison des pluies 2008 (1/2)

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

		Molécules	Propico nazole	Terbutyl azine	AMPA	Glyphosate	Beta HCH	Delta HCH	Dieldrine	Heptachlore epoxyde	Chlordecone
		<i>LQ (µg/L)</i>	<i>0.010</i>	<i>0.005</i>	<i>0.100</i>	<i>0.100</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>	<i>0.005</i>	<i>0.100</i>
Basse Pointe - Chalvet	1166ZZ0026 30/10/08	N1	2.169	<	<	<	0.055	<	0.115	0.008	1.64
Basse Pointe - Socco Gradis	1166ZZ0019 18/11/08	N2	<	<	<	<	1.40	<	<	<	1.25
Macouba - Nord Plage	1166ZZ0023 30/10/08	N3	<	<	<	<	0.058	0.010	0.378	<	2.60
Basse Pointe - Rivière Falaise	1168ZZ0054 31/10/08	N4	0.011	<	<	<	0.089	<	0.277	0.016	0.598
Marigot - Anse Charpentier	1169ZZ0006 03/11/08	NA1	<	<	<	<	0.326	<	<	<	0.453
Lorrain - Fond Brulé	1169ZZ0084 31/10/08	NA2	<	<	<	<	6.30	<	0.016	<	37.5
Gros Morne - La Borelli	1174ZZ0088 03/11/08	NA3	<	<	<	<	0.116	<	<	<	0.319
Trinité - Source Morne Figue	1175ZZ0153 31/10/08	NA4	<	<	<	<	0.013	<	0.009	0.007	9.04
Saint Pierre - CDST	1167ZZ0045 06/11/08	NC1	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Schoelcher - Fond Lahaye	1177ZZ0161 12/11/08	NC2	<	<	0.537	<	<	<	<	<	0.173
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	1167ZZ0024 06/11/08	NC3	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Carbet - Fond Canal	1172ZZ0063 06/11/08	NC4	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Robert - Vert Pré	1175ZZ0106 04/11/08	C1	<	<	<	0.395	0.036	<	<	<	4.02
Lamentin - H. Ressource	1179ZZ0070 04/11/08	C2	0.446	0.005	<	<	0.025	<	<	<	0.434
Rivière Salée - Nouvelle Cité	1182ZZ0160 07/11/08	C3	<	<	<	<	<	<	<	<	0.462
Marin - Grand Fond	1186ZZ0118 05/11/08	SA1	<	<	0.122	1.054	<	<	<	<	<
François - La Victoire	1179ZZ0228 12/11/08	SA2	<	<	<	<	<	<	<	<	0.341
Rivière Pilote - Fougainville	1183ZZ0052 05/11/08	SC1	<	<	<	<	0.025	<	<	<	2.81
Trois îlets - Vatable	1181ZZ0132 05/11/08	SC2	<	<	0.113	<	<	<	<	<	<
Diamant - Dizac	1184ZZ0001 07/11/08	SC3	<	<	<	<	0.026	<	<	<	0.385

< : inférieur à la limite de quantification

Produits phytosanitaires détectés sur le réseau en saison des pluies 2008 (2/2)

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

Molécules	LQ (µg/L)	Molécules	LQ (µg/L)	Molécules	LQ (µg/L)	Molécules	LQ (µg/L)	Molécules	LQ (µg/L)
Acetochlore	0.005	Métoxuron	0.010	Dinoterb	0.020	Endrine	0.005	Flurochloridone	0.050
Alachlore	0.005	Métribuzine	0.010	Ioxynil	0.020	Epsilon HCH	0.005	Malathion	0.050
Aldicarbe	0.010	Monolinuron	0.010	Mécoprop (MCP)	0.010	Gamma HCH (lindane)	0.005	Oxadiazon	0.050
Amétryne	0.005	Napropamide	0.010	Metsulfuron méthyle	0.020	Heptachlore	0.005	Parathion Ethyl	0.050
Carbofuran	0.010	Neburon	0.010	nicosulfuron	0.010	Hexachlorobenzène	0.005	Parathion Méthyle	0.050
Chlortoluron	0.005	Oxamyl	0.010	tryclopyr	0.010	Methoxychlore	0.005	Pendimethaline	0.050
Cyanazine	0.005	Penconazole	0.010	Congenère 28	0.005	Alphametrine	0.100	Phosalone	0.050
Desmétryne	0.005	Phostiasate	0.010	Congenère 52	0.005	Bifenox	0.050	Piperonyl butoxyde	0.050
Difenoconazole	0.010	Prochloraz	0.010	Congenère 101	0.005	Biphenyl	0.050	Propoxur	0.050
Dimethenamide	0.010	Prometryne	0.005	Congenère 118	0.005	Bromopropylate	0.050	Trifluraline	0.050
Fenpropimorphe	0.010	Propanil	0.010	Congenère 138	0.005	Cadusaphos	0.050	Pentachlorophénol	0.100
Flufenoxuron	0.010	Propazine	0.005	Congenère 153	0.005	Captan	0.050		
Fluzilazole	0.010	Sebuthylazine	0.005	Congenère 180	0.005	Carbophenothion	0.050		
Hexaconazole	0.010	Simazine	0.005	Congenère 194	0.005	Chlorfenvinphos	0.050		
Imazalil	0.010	Tebuconazole	0.010	2,4 DDD	0.005	Chlorpyriphos	0.050		
Imazamethabenz	0.010	Tebutame	0.010	2,4 DDE	0.005	Chlorpyriphos méthyle	0.050		
Isoproturon	0.005	Terbutryne	0.005	2,4 DDT	0.005	Diazinon	0.050		
Isoproturon-1CH3	0.005	Tétraconazole	0.010	4,4 DDD	0.005	Dichlorphos	0.050		
Isoproturon-2CH3	0.005	Thiabendazole	0.010	4,4 DDE	0.005	Dicofol	0.050		
Linuron	0.010	2,4,5-T	0.010	4,4 DDT	0.005	Dimethoate	0.100		
Metamitrone	0.010	2,4-D	0.010	Aldrine	0.005	Disulphoton	0.050		
Métazachlore	0.005	2,4-MCPA	0.010	Alpha HCH	0.005	Fenamiphos	0.050		
Méthabenzthiazuron	0.010	bentazone	0.010	Endosulfan alpha	0.005	Fenitrothion	0.050		
Methomyl	0.010	bromoxynil	0.020	Endosulfan beta	0.005	Fenthion	0.050		
Metobromuron	0.010	diclorprop	0.010	Endosulfan sulfate	0.020	Folpel	0.050		

Produits phytosanitaires recherchés et non détectés sur le réseau en saison des pluies 2008

Annexe 4

Somme des concentrations en produits phytosanitaires



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

Station	Indice terrain	Numéro BSS	SP 2004	SP 2005	SS 2006	SP 2006	SS 2007	SP 2007	SS 2008	SP 2008	Tendance globale
Basse Pointe - Chalvet	N1	1166ZZ0026		0,63	10,20	2,2	2,08	4,72	2,52	6,05	Aucune tendance significative
Basse Pointe - Socco Gradis	N2	1166ZZ0019					4,25	5,24	1,87	5,71	Aucune tendance significative
Macouba - Nord Plage	N3	1166ZZ0023					1,04	0,53	0,82	3,05	Aucune tendance significative
Basse Pointe - Rivière Falaise	N4	1168ZZ0054	9,28	2,09	12,98	1,02	1,45	4,06	0,54	2,46	Aucune tendance significative
Marigot - Anse Charpentier	NA1	1169ZZ0006	0,86	1,01	0,03	0,03	0,14	0,35	0,08	0,78	Aucune tendance significative
Lorrain - Fond Brulé	NA2	1169ZZ0084			27	23,01	21,29	32,32	15,65	43,82	Aucune tendance significative
Gros Morne - La Borelli	NA3	1174ZZ0088		0,18	0,69	< LQ	0,28	1,29	0,05	0,55	Aucune tendance significative
Trinité - Source Morne Figue	NA4	1175ZZ0153		1,31	6,07	2,58	2,21	3,26	0,6	9,07	Aucune tendance significative
Saint Pierre - CDST	NC1	1167ZZ0045			0,52	0,02	< LQ	< LQ	0,04	< LQ	Aucune tendance significative
Schoelcher - Fond Lahaye	NC2	1177ZZ0161				< LQ	< LQ	< LQ	0,02	0,173	En hausse
Prêcheur - Rivière du Prêcheur	NC3	1167ZZ0024				< LQ	Stable (depuis 5 campagnes)				
Carbet - Fond Canal	NC4	1172ZZ0050						0,01	0,01	0,01	Stable (depuis 3 campagnes)
Robert - Vert Pré	C1	1175ZZ0106	1,82	2,44	0,93	0,93	2,21	0,43	0,9	4,06	Aucune tendance significative
Lamentin - H. Ressource	C2	1179ZZ0070	3,41	< LQ		< LQ	< LQ	0,01	0,02	0,91	Aucune tendance significative
Rivière Salée - Nouvelle Cité	C3	1182ZZ0160					< LQ	0,05	0,02	0,46	En hausse
Marin - Grand Fond	SA1	1186ZZ0118					< LQ	< LQ	< LQ	0,01	Aucune tendance significative
François - La Victoire	SA2	1179ZZ0228			0,22	< LQ	0,24	1,48	< LQ	0,38	Aucune tendance significative
Rivière Pilote - Fougainville	SC1	1183ZZ0052				< LQ	0,37	< LQ	0,02	2,84	Aucune tendance significative
Trois îlets - Vatable	SC2	1181ZZ0132					< LQ	0,03	0,04	< LQ	Aucune tendance significative
Diamant - Dizac	SC3	1184ZZ0001	< LQ				0,12	< LQ	0,02	0,41	Aucune tendance significative

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).

Annexe 5

Etat des eaux prélevées vis-à-vis des exigences de la DCE

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

Superficie Masse d'eau, en km²	n° BSS	Code SANDRE	Type	Commune	Lieu dit	Indices	Type de suivi	paramètres déclassants	Produits phytosanitaires [] > 0.1 ug/l (et dieldrine [] > 0,03 ug/l)	[] Nitrates, en mg/l	Superficie estimée du bassin versant, en km²	% surf BV / surf ME
115	1166ZZ0026	08107301	Piézomètre	Basse Pointe	Chalvet	N1	Cs + Co	Pesticides, nitrates	Propiconazole, chlordécone, bromacil, monuron, diuron, dieldrine	50,9	2	2%
	1166ZZ0019	08105301	Source	Basse Pointe	Source Socco Gradis	N2	Cs + Co	Pesticides	Bromacil, beta HCH, chlordécone	24,2	4	3%
	1166ZZ0023	08103301	Source	Macouba	Source Nord Plage	N3	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone, dieldrine	45,2	4	3%
	1168ZZ0054	08117301	Piézomètre	Basse Pointe	Rivière Falaise	N4	Co	Pesticides, nitrates	Bromacil, chlordécone, dieldrine	53,25	4	3%
175	1169ZZ0006	08216301	Piézomètre	Marigot	Anse Charpentier	NA1	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone, beta HCH	6,2	9	5%
	1169ZZ0084	08207301	Piézomètre	Lorrain	Fond Brulé	NA2	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone, beta HCH	43,9	5	3%
	1174ZZ0089	08222301	Piézomètre	Gros Morne	La Borelli	NA3	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone, beta HCH, carbendazime	1,6	3	2%
	1175ZZ0153	08228301	Source	Trinité	Mome Figue	NA4	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone	1	2	1%
174	1167ZZ0045	08001302	Piézomètre	St Pierre	CDST	NC1	Cs + Co		-	5,9	9	5%
	1177ZZ0161	08303301	Piézomètre	Schoelcher	Fond Lahaye	NC2	Cs + Co	Pesticides	AMPA, chlordécone	2,5	4	2%
	1167ZZ0024	08012301	Piézomètre	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	NC3	Cs + Co		-	7,9	6	3%
	1172ZZ0063	08322301	Piézomètre	Carbet	Fond Canal	NC4	Cs + Co		-	0,45	10	6%
286	1175ZZ0106	08531301	Forage d'exploitation	Robert	Vert Prè	C1	Co	Pesticides	Chlordécone, glyphosate	0,9	2	1%
	1179ZZ0070	08544301	Piézomètre	Lamentin	Habitation Ressource	C2	Cs + Co	Pesticides	Propiconazole, chlordécone	0	19	7%
	1182ZZ0160	08804301	Forage d'exploitation	Rivière salée	Nouvelle citée	C3	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone	0	3	1%
180	1186ZZ0118	08732301	Piézomètre	Manin	Grand Fond	SA1	Cs + Co	Pesticides	Glyphosate, AMPA	11,65	5	3%
	1179ZZ0228	08613301	Forage d'exploitation	François	Habitation Victoire	SA2	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone	6,55	9	5%
151	1183ZZ0052	08813301	Piézomètre	Rivière Pilote	Fougainville	SC1	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone, glyphosate	21,05	2	1%
	1181ZZ0132	08921301	Piézomètre	Trois Ilets	Vatable	SC2	Cs + Co	Pesticides	AMPA	2,1	5	3%
	1184ZZ0001	08901301	Piézomètre	Diamant	Habitation Dizac	SC3	Cs + Co	Pesticides	Chlordécone	8,35	6	4%

Cs : Contrôle de surveillance
Co : Contrôle opérationnel

[] Nitrates > 40 mg/l
[] Nitrates > 50 mg/l



Annexe 6

Evaluation de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine de Martinique en saison des pluies 2008



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

Masse d'eau	Superficie Masse d'eau, en km²	Nbr points supérieurs aux valeurs seuils	Existe-t-il au moins 1 point supérieur aux valeurs seuils ?	paramètres déclassants	Surface dégradée supérieure à 20% de la surf de la MESO	Présence d'un captage AEP > 10 m³/jour dans la zone dégradée	Si AEP nécessité d'un traitement supplémentaire excessif...	Usages humains compromis ?	incidence sur les cours d'eau ou écosystèmes associés	incidence sur les écosystèmes associés	Intrusion saline anthropique observée	Niveau de confiance de l'évaluation	Etat de la Masse d'eau
Nord - 9201 - FRJ201	115	4/4	Oui	Pesticides / Nitrates	Oui	Oui	?	?	?	?	non	faible	Nord - 9201 - FRJ201
Nord Atlantique - 9202 - FRJ202	175	4/4	Oui	Pesticides	Oui	Oui	?	?	?	?	non	faible	Nord Atlantique - 9202 - FRJ202
Nord Caraïbes - 9203 - FRJ203	174	1/4	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	non	faible	Nord Caraïbes - 9203 - FRJ203
Centre - 9204 - FRJ204	286	3/3	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	?	?	?	non	faible	Centre - 9204 - FRJ204
Sud Atlantique - 9205 - FRJ205	180	2/2	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	non	faible	Sud Atlantique - 9205 - FRJ205
Sud Caraïbes - 9206 - FRJ206	151	3/3	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	Doule à Dizac	faible	Sud Caraïbes - 9206 - FRJ206

Evaluation établie selon les critères définis dans la note méthodologique générale transmise par la DIREN en juin 2007

bon état
mauvais état

Annexe 7

Synthèse des concentrations en nitrates de la saison sèche 2004 à la saison des pluies 2008

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

Type	Commune	Lieu dit	Indices	Type de suivi	[NO3] SS 2004	[NO3] SP 2004	Moyenne [NO3] 2004	[NO3] SP 2005	Moyenne [NO3] 2005	[NO3] SS 2006	[NO3] SP 2006	Moyenne [NO3] 2006	[NO3] SS 2007	[NO3] SP 2007	Moyenne [NO3] 2007	[NO3] SS 2008	[NO3] SP 2008	Moyenne [NO3] 2008	Moyenne des moyennes [NO3] 2004-2008	
Piézomètre	Basse Pointe	Chalvet	N1	Cs + Co				48.90	48.90	47.00	44.00	45.50	44.00	44.70	44.35	48.50	53.30	50.90	47.4	
Source	Basse Pointe	Source Socco Gradis	N2	Cs + Co									29.60	27.20	28.40	25.00	23.40	24.20	26.3	
Source	Macouba	Source Nord Plage	N3	Cs + Co									46.40	41.40	43.90	48.40	42.00	45.20	44.6	
Piézomètre	Basse Pointe	Rivière Falaise	N4	Co		46.80	46.80	41.20	41.20	36.60	40.80	38.70	43.10	46.20	44.65	50.00	56.50	53.25	44.9	
Piézomètre	Marigot	Anse Charpentier	NA1	Cs + Co	0.05	1.30	0.68	2.60	2.60	0.25		0.25	0.70	0.25	0.48	10.20	2.20	6.20	2.0	
Piézomètre	Lorrain	Fond Brulé	NA2	Cs + Co						35.50	45.60	40.55	47.60	48.60	48.10	43.80	44.00	43.90	44.2	
Piézomètre	Gros Morne	La Borelli	NA3	Cs + Co	1	0.05	0.53	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	0.25	0.63	1.50	1.70	1.60	0.7	
Source	Trinité	Morne Figue	NA4	Cs + Co	3.6	4.60	4.10	0.70	0.70	2.40	4.00	3.20	0.25	2.00	1.13	0.25	1.00	0.63	2.0	
Piézomètre	St Pierre	CDST	NC1	Cs + Co						8.70	4.50	6.60	6.90	9.60	8.25	6.20	5.60	5.90	6.9	
Piézomètre	Schoelcher	Fond Lahaye	NC2	Cs + Co	1.2	2.90	2.05	1.60	1.60	1.70	2.60	2.15	2.00	1.90	1.95	2.10	2.90	2.50	2.1	
Piézomètre	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	NC3	Cs + Co	3.3	4.10	3.70	4.40	4.40	6.10	9.60	7.85	11.60	8.20	9.90	8.90	6.90	7.90	6.8	
Piézomètre	Carbet	Fond Canal	NC4	Cs + Co										0.25	0.25	0.90	0.25	0.58	0.4	
Forage d'exploitation	Robert	Vert Pré	C1	Co	19.8	20.10	19.95			22.40	20.10	21.25	22.10	0.25	11.18	0.25	1.80	1.03	13.4	
Piézomètre	Lamentin	Habitation Ressource	C2	Cs + Co	0.1	3.40	1.75	0.25	0.25	0.25	0.60	0.43	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.6
Forage d'exploitation	Rivière salée	Nouvelle citée	C3	Cs + Co									0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	<LQ	
Piézomètre	Mann	Grand Fond	SA1	Cs + Co	11.8	12.70	12.25	12.30	12.30	11.80	12.10	11.95	11.40	9.80	10.60	11.10	12.20	11.65	11.8	
Forage d'exploitation	François	Habitation Victoire	SA2	Cs + Co	6.5	8.00	7.25	8.20	8.20	6.50	6.30	6.40	7.70	6.30	7.00	6.60	6.50	6.55	7.1	
Piézomètre	Rivière Pilote	Fougainville	SC1	Cs + Co		22.20	22.20	21.30	21.30	20.90	13.70	17.30	23.40	20.90	22.15	21.40	20.70	21.05	20.8	
Piézomètre	Trois Ilets	Vatable	SC2	Cs + Co	1	0.30	0.65	0.70	0.70	0.25	2.00	1.13	2.60	0.25	1.43	0.25	2.10	1.18	1.0	
Piézomètre	Diamant	Habitation Dizac	SC3	Cs + Co	1.5	0.05	0.78						4.20	1.20	2.70	8.50	8.20	8.35	3.9	

Annexe 8

Synthèse des concentrations en pesticides de la saison sèche 2004 à la saison des pluies 2008

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

Masse d'eau	Superficie Masse d'eau, en km²	n° BSS	Code SANDRE	Type	Commune	Lieu dit	Indices	Type de suivi	Molécule	[]	[]	Moyenne []	[]	Moyenne []	[]	[]	Moyenne []	[]	[]	Moyenne []	Moyenne des							
										SS 2004	SP 2004	2004	SP 2005	Moyenne [] 2005	SS 2006	SP 2006	Moyenne [] 2006	SS 2007	SP 2007	Moyenne [] 2007	SS 2008	SP 2008	Moyenne [] 2008	Moyennes des [] 2004-2008				
Nord - 9201 - FRJ201	115	11682Z0026	08107301	Pézomètre	Basse Pointe	Chalvet	N1	Cs + Co	Bromacil																			
									Aldicarb					9.5000	1.8900	5.6950	1.4200	2.0900	1.7550	0.0250	1.1860	0.0050	2.49					
									Azinphos					0.0700	0.0250	0.0475	0.0250	0.0250	0.0250			0.0050	0.0025	0.03				
									Alcane													0.0060	0.0030	0.00				
									Chlordecone																			
									Carbof																			
									Dialine																			
									Propiconazole																			
									Heptachlor epoxycy																			
									Fluralaner																			
									Méfenacétyl																			
									Mosuron																			
									Beta HCH																			
									Chlordecone																			
									Azinphos																			
		Beta HCH																										
		Bromacil																										
		Lauro																										
		Dialine																										
		Désoxypropylazine																										
		Deséthylazine																										
		Heptachlor epoxycy																										
		Chlordecone																										
		Beta HCH																										
		Beta HCH																										
		gamma HCH (lindane)																										
		Dialine																										
		Heptachlor epoxycy																										
		Beta HCH																										
		Beta HCH																										
		gamma HCH (lindane)																										
		Chlordecone																										
		Beta HCH																										
		Propox																										
		Prochloraz																										
		Désoxypropylazine																										
		Propiconazole																										
		Azinphos																										
		Bromacil																										
		Chlordecone																										
		AMPA																										
		Mono - linuron																										
		Alptra HCH																										
		Delta HCH																										
		gamma HCH (lindane)																										
Beta HCH																												
Chlordecone																												
AMPA																												
Linuron																												
Dialine																												
Carbendazim																												
Beta HCH																												
Glyphosate																												
Comprene 108																												
Linuron																												
Chlordecone																												
Chlordecone																												
AMPA																												
Beta HCH																												
Linuron																												
Dialine																												
Heptachlor epoxycy																												
Beta HCH																												
Beta HCH																												
Chlordecone																												
Glyphosate																												
Beta HCH																												
Chlordecone																												
AMPA																												
Chlordecone																												
Beta HCH																												
Glyphosate																												
AMPA																												
Dialine																												
Nord Caraïbes - 9203 - FRJ203	174	11672Z0045	08001302	Pézomètre	St Pierre	CDST	NC1	Cs + Co	Bromacil																			
									Chlordecone																			
		11772Z0161	08303301	Pézomètre	Schoelcher	Fond Lahaye	NC2	Cs + Co	Chlordecone																			
									Beta HCH																			
		11672Z0024	08012301	Pézomètre	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	NC3	Cs + Co	Glyphosate																			
									AMPA																			
		11722Z0063	08322301	Pézomètre	Carbet	Fond Canal	NC4	Cs + Co	Dialine																			
									Chlordecone																			



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

Masse d'eau	Superficie Masse d'eau, en km²	n° BSS	Code SANDRE	Type	Commune	Lieu dit	Indices	Type de suivi	Molécule	[] SS 2004	[] SP 2004	Moyenne [] 2004	[] SP 2005	Moyenne [] 2005	[] SS 2006	[] SP 2006	Moyenne [] 2006	[] SS 2007	[] SP 2007	Moyenne [] 2007	[] SS 2008	[] SP 2008	Moyenne [] 2008	Moyenne des moyennes des [] 2004-2008										
Centre - 9204 - FR/204	286	1175Z20106	08511301	Forage d'exploitation	Robert	Vert Pré	C1	Co	Chloroforme	1,3500	1,4500	1,4000	2,1000	2,1000	0,8800	0,5800	0,8300	1,7000	0,4100	1,0300	0,5500	4,0000	2,2800	1,82										
									Hexafluoro éthylène			0,0070	0,0070	0,0025	0,0025	0,0060	0,0025	0,0043	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025			
									Méthyle tertio-																	0,1500	0,0250	0,0375	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	
									Glyoxal																									
									Béte HCl	0,6200	0,3710	0,4920	0,3360	0,3360	0,2950	0,3360	0,2950	0,3630	0,0183	0,1667	0,3500	0,0360	0,1930	0,0360	0,1930	0,1930	0,1667	0,3500	0,0360	0,1930	0,1930	0,1930	0,1930	0,1930
									Chloroforme	0,2000	0,1000	0,1500	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
	1176Z20070	08544301	Paléomètre	Lamerlin	Habitation Ressource	C2	Cs + Co	Propylène glycol			0,0900	0,0900	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375						
								Agriol			0,7800	0,7800	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175		
								Glyoxal																										
								Perfluoro éthylène																										
								Béte HCl																										
								Duron			1,1300	1,7300	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250		
Sud Atlantique - 9205 - FR/205	180	1186Z20118	08732301	Paléomètre	Marin	Grand Fond	SA1	Cs + Co	Allyle																									
									Diéthylène glycol																									
									Glyoxal																									
									Chloroforme																									
									Béte HCl																									
									Duron																									
Sud Caraïbes - 9206 - FR/206	151	1183Z20052	08813301	Paléomètre	Rivière Piète	Fougenville	SC1	Cs + Co	Chloroforme																									
									MPA																									
									Béte HCl																									
									Agriol																									
									Béte HCl																									
									Duron																									
1181Z20132	08921301	Paléomètre	Trois Bets	Vatable	SC2	Cs + Co	Chloroforme																											
							MPA																											
							Béte HCl																											
							Agriol																											
							Béte HCl																											
							Duron																											
1184Z20001	08001301	Paléomètre	Diamant	Habitation Dzac	SC3	Cs + Co	Chloroforme																											
							MPA																											
							Béte HCl																											
							Agriol																											
							Béte HCl																											
							Duron																											

Moitié du seuil de quantification
Pas de donnée



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

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