

Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2011

Évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau
souterraine

Rapport final

BRGM/RP-60428-FR

Novembre 2011

Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service public du BRGM 10 EAUJ13

M. de Béchillon

Vérificateur :

Nom : L. Arnaud

Date : 04/11/2011

Approbateur :

Nom : J.-C. Audru

Date : 22/11/2011

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



Mots clés : Chlordécone, Directive Cadre sur l'Eau, Eau souterraine, Eléments majeurs, Etat masse d'eau, Micropolluants minéraux, Micropolluants organiques, Physico-chimie, Produits phytosanitaires, Qualité, Réseau de surveillance, DOM, Martinique.

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

De Béchillon (2011) – Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2011. Évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine. Rapport BRGM/RP-60428-FR, 77 p., 27 ill., 5 ann.

© BRGM, 2011. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

L'Office de l'EAU (ODE), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique (DEAL) et le BRGM pour l'année 2007, puis l'ODE et le BRGM pour les années suivantes ont cofinancé un programme de surveillance de 20 points basé sur deux campagnes de mesures (saison sèche et saison des pluies). Le présent rapport concerne la campagne d'avril 2011 (saison sèche).

La période de référence pour l'évaluation de l'état des masses d'eau souterraine au titre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) est de six ans (durée d'un programme de surveillance). Les réseaux de suivi de l'état chimique des eaux souterraines (RCS et RCO) ne sont en place que depuis 2007 et 2008 respectivement : l'état des masses d'eau ne pourra donc rigoureusement être évalué qu'en 2013.

À titre indicatif, l'état des masses d'eau a toutefois été évalué selon la méthodologie prescrite par la DCE, à partir des données disponibles. La méthodologie de détermination de l'état des masses d'eau a été appliquée aux analyses de la campagne de saison sèche 2011 uniquement, d'une part, et aux analyses disponibles sur la période 2004-2011, d'autre part. Ces états permettent d'ores et déjà de mettre en évidence des dépassements des normes et des valeurs seuils, mais n'ont pas la valeur d'états au titre de la DCE.

Par ailleurs, l'évaluation de l'état des masses d'eau doit prendre en compte les influences de certaines caractéristiques pour lesquelles la connaissance en Martinique n'est pas suffisante pour se prononcer, telles que les relations entre les eaux souterraines et les eaux de surface ou encore les écosystèmes associés. Le niveau de confiance de l'évaluation proposée est, par conséquent, faible.

Les paramètres « à risque » en Martinique sont les nitrates et les pesticides.

La concentration en nitrates mesurée sur Chalvet dépasse le seuil DCE de 50 mg/l. Les concentrations restent proches du seuil pour les 2 autres stations du Nord (entre 30 et 40 mg/l). Sur 3 des 5 stations les plus impactées par les nitrates, une tendance à la baisse est constatée. Cependant, compte tenu de l'inertie des masses d'eau souterraine, des dépassements de ce seuil ne peuvent être exclus dans les prochaines années.

En saison sèche 2011, sur les 20 stations du réseau, 14 montrent des concentrations en produits phytosanitaires non conformes aux exigences de la DCE. Outre la chlordécone qui dépasse le seuil DCE sur 14 stations (et qui est détectée sur 15), les non conformités concernent le beta HCH pour 4 stations, la chlordécone 5B-hydro et le bromacil pour 3 stations, la dieldrine pour 2 stations ainsi que le monuron, le propiconazole et le métalaxyl (molécule recherchée depuis 2010 et retrouvée en SP2010 et SS2011 sur la station de Basse Pointe – Chalvet).

La molécule propiconazole recherchée depuis 2006 a été détectée pour la première fois sur 8 stations du réseau. Un abaissement de son seuil de détection de 0,01 µg/l à 0,005 µg/l en est sans doute la cause.

Le seuil DCE pour la somme des concentrations des produits phytosanitaires est défini à 0,5 µg/l. En saison sèche 2011, 9 stations sur 20 sont concernées par un dépassement de ce seuil. La moyenne des sommes des concentrations pour la période 2004-SS2011 montrent un dépassement du seuil pour 10 stations sur 20.

L'évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau est la même en saison sèche 2011 et sur la période 2004- saison sèche 2011 : les masses d'eau Nord, Nord Atlantique et Centre seraient en mauvais état. Les trois autres masses d'eau présentent toutefois des stations en mauvais état, et sont donc concernées par l'article 4.5 de la « GWD » (directive fille 2006/118/CE) qui stipule que des mesures doivent être prises pour protéger les écosystèmes aquatiques, les écosystèmes terrestres et l'utilisation par l'homme des eaux souterraines.

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. PRÉSENTATION DES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE.....	13
1.2. PARAMÈTRES ANALYSÉS ET MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENT	15
1.3. CONDITIONS CLIMATIQUES.....	15
1.3.1. Pluviométrie depuis 1998	15
1.3.2. Pluviométrie pendant la campagne de prélèvements	16
2. Méthodologie de détermination de l'état des masses d'eau souterraine.....	19
2.1. PRINCIPE ET TEXTES RÉGLEMENTAIRES	19
2.1.1. Principe	19
2.1.2. Textes réglementaires.....	19
2.2. NORMES ET SEUILS	20
2.2.1. Généralités.....	20
2.2.2. Application en Martinique	23
2.3. DÉTERMINATION DE L'ÉTAT D'UNE MASSE D'EAU SOUTERRAINE	24
2.3.1. L'état chimique des eaux souterraines	26
2.3.2. L' « enquête appropriée ».....	26
3. Évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine selon les prescriptions de la DCE.....	29
3.1. ÉLÉMENTS QUI NE SONT PAS « À RISQUE » À LA MARTINIQUE	29
3.2. ÉLÉMENTS « À RISQUE » À LA MARTINIQUE	33
3.2.1. Nitrates (NO ₃ ⁻)	33
3.2.2. Produits phytosanitaires	36
3.3. L'ÉTAT DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE	41
3.3.1. En saison sèche 2011	41
3.3.2. Sur la période 2004- saison sèche 2011	47
4. Conclusions	51
5. Bibliographie	53

Liste des illustrations

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées depuis 2004.....	12
Illustration 2 : Liste des sites du réseau DCE avec report des dates de prélèvement (Cs = contrôle de surveillance, Co = contrôle opérationnel)	13
Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau DCE en 2011	14
Illustration 4 : Cumuls pluviométriques saisonniers (Source : Conseil Général de la Martinique).....	16
Illustration 5 : Précipitations journalières enregistrées à Grand Rivière, à Sainte-Marie, au Lamentin et aux Trois Ilets du 23 Mars au 16 Mai 2011 (Source : Conseil Général de la Martinique).....	17
Illustration 6 : Paramètres pour lesquels une attention particulière doit être portée (extrait de l'Annexe II de la « GWD »)	22
Illustration 7 : Démarche à suivre pour établir les valeurs seuils (Source : SDAGE – Éléments méthodologiques pour le rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines. Mise à jour le 22 avril 2009)	22
Illustration 8 : Normes de qualité en eau souterraine pour les paramètres nitrates et pesticides	23
Illustration 9 : Méthodologie de détermination de l'état d'une masse d'eau (SDAGE – Éléments méthodologiques pour le rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines. Mise à jour le 22 avril 2009)	25
Illustration 10 : Tests de classification de l'enquête appropriée	28
Illustration 11 : Diagramme de Piper des eaux souterraines prélevées lors de la campagne de saison sèche 2011	30
Illustration 12 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux quantifiés et leur limite de quantification pour la saison sèche 2011	31
Illustration 13 : Normes et seuils retenus au niveau national pour les substances qui ne sont pas "à risque" à la Martinique (Source : Tableau des valeurs seuils nationales "par défaut", Version 3 – 9 avril 2009)	32
Illustration 14 : Évolution des teneurs en nitrates sur les 5 sites les plus impactés, depuis 2006	34
Illustration 15 : Concentrations en nitrates en saison sèche 2011	35
Illustration 16 : Produits phytosanitaires quantifiés en saison sèche 2011	37
Illustration 17 : Évolution des concentrations en chlordécone depuis 2006.....	39
Illustration 18 : Évolution des concentrations en beta HCH depuis 2006	40
Illustration 19 : Récapitulatif de la situation des stations de prélèvement vis-à-vis des exigences DCE en saison sèche 2011	41
Illustration 20 : "Enquête appropriée" et état des masses d'eau en saison sèche 2011.....	43

Illustration 21 : Carte de risque de contamination des eaux souterraines par les intrants agricoles et pourcentage des superficies concernées par masse d'eau (avec et sans hiérarchisation de la pression associée à chaque type de culture)	44
Illustration 22 : Évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine et des eaux prélevées en saison sèche 2011	46
Illustration 23 : Récapitulatif de la situation des stations de prélèvement vis-à-vis des exigences DCE sur la période 2004 – saison sèche 2011	47
Illustration 24 : "Enquête appropriée" et état des masses d'eau sur la période 2004 – saison sèche 2011	48
Illustration 25 : État des masses d'eau souterraine et des eaux prélevées sur la période 2004 – saison sèche 2011	49

Liste des annexes

Annexe 1 Paramètres analysés	57
Annexe 2 Nombre de quantifications des principales substances actives des produits phytosanitaires lors des campagnes 2007 à 2011	63
Annexe 3 Calcul par station des moyennes pluriannuelles des concentrations en nitrates.....	67
Annexe 4 Calcul par station des moyennes pluriannuelles des concentrations en produits phytosanitaires	71
Annexe 5 Calcul par station des moyennes pluriannuelles des sommes des concentrations en produits phytosanitaires.....	75

1. Introduction

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

Le réseau de surveillance qualitatif a pour vocation de « fournir des informations pour l'évaluation des tendances à long terme tant par suite des changements des conditions naturelles que du fait de l'activité anthropogénique » (Directive 2000/60/CE, Annexe V §2.4.2).

La mise en place des réseaux de surveillance devait se faire avant le 22 décembre 2006. La DEAL Martinique s'est chargée de leur mise en place au niveau local, en fonction des prescriptions de la DCE 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.

Des contrôles opérationnels doivent également être effectués sur « les masses d'eau souterraine recensées comme courant un risque » (de non-atteinte du bon état à l'horizon 2015, cf. l'article 4 de la Directive 2000/60/CE, *ndla*) afin « d'établir [leur] état chimique » ainsi que « d'établir la présence de toute tendance à la hausse à long terme de la concentration d'un quelconque polluant suite à l'activité anthropogénique » (Directive 2000/60/CE, Annexe V §2.4.3).

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 2 autres points définis en 2007, le réseau de contrôle opérationnel 2008, qui devra être maintenu jusqu'au retour au bon état chimique.

Ainsi, le suivi 2011 porte 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 majeure partie de la campagne de prélèvement décrite dans le présent rapport a été effectuée en fin de saison sèche du 5 au 18 avril 2011. Seuls deux prélèvements

(stations de Gros Morne – La Borelli et de Marigot – Anse Charpentier), ont été effectués pour des raisons techniques (panne du matériel de pompage) au 16 mai 2011.

L'illustration 1 présente un récapitulatif des campagnes de prélèvement effectuées depuis 2004.

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
	Saison sèche 2009 (avril 2009)	20	143	Rapport BRGM/RP-57601-FR
	Saison des pluies 2009 (novembre 2009)	20	143	Rapport BRGM/RP-58761-FR
	Saison sèche 2010 (avril 2010)	20	143	Rapport BRGM/RP-59336-FR
	Saison des pluies 2010 (novembre 2010)	20	169	Rapport BRGM/RP-60014-FR
	Saison sèche 2011 (avril – mai 2011)	20	164	Rapport BRGM/RP-60428-FR

Illustration 1 : Récapitulatif des campagnes de prélèvements réalisées depuis 2004

1.1. PRÉSENTATION DES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE

L'illustration 2 indique les caractéristiques géographiques et typologiques des stations des réseaux de contrôle de surveillance et de contrôle opérationnel des eaux souterraines, ainsi que les dates de prélèvement pour la saison sèche 2011. Il est à noter que 2 points n'ont pu être prélevés en Avril avec le reste des points du réseau en raison d'une panne du matériel de pompage. Ils ont été prélevés ultérieurement au cours du mois de mai.

Lors de la campagne de saison des pluies 2010, un prélèvement supplémentaire réalisé sur le piézomètre DCE de Fond Lahaye (1177ZZ0177) a permis de confirmer l'influence de la vétusté de l'ouvrage du qualitomètre de Fond Lahaye (1177ZZ0161) sur les concentrations en fer. Ainsi, ce qualitomètre a donc été abandonné et remplacé par le piézomètre DCE 1177ZZ0177.

Masses d'eau	Indices terrain	Indice BSS	Commune	Lieu-dit	Typologie du point	Réseau	Date de prélèvement
Nord	N1	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	Piézomètre BRGM	Cs + Co	15/04/2011
	N2	1166ZZ0019	Basse Pointe	Source Socco Gradis	Source	Cs + Co	07/04/2011
	N3	1166ZZ0023	Macouba	Source Nord Plage	Source	Cs + Co	07/04/2011
	N4	1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	Piézomètre BRGM	Co	11/04/2011
Nord Atlantique	NA1	1169ZZ0006	Marigot	Anse Charpentier	Piézomètre BRGM	Cs + Co	16/05/2011
	NA2	1169ZZ0084	Le Lorrain	Fond Brulé	Piézomètre BRGM	Cs + Co	15/04/2011
	NA3	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli	Piézomètre BRGM	Cs + Co	16/05/2011
	NA4	1175ZZ0153	Trinité	Source Morne Figue	Source	Cs + Co	07/04/2011
Nord Caraïbes	NC1	1167ZZ0045	St Pierre	CDST	Piézomètre BRGM	Cs + Co	15/04/2011
	NC2	1177ZZ0177	Schœlcher	Fond Lahaye	Piézomètre BRGM	Cs + Co	18/04/2011
	NC3	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	Piézomètre BRGM	Cs + Co	12/04/2011
	NC4	1172ZZ0063	Le Carbet	Fond Canal	Forage SCCCNO	Cs + Co	18/04/2011
Centre	C1	1175ZZ0106	Le Robert	Vert Pré	Forage industriel	Co	12/04/2011
	C2	1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource	Forage CACEM	Cs + Co	06/04/2011
	C3	1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle cité	Forage DDAF	Cs + Co	05/04/2011
Sud Atlantique	SA1	1186ZZ0118	Le Marin	Grand Fond	Forage agricole	Cs + Co	06/04/2011
	SA2	1179ZZ0228	Le François	Habitation Victoire	Forage agricole	Cs + Co	06/04/2011
Sud Caraïbes	SC1	1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville	Piézomètre BRGM	Cs + Co	06/04/2011
	SC2	1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable	Piézomètre BRGM	Cs + Co	05/04/2011
	SC3	1184ZZ0001	Diamant	Dizac	Piézomètre BRGM	Cs + Co	05/04/2011

Illustration 2 : Liste des sites du réseau DCE avec report des dates de prélèvement (Cs = contrôle de surveillance, Co = contrôle opérationnel)

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

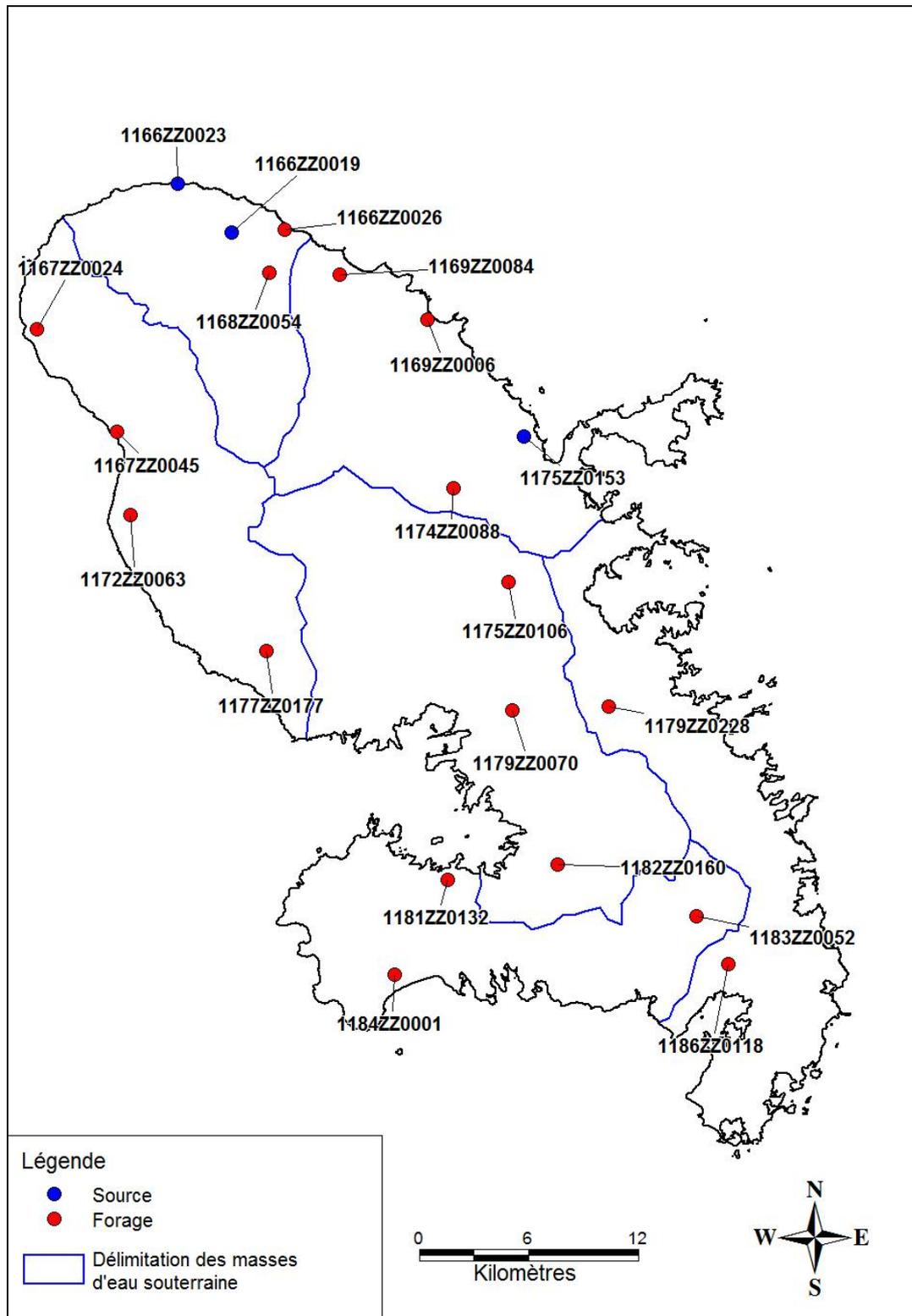


Illustration 3 : Localisation géographique des ouvrages du réseau DCE en 2011

1.2. PARAMÈTRES ANALYSÉS ET MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENT

Le détail des paramètres analysés est présenté en Annexe 1.

• 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. Le forage du Marin – Grand Fond, utilisé par le propriétaire, est équipé d'une pompe en permanence qui permet un débit de 15 m³/h environ.

Pour les ouvrages du Carbet, du Prêcheur, du Robert et des Trois Ilets, la mise en place de la pompe n'est pas possible. L'échantillonnage est, par conséquent, réalisé par l'intermédiaire d'un tube préleveur.

La station du François – Habitation Victoire ne nécessite pas de pompage ni de tube préleveur puisqu'il s'agit d'un forage artésien. Un robinet permet de prélever l'eau du forage.

• Prélèvements en source

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

1.3. CONDITIONS CLIMATIQUES

1.3.1. Pluviométrie 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 4 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 le mois des prélèvements de saison des pluies.

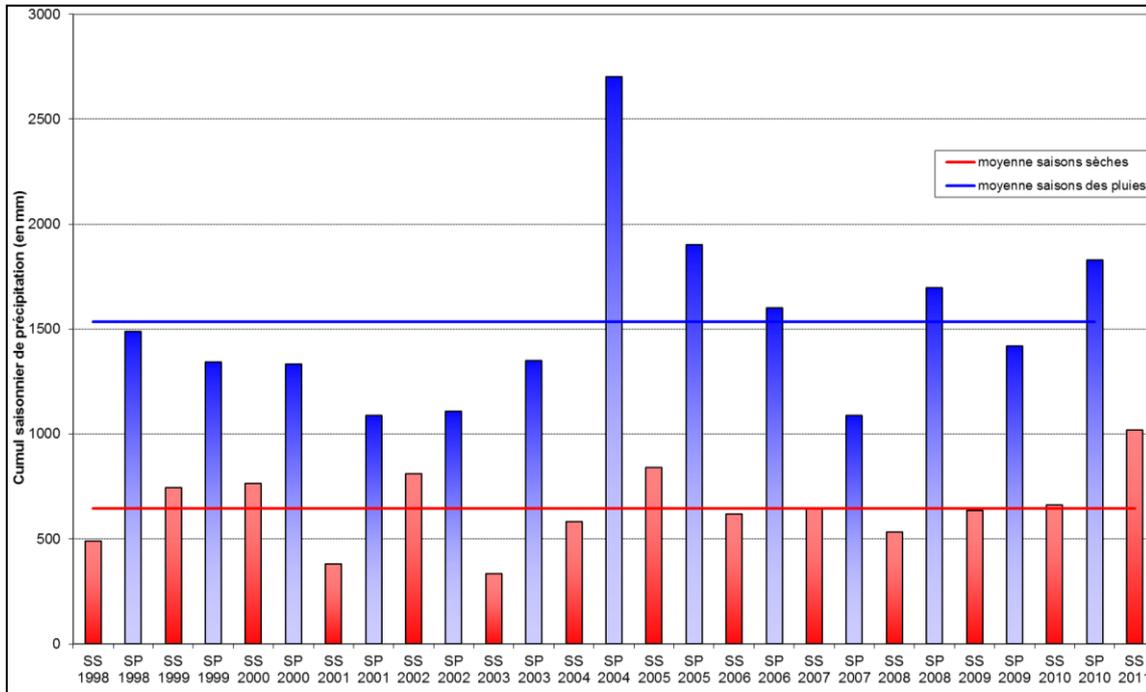


Illustration 4 : Cumuls pluviométriques saisonniers (Source : Conseil Général de la Martinique)

Pour le calcul des cumuls saisonniers, la moyenne mensuelle a été calculée à partir des 42 stations pluviométriques du réseau du Conseil Général de la Martinique. Ceci permet de s'affranchir de certaines lacunes imputées à des problèmes techniques.

Le cumul pluviométrique moyen de la saison sèche 2011 est très supérieur à la moyenne sur les 13 dernières années (1 019 mm en saison sèche 2011 pour une moyenne de 646 mm).

1.3.2. Pluviométrie pendant la campagne de prélèvements

L'illustration 5 permet, avec le report des précipitations journalières du 23 mars au 16 mai pour 4 stations, de préciser les conditions climatiques qui ont encadré la campagne de prélèvements.

La campagne de prélèvements a été précédée par un épisode pluvieux important (aux environs du 26 mars). Pendant la campagne, seule la journée du 11 avril correspondant au prélèvement de la station de Basse Pointe – Rivière Falaise a été marquée par des précipitations (15 mm Grand Rivière et 38 à Sainte Marie). Les autres journées de la campagne n'ont été que très peu pluvieuses (précipitations inférieures à 10 mm sur les secteurs de prélèvements).

Les 2 derniers prélèvements (Stations du Gros Morne – La Borelli et de Marigot – Anse Charpentier) effectués le 16 mai ont été précédés par une période abondamment pluvieuse (du 22 avril au 2 mai environ). Le jour de prélèvement a été relativement sec.

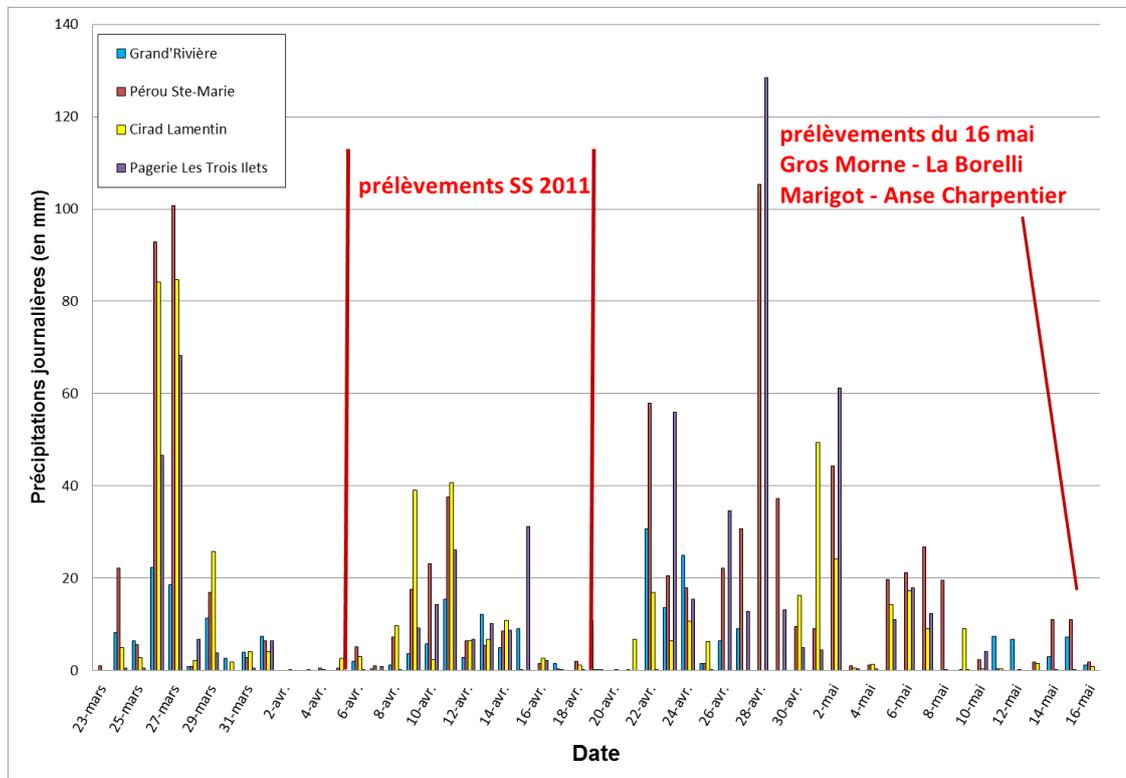


Illustration 5 : Précipitations journalières enregistrées à Grand Rivière, à Sainte-Marie, à Lamentin et aux Trois Ilets du 23 mars au 16 mai 2011 (Source : Conseil Général de la Martinique)

2. Méthodologie de détermination de l'état des masses d'eau souterraine

2.1. PRINCIPE ET TEXTES RÉGLEMENTAIRES

2.1.1. Principe

L'un des objectifs visés par la DCE est l'atteinte du bon état des masses d'eau (ME) à l'horizon 2015. Pour les eaux souterraines (MESO), les masses d'eau doivent atteindre un bon état quantitatif et chimique (DCE Annexe V.2).

La détermination de l'état chimique des masses d'eau souterraine est donc une étape clé de la mise en œuvre de la DCE. Cette détermination s'effectue en plusieurs étapes :

- détermination des substances à risque et de leurs valeurs seuils ;
- détermination de l'état chimique dans les points du réseau de contrôle de surveillance (RCS) et du réseau de contrôle opérationnel (RCO) à partir des valeurs seuils définies précédemment ou des normes déjà inscrites dans la directive fille 2006/118/CE ;
- détermination de l'état des masses d'eau souterraine dans leur ensemble à partir d'une « enquête appropriée » permettant d'une part de transposer les résultats obtenus aux points à l'ensemble d'une masse d'eau, et d'autre part de vérifier que les objectifs environnementaux inscrits dans la DCE sont respectés.

2.1.2. Textes réglementaires

A/ Textes européens

DIRECTIVE 2000/60/CE (DCE) DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau :

→ Fixe des objectifs afin d'atteindre le **bon état** pour l'ensemble des milieux aquatiques européens, eaux souterraines comprises, à **l'horizon 2015**. Dans cette perspective, des objectifs de **non-dégradation**, de **préservation** et de **restauration** des masses d'eau y sont fixés à l'adresse des Etats membres.

DIRECTIVE 2006/118/CE (GWD) DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration :

→ Vient préciser les objectifs fixés par la DCE pour les eaux souterraines. Au niveau chimique, elle fixe les normes de qualité pour les nitrates et pesticides, et impose aux Etats membres

d'arrêter au niveau national, au niveau du district ou de la masse d'eau des valeurs-seuils pour les paramètres responsables d'un risque de non atteinte du bon état (échéance : 22 décembre 2008). Elle précise également les grandes lignes méthodologiques pour l'élaboration de ces valeurs seuils, ainsi que les principes de la méthode d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine.

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

Cette Directive de la Commission, en cours de transposition en droit français, précise notamment : 1/ que les analyses réalisées au titre de la DCE doivent respecter la norme ISO17025 2/ que les performances analytiques doivent être telles que les limites de quantification n'excèdent pas le tiers de la norme ou de la valeur seuil et que les incertitudes analytiques ne dépassent pas 50%.

B/ Application et transposition en droit français

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

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

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

ARRÊTÉ du 29 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R.212-22 du code de l'environnement.

PROCÉDURE D'ÉVALUATION DU BON ÉTAT CHIMIQUE DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE, Version 3 – 17 juillet 2009 :

→ Clarifie la procédure d'évaluation du bon état chimique telle qu'elle est exigée par l'article 4 de la GWD.

SDAGE – Éléments méthodologiques pour le rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines - Mise à jour le 22 avril 2009.

2.2. NORMES ET SEUILS

2.2.1. Généralités

La DCE fixe de façon sommaire les conditions d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine. La directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006 sur la

protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration est venue compléter certaines notions.

La directive 2006/118 fixe des normes de qualité à l'échelle européenne pour les nitrates et les pesticides, et elle impose aux États Membres d'arrêter au niveau national, au niveau du district ou de la masse d'eau des valeurs-seuils pour les paramètres responsables d'un risque de non atteinte du bon état (échéance : 22 décembre 2008).

Il est cependant précisé que « lorsque, pour une masse d'eau souterraine donnée, on considère que les normes de qualité pourraient empêcher de réaliser les objectifs environnementaux définis à l'article 4 de la directive 2000/60/CE pour les eaux de surface associées, ou entraîner une diminution significative de la qualité écologique ou chimique de ces masses, ou un quelconque dommage significatif aux écosystèmes terrestres qui dépendent directement de la masse d'eau souterraine, des valeurs seuils plus strictes sont établies conformément à l'article 3 et à l'annexe II de la présente directive ». Autrement dit, si ces valeurs sont insuffisantes pour garantir le bon état écologique et/ou chimique des masses d'eau de surface et des écosystèmes terrestres associés alors une valeur inférieure peut être retenue sur la base des éléments méthodologiques présentés dans le paragraphe 2. C'est typiquement le cas des systèmes où une pollution de l'eau souterraine par les nitrates, malgré des concentrations < 50mg/L dans la nappe, sont responsables de l'eutrophisation d'une masse d'eau de surface.

En ce qui concerne les valeurs seuils, celles-ci sont à déterminer pour les paramètres suivants :

- les paramètres responsables du risque de non atteinte du bon état en 2015 (utilisation de la liste établie en 2004 pour l'état des lieux + d'éventuelles révisions réalisées depuis au regard de l'acquisition de données nouvelles) ;
- d'autres paramètres complémentaires peuvent être rajoutés pour certaines masses d'eau en fonction des pressions identifiées dans le cadre de l'état des lieux. Il s'agit des polluants présents de façon significative : rejets importants ayant un impact à l'échelle de la masse d'eau ou pollution existante étendue.

Par rapport à la liste de l'Annexe II, partie B de la GWD (Illustration 6), il n'est pas obligatoire de définir une valeur seuil pour chacun de ces paramètres. Il convient toutefois d'y prêter une attention particulière et de justifier qu'un ou plusieurs paramètres de cette liste n'est pas retenu (par exemple parce qu'un paramètre est naturel et qu'il n'existe aucun risque lié à ce paramètre).

Substances ou ions d'origine potentiellement mixte	Substances artificielles	Paramètres indiquant les intrusions d'eau salée ou autre
Arsenic Cadmium Plomb Mercure Ammonium Chlorures Sulfates	Trichloréthylène Tétrachloréthylène	Conductivité (ou Sulfates et Chlorures)

Illustration 6 : Paramètres pour lesquels une attention particulière doit être portée (extrait de l'Annexe II de la « GWD »)

Le schéma suivant résume la démarche à suivre pour établir ces valeurs seuils :

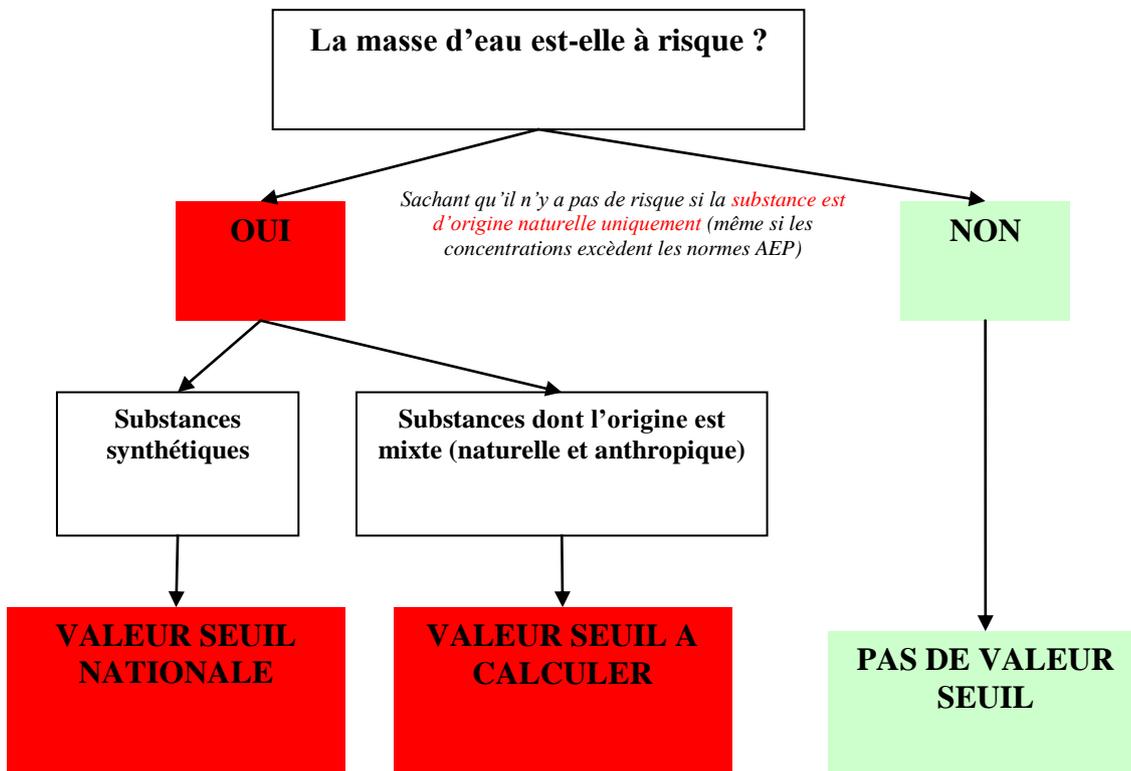


Illustration 7 : Démarche à suivre pour établir les valeurs seuils (Source : SDAGE – Éléments méthodologiques pour le rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines. Mise à jour le 22 avril 2009)

2.2.2. Application en Martinique

Le **cadmium**, le **plomb** et le **mercure** ont été recherchés à la Martinique en 2007 lors de la campagne de type « photographique ». Leurs concentrations étaient faibles, ils ne sont donc plus recherchés lors des campagnes semestrielles. Ils seront recherchés lors de la prochaine campagne photographique en 2013 (conformément aux prescriptions nationales).

L'**arsenic** est présent naturellement à des teneurs comparables à celles mesurées (teneurs maximales en avril 2011 de 14,87 µg/l sur Marigot – Anse Charpentier et 8,16 µg/l sur Le Carbet – Fond Canal) (fond géochimique élevé - Rapport BRGM-56266-FR). Il n'est donc pas nécessaire de déterminer de valeur seuil pour ce paramètre.

L'**ammonium** ne pose pas de problème particulier. Pour la campagne de saison sèche 2011, seules 2 détections ont été signalées : Carbet – Fond Canal à 0,44 mg/l et Robert – Vert Pré à 0,32 mg/l. Aucune station ne dépasse donc le seuil de 0,5 mg/l retenu au niveau national. Les dépassements observés par le passé, par exemple sur Robert – Vert Pré, sont très probablement d'origine naturelle (milieu réducteur empêchant la nitrification puis la nitratisation).

Les **chlorures** et les **sulfates** ne sont pas considérés comme à risque. Les chlorures sont d'origine naturelle. Trois teneurs sont supérieures à la valeur seuil nationale (200 mg/l) : stations de Rivière Salée – Nouvelle Cité, Marin – Grand Fond et Trois Ilets – Vatable). Les sulfates ne se rencontrent qu'à des faibles teneurs (toutes inférieures au seuil retenu à l'échelle nationale de 250 mg/l). Il ne sera donc pas appliqué de valeurs seuils aux chlorures et sulfates, mais une attention particulière leur sera portée en tant qu'indicateurs d'intrusion de biseau salé.

Le **trichloréthylène** et le **tétrachloréthylène** n'ont été détectés sur aucune station en 2007 lors de la campagne « photographique ». Ils ne seront donc recherchés que lors de ces campagnes (prochaine en 2013).

En définitive, et conformément à la DCE, il n'y a donc pas d'autres seuils que ceux des nitrates et des pesticides qui seront utilisés pour la définition de l'état des masses d'eau de la Martinique. Ils sont récapitulés sur l'illustration 8. Il n'a pas été nécessaire d'abaisser ces normes.

Paramètre	Valeur seuil DCE	Unité	Mode de détermination	échelle d'application	Document de référence
Nitrates	50	mg/l	réglementaire	européenne	directive fille 2006/118/CE du 12/12/2006
Substances actives des pesticides	0,1	µg/l	réglementaire	européenne	directive fille 2006/118/CE du 12/12/2006
<u>Exceptions</u> : dieldrine, aldrine et heptachlore	0,03	µg/l	réglementaire		
Somme des substances actives des pesticides	0,5	µg/l	réglementaire		

Illustration 8 : Normes de qualité en eau souterraine pour les paramètres nitrates et pesticides

2.3. DÉTERMINATION DE L'ÉTAT D'UNE MASSE D'EAU SOUTERRAINE

La détermination de l'état d'une masse d'eau s'effectue selon la méthodologie ci-après (Illustration 9).

La détermination s'effectue en deux temps :

- vérifier si un ou plusieurs points de surveillance (RCS et RCO) présentent des dépassements de la valeur seuil ou de la norme ;
- si un dépassement est observé sur un ou plusieurs points de surveillance alors une « enquête appropriée » doit être menée. Celle-ci implique la mise en œuvre d'une série de « tests » qui permettront de vérifier si l'état de la masse d'eau doit réellement être considéré comme médiocre.

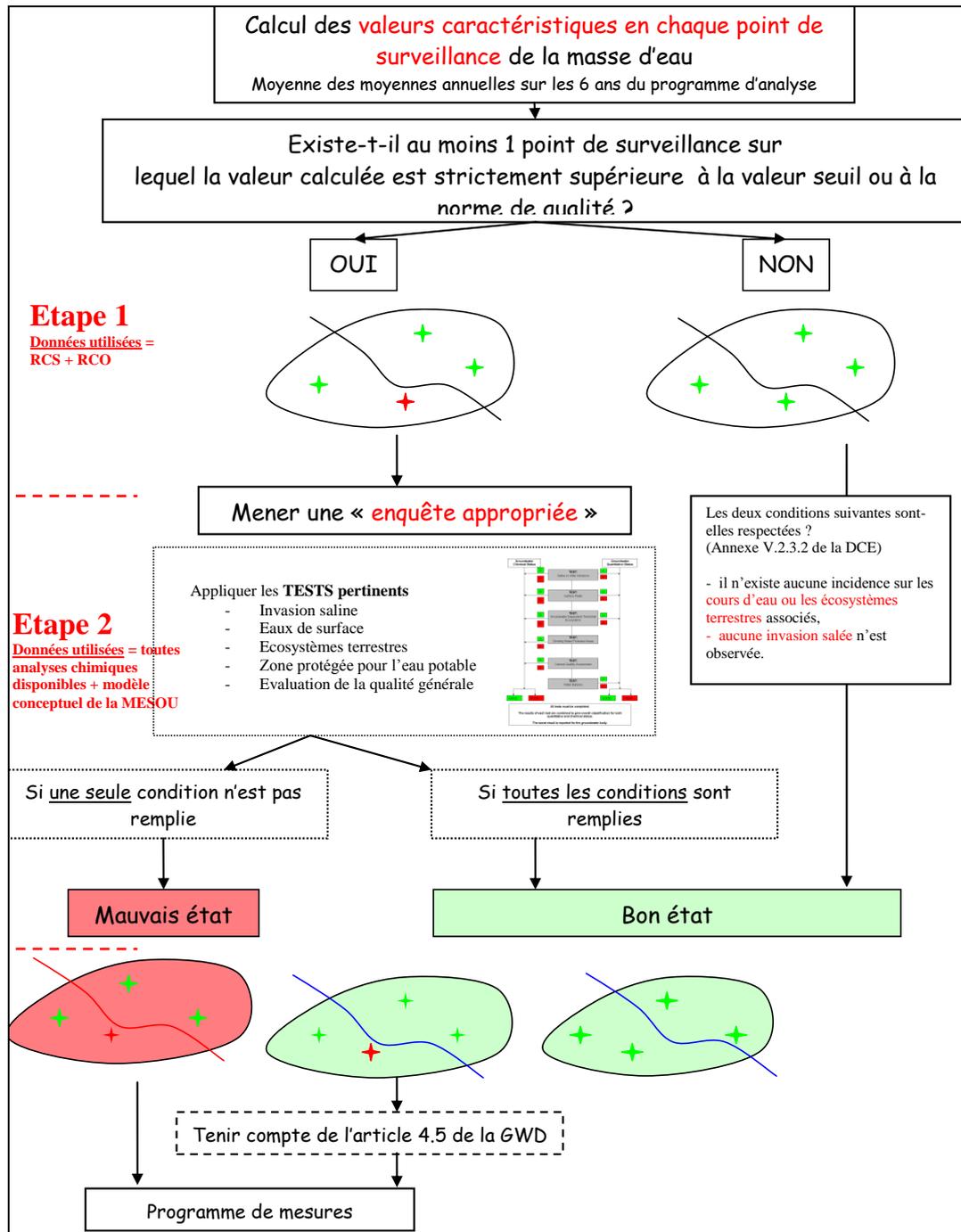


Illustration 9 : Méthodologie de détermination de l'état d'une masse d'eau (SDAGE – Éléments méthodologiques pour le rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines. Mise à jour le 22 avril 2009)

2.3.1. L'état chimique des eaux souterraines

L'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines est menée suivant la procédure décrite ci-dessus (Illustration 9). Cette procédure s'applique à chaque masse d'eau souterraine et à chacun des paramètres retenus pour qualifier l'état de la masse d'eau. Dans le cas de la Martinique il s'agit des nitrates et des pesticides.

Le principe est de déterminer, pour chaque station, le respect ou non des seuils appliqués pour chacune des substances retenues (cf. § 2.2). Pour définir l'état d'une station sur une période, on utilise la moyenne des concentrations de chaque substance sur la période.

La période de référence pour l'évaluation de l'état des masses d'eau au titre de la DCE est de six ans (durée d'un programme de surveillance). En 2013, l'évaluation portera ainsi sur l'ensemble des données issues du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel sur la période 2007-2013. Les réseaux de suivi de l'état chimique des eaux souterraines (RCS et RCO) ne sont en place que depuis 2007 et 2008 respectivement, mais des données antérieures peuvent être utilisées pour le calcul de la moyenne, suivant les recommandations de la DCE :

→ Pour les micropolluants dont les résultats sont inférieurs à la limite de quantification (LQ), la valeur retenue pour le calcul de la moyenne sera LQ/2 sauf pour les sommes de paramètres. Si sur un point et pour un même paramètre, plusieurs LQ existent dans la série temporelle, la LQ à retenir est celle de chaque échantillon.

→ Les résultats pour lesquels la limite de quantification est supérieure à la valeur seuil ou à la norme seront exclus du calcul de la moyenne. C'est le cas notamment de la chlordécone les années antérieures à 2008.

Le calcul de ces concentrations moyennes sur la période d'étude permet de déterminer dans un premier temps les points de surveillance pour lesquels un ou des seuil(s) ne sont pas respectés (i.e. l'état des eaux prélevées).

2.3.2. L' « enquête appropriée »

En cas de dépassement sur au moins un point de surveillance, les « tests » de l'enquête appropriée à appliquer sont les suivants (cf. Illustration 10) :

1- évaluation générale de l'état chimique de la masse d'eau dans son ensemble : surface dégradée supérieure ou inférieure à 20 % de la surface de la masse d'eau ;

2- évaluation de la dégradation des eaux souterraines prélevées pour l'AEP (captages AEP de plus de 10 m³/j ou desservant plus de 50 habitants). Il s'agira en particulier de vérifier que la ressource n'est pas dégradée (tendance à la hausse des polluants dans les captages, augmentation du traitement de l'eau, fermetures de captages, etc...) ;

3- incidence sur l'état chimique et/ou écologique des cours d'eau associés ;

4- incidence sur les écosystèmes associés ;

5- intrusion salée ou autre d'origine anthropique observée. Une masse d'eau n'est pas en bon état pour ce test si :

a. la moyenne des concentrations dépasse en un point ou plus la concentration de référence¹ (ou fond géochimique) ET ;

b. il existe une tendance² à la hausse significative et durable sur un ou plusieurs sites de surveillance et pour un ou plusieurs paramètres représentatifs de ce test (chlorures, sulfates et conductivité notamment).

L'illustration 10 donne un aperçu de ces tests. À l'issue de chacun, l'état de la masse d'eau sera considéré comme « bon » ou « médiocre » pour ce test. Si pour au moins un test la masse d'eau est en état médiocre alors l'ensemble de la masse d'eau est classé en état chimique médiocre.

Conformément aux exigences de la DCE, un niveau de confiance de l'évaluation devra être fourni si cela est possible.

¹ Cf. note sur les valeurs seuils

² Cf. note sur l'évaluation de la tendance (à paraître fin du 1^{er} semestre 2011)

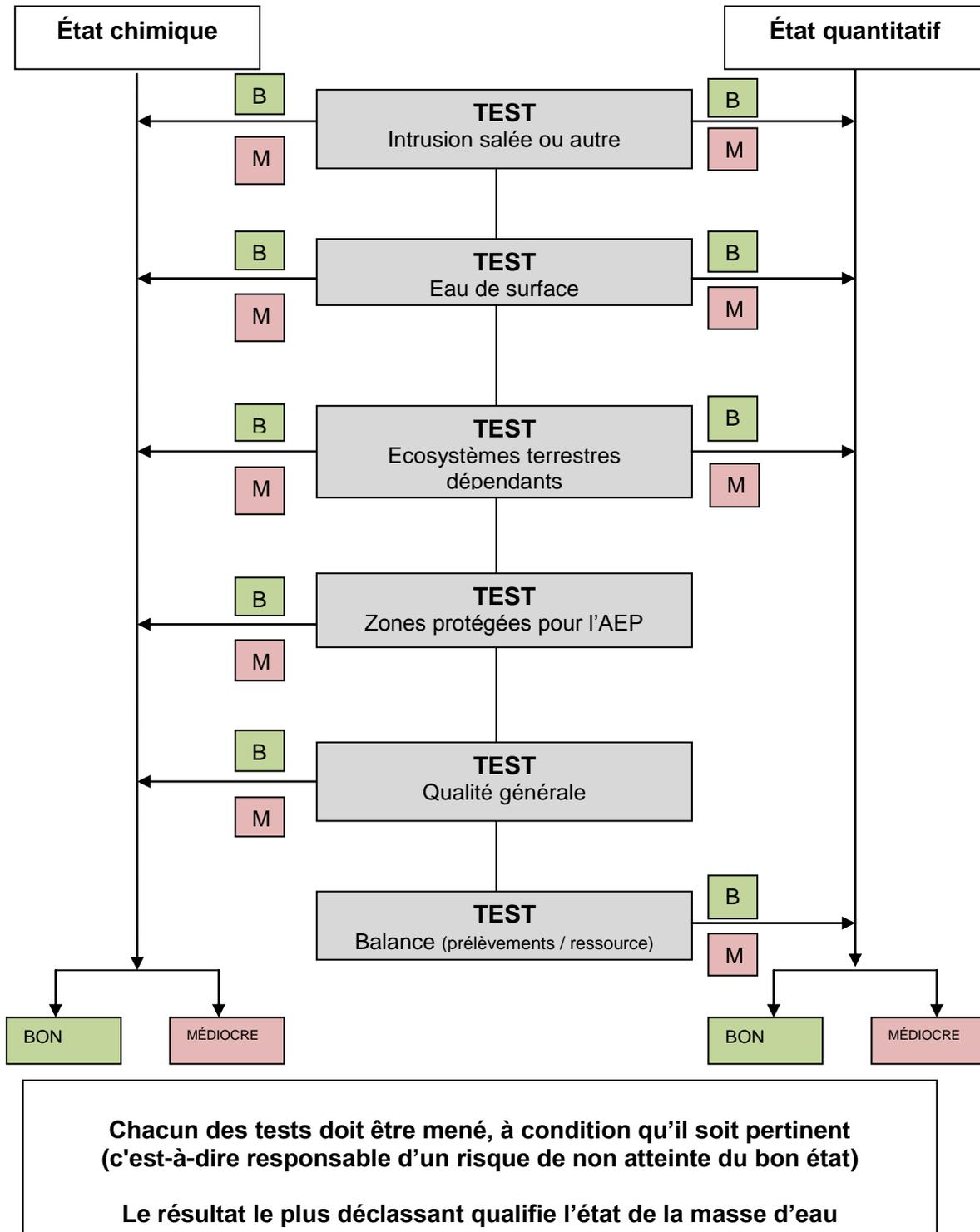


Illustration 10 : Tests de classification de l'enquête appropriée

3. Évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine selon les prescriptions de la DCE

3.1. ÉLÉMENTS QUI NE SONT PAS « À RISQUE » À LA MARTINIQUE

D'un point de vue physico-chimique, les eaux analysées sont souvent pauvres en oxygène dissous (jusqu'à 7,30 mg/l pendant la campagne de saison sèche 2011) et présentent des températures comprises entre 25,5 °C et 33,5 °C pour une valeur médiane de 27,9°C en saison sèche 2011.

Le pH est proche de la neutralité sur l'ensemble des sites du réseau, et les conductivités étaient comprises entre 169 et 1 918 µS/cm en saison sèche 2011 avec une valeur médiane de 452 µS/cm. L'oxydabilité est globalement faible (pendant la campagne de saison sèche 2011, le maximum mesuré est à 9,3 mg/l et la médiane est de 1,5 mg/l), de même pour les concentrations en carbone organique dissous ($\leq 3,2$ mg/l).

Les eaux souterraines de la Martinique sont globalement bicarbonatées (HCO_3^-) calciques (Ca^{2+}) et magnésiennes (Mg^{2+}), sans cations réellement dominants, et peu sulfatées (SO_4^{2-}).

Pour les masses d'eau Nord Caraïbes (FRJG203), Nord (FRJG201), Nord Atlantique (FRJG202) et Centre (FRJG204), les concentrations en éléments majeurs hors nitrates (Na, Mg, Ca, K, Cl, SO_4 et HCO_3) sont généralement faibles (fond géochimique faible à intermédiaire, Brenot et *al.*, 2008 ; Lions et *al.*, 2008) sauf localement sous l'emprise du biseau salé ou via des eaux de mer fossiles, pour Na et Cl. Des concentrations plus élevées en Na et Cl ont en effet été mesurées sur les stations de Rivière Salée (1182ZZ0160), Trois Ilets (1181ZZ0132), Marin (1186ZZ0118) et Diamant (1184ZZ0001).

Pour les masses d'eau Sud Caraïbes (FRJG206) et Sud Atlantique (FRJG205), les concentrations en éléments majeurs (Na, Mg, Ca, Cl) sont généralement plus élevées (fond géochimique élevé). L'origine de ces éléments est majoritairement naturelle, et leurs concentrations résultent des interactions entre l'eau de pluie, les roches volcaniques et l'eau de mer.

Quelques points se démarquent tels que les stations du Marigot (1169ZZ0006), Rivière Salée (1182ZZ0160), du Lamentin (1179ZZ0070), du Diamant (1184ZZ0001) et des Trois Ilets (1181ZZ0132) (sodique (Na^+) et potassique (K^+)) ou Basse Pointe - Rivière Falaise (1168ZZ0054), Basse Pointe - Chalvet (1166ZZ0026) et Basse Pointe - Socco Gradis (1166ZZ0019) (eaux chlorurées et sulfatées, calciques et magnésiennes). Une origine anthropique est probable pour les stations de Basse Pointe (pollution d'origine agricole).

Les concentrations en éléments traces **Fe** et **Mn** sont associées à un fond géochimique élevé sur toute la Martinique, de même pour les éléments traces **B** et **F** mais uniquement sur la frange littorale (intrusion saline). La probabilité de rencontrer de fortes concentrations pour ces éléments est donc élevée (Lions et *al.*, 2008).

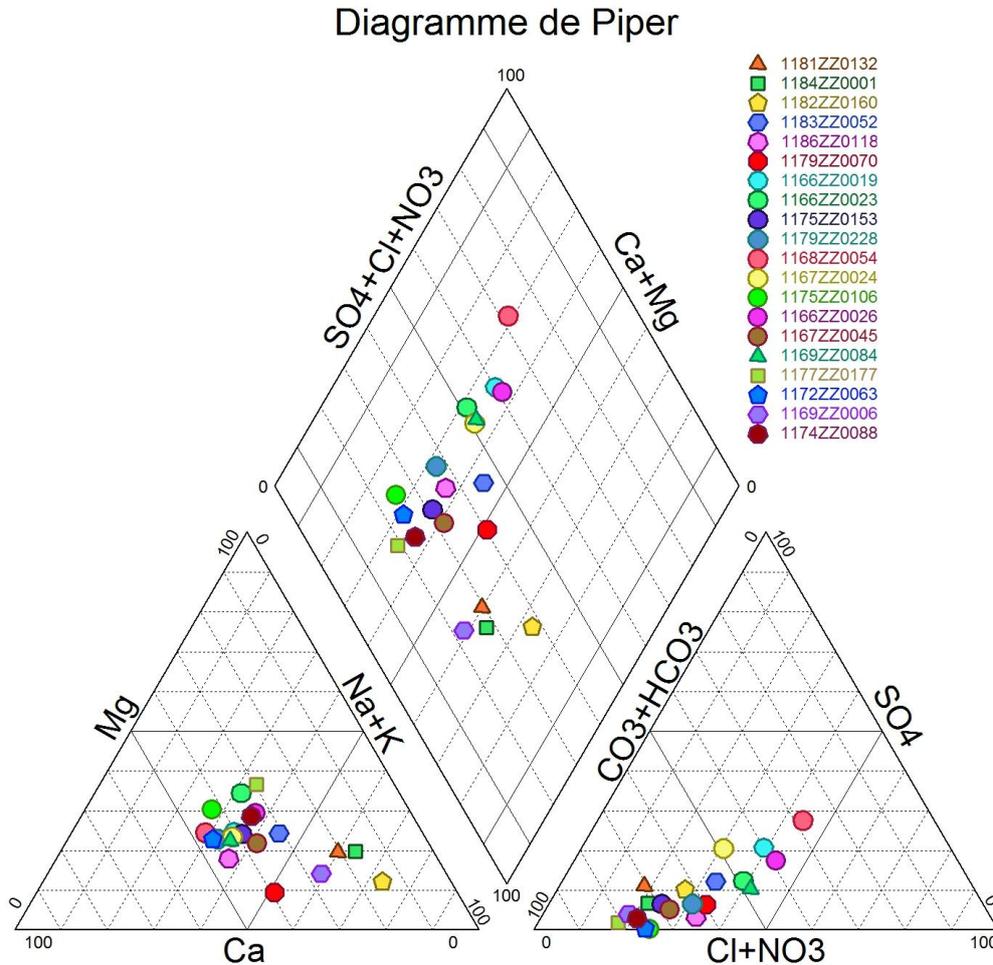


Illustration 11 : Diagramme de Piper des eaux souterraines prélevées lors de la campagne de saison sèche 2011

Pour les **autres éléments traces suivis (Li, Al, Zn et Cu)**, les concentrations restent faibles et largement inférieures aux normes de potabilité. Une concentration maximum en aluminium de 34,6 µg/l a été mesurée sur le qualitomètre du Prêcheur.

Les concentrations en **As** sont faibles, sauf pour 3 points (Marigot avec 14,87 µg/l, Le Carbet avec 8,16 µg/l et Schoelcher avec 3,61 µg/l) où elles sont associées à une origine naturelle (fond géochimique de cet élément, cf. Rapport BRGM RP-56748-FR). Il est rappelé que par défaut, la valeur seuil DCE est de 10 µg/l.

La carte récapitulative des micropolluants minéraux quantifiés ainsi que leur limite de quantification sont reportées en illustration 12.

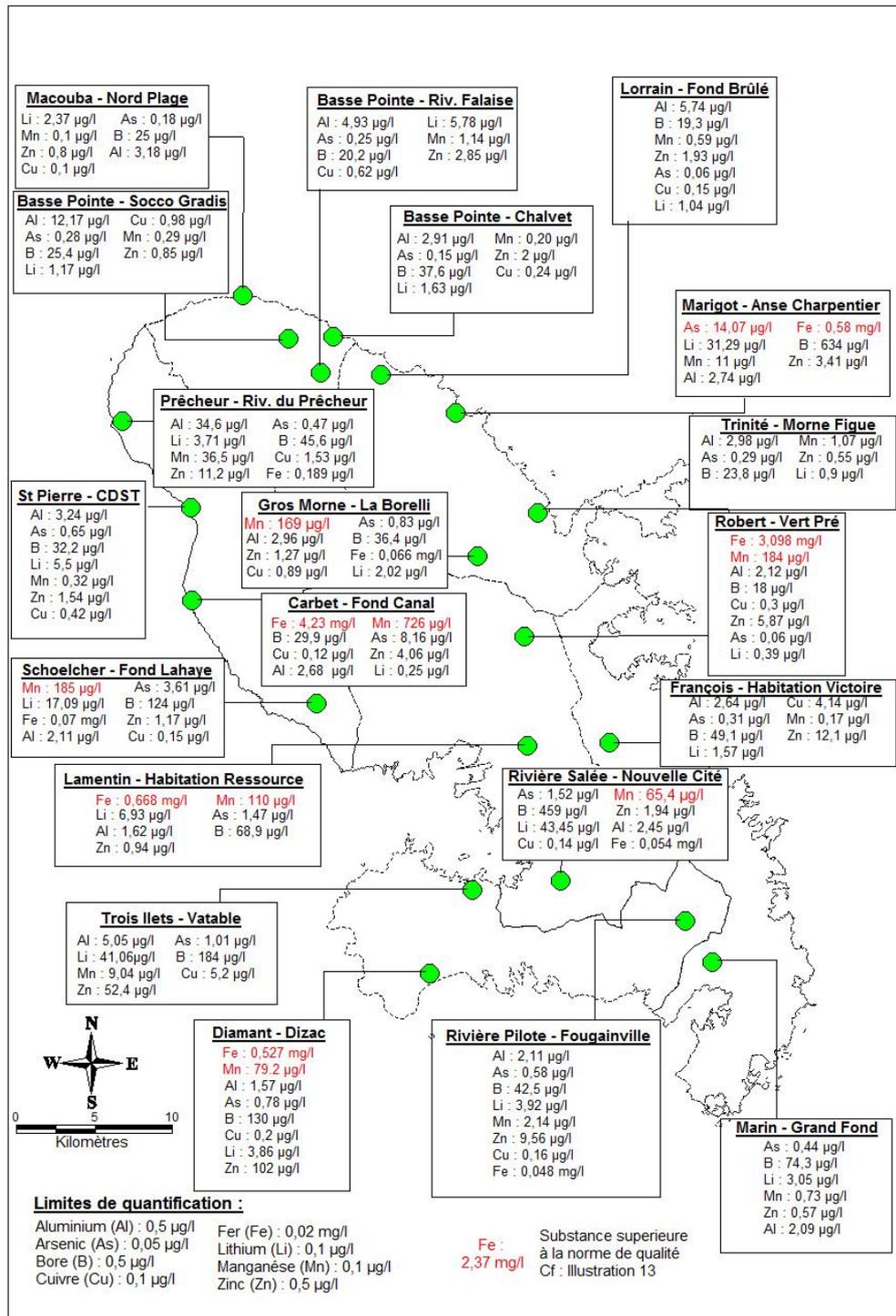


Illustration 12 : Carte de synthèse des micropolluants minéraux quantifiés et leur limite de quantification pour la saison sèche 2011

Par leur absence ou leur origine naturelle, les éléments majeurs et traces ne sont donc pas considérés comme présentant un risque de non-atteinte du bon état à l'horizon 2015.

Pour mémoire, les seuils et normes retenus au niveau national pour les substances qui ne sont pas « à risque » à la Martinique ont été compilés dans l'illustration 13 :

Code_SANDRE	NOM	Valeur seuil ou Norme de qualité	Unité	GRUPE	Arrêté AEP 11/01/07 (annexe I, eaux distribuées sauf mention contraire)	concentrations maximales admissibles OMS Eau potable
1272	Tétrachloréthène	10	µg/L	MICROPOLLUANTS ORGANIQUES		40
1286	Trichloroéthylène	10	µg/L	MICROPOLLUANTS ORGANIQUES		20
1335	Ammonium	0,5	mg/L	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	0,1	
1337	Chlorures	200	mg/L	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	200	
1338	Sulfates	250	mg/L	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	250	
1362	Bore	1000	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	1000	500
1369	Arsenic	10	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	10	10
1370	Aluminium	200	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	200	
1375	Sodium	200	mg/L	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	200	
1382	Plomb	10	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	10	10
1383	Zinc	5000	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	5000	
1385	Sélénium	10	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	10	10
1386	Nickel	20	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	20	70
1387	Mercure	1	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	1	6
1388	Cadmium	5	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	5	3
1389	Chrome	50	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	50	50
1391	Fluor	1,5	mg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	1,5	1,5
1392	Cuivre	2000	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	2000	2000
1393	Fer	200	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	200	
1394	Manganèse	50	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	50	400
1396	Baryum	700	µg/L	MICROPOLLUANTS-MINERAUX	700	700

NB : Par ordre de priorité les textes suivants ont permis de définir la valeur seuil :

- limites de qualité de l'arrêté AEP du 11 janvier 2007. Règle : pour les paramètres non influencés par un fond géochimique la valeur seuil à retenir pour l'usage "eau potable" correspond à la valeur la plus stricte pour un paramètre donné entre la limite/référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et la limite de qualité fixées pour les eaux brutes de toute origine ;
- concentrations maximales admissibles OMS.

Illustration 13 : Normes et seuils retenus au niveau national pour les substances qui ne sont pas "à risque" à la Martinique (Source : Tableau des valeurs seuils nationales "par défaut", Version 3 – 9 avril 2009)

3.2. ÉLÉMENTS « À RISQUE » À LA MARTINIQUE

3.2.1. Nitrates (NO_3^-)

Les concentrations en nitrates (supérieures à 10 mg/l) sont révélatrices d'une contamination d'origine anthropique pour un tiers des points du réseau (7 sur 20) (Illustration 15). C'est le cas de l'ensemble des stations de la masse d'eau Nord, de la station du Lorrain (29,4 mg/l), de Rivière Pilote (14,7 mg/l) et du Marin (9,8 mg/l). En grande majorité, il s'agit d'une contamination d'origine agricole.

En saison sèche 2011, la concentration en nitrates mesurée sur Basse Pointe – Chalvet (1166ZZ0026) dépasse le seuil DCE de 50 mg/l avec 50,7 mg/l. Cela avait déjà été le cas lors de la saison des pluies 2008, de la saison sèche 2010 et de la saison des pluies 2010. Les concentrations restent proches du seuil pour les stations de Macouba – Nord Plage (38 mg/l), et de Basse Pointe – Rivière Falaise (31,2 mg/l).

La tendance temporelle est variable d'un point à l'autre, même entre des stations proches. Malgré le peu de recul disponible, trois tendances principales semblent pouvoir être dégagées (Illustration 14) :

- une évolution à la baisse marquée des concentrations en nitrates pour Basse Pointe – Rivière Falaise (depuis novembre 2008) et Lorrain – Fond Brûlé (depuis novembre 2007) ;
- une évolution à la baisse modérée voire stationnaire pour Macouba – Nord Plage (depuis avril 2008) ;
- une évolution irrégulière avec des pics de concentration récents pour Basse Pointe – Chalvet (malgré une baisse observée sur les 3 dernières campagnes) et Basse Pointe – Socco Gradis.

En tout état de cause, pour la masse d'eau Nord, des dépassements du seuil DCE ne peuvent être exclus dans les prochaines années en raison de l'inertie des masses d'eau souterraine (stock probablement en cours de migration dans la zone non saturée).

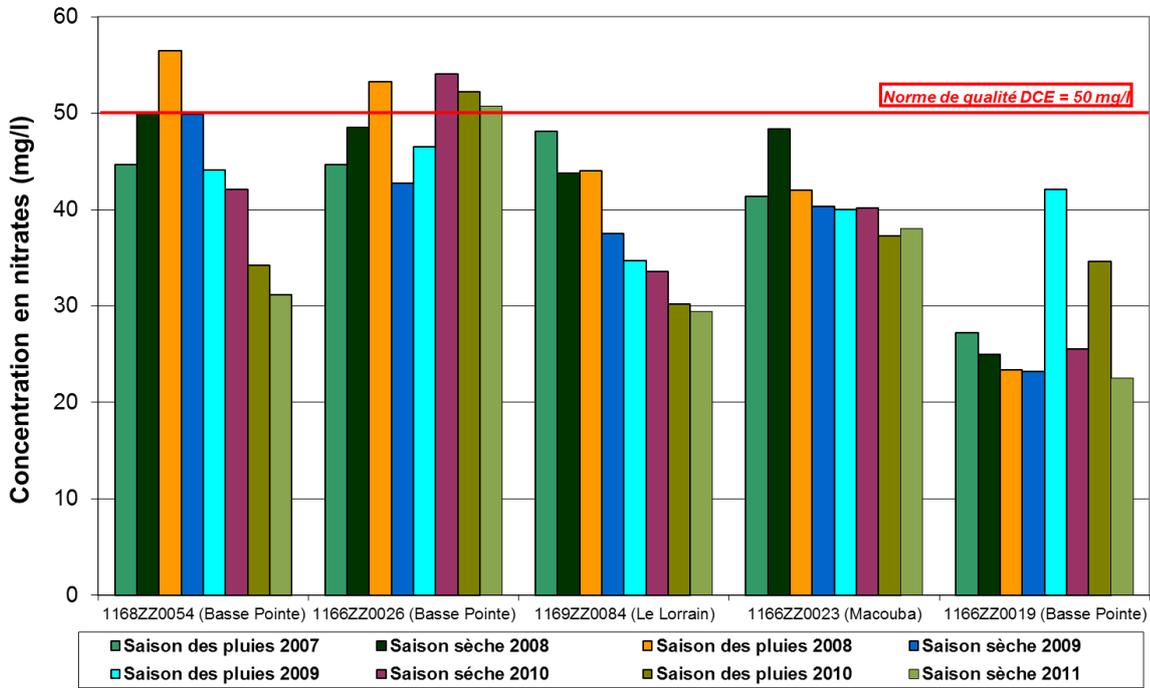


Illustration 14 : Évolution des teneurs en nitrates sur les 5 sites les plus impactés, depuis 2006

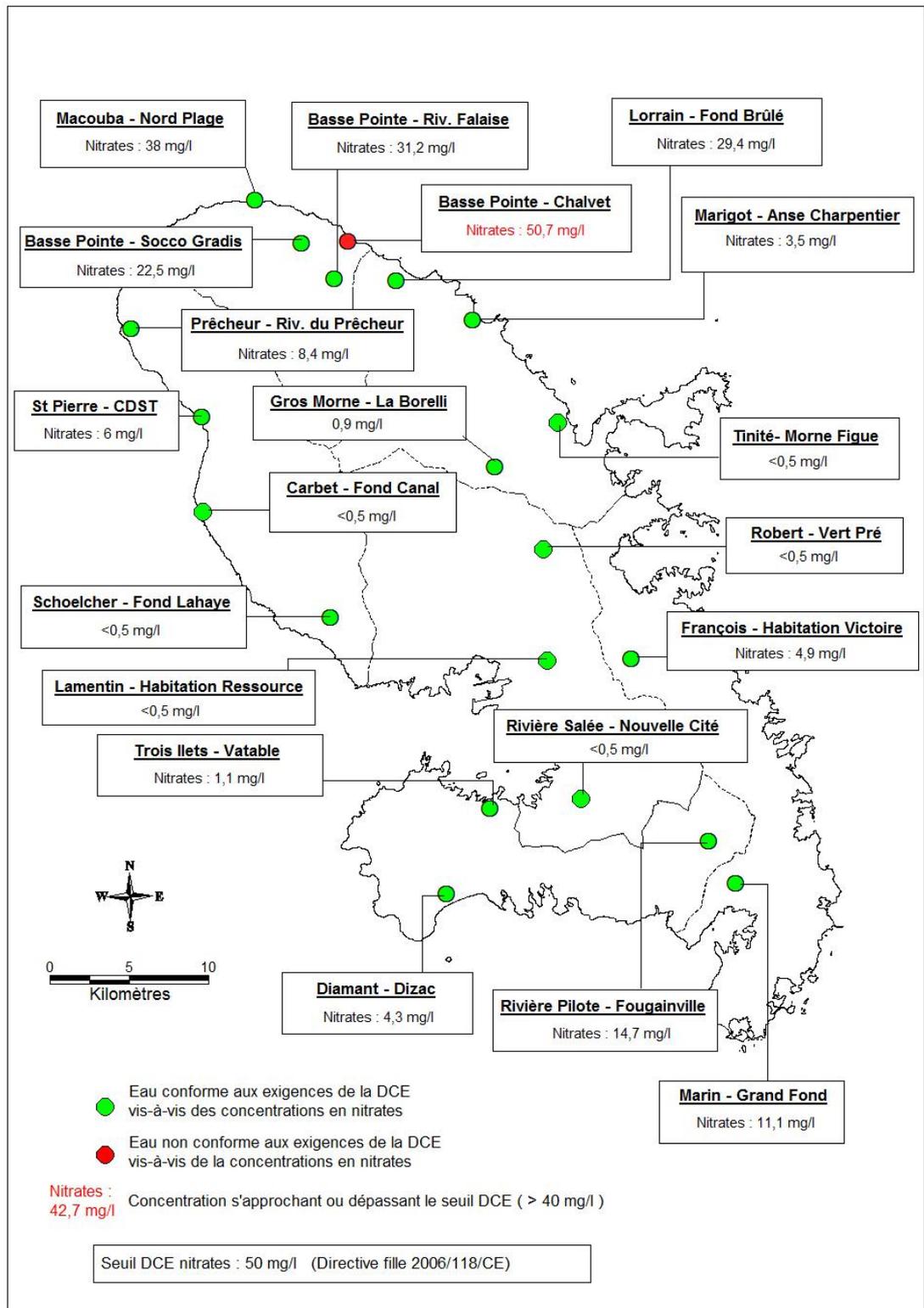


Illustration 15 : Concentrations en nitrates en saison sèche 2011

3.2.2. Produits phytosanitaires

Résultats en saison sèche 2011

L'ensemble des produits phytosanitaires détectés en saison sèche 2011, ainsi que leurs concentrations sont reportés sur l'illustration 16.

Sur les 20 stations du réseau, 15 montrent des concentrations en produits phytosanitaires qui ne sont pas conformes aux exigences de la DCE (soit 75 % des stations). Seules les stations de Marin – Grand Fond et de Trois Ilets - Vatable n'ont révélé aucune quantification de produits phytosanitaires.

On recense au total 78 quantifications de substances actives de produits phytosanitaires. Parmi elles, 28 ont des concentrations supérieures au seuil DCE pour la molécule.

Les molécules les plus détectées sont, par ordre décroissant, la **chlordécone** (15 stations), le **beta HCH** (15 stations), le **tebuconazole** (8 stations) la **dieldrine** (6 stations), la **chlordécone 5B hydro** (5 stations).

Le **tebuconazole**, retrouvé sur 8 stations, est une molécule qui n'avait pas été détectée auparavant. Il faut noter que son seuil de détection a été abaissé à 0,005 µg/l alors qu'il était de 0,01 µg/l depuis 2008. La molécule **2,4 DDD** recherchée depuis 2006 a été détectée pour la première fois sur 2 stations (Basse Pointe – Chalvet et Carbet – Fond Canal) malgré un seuil de détection identique à ceux des années précédentes. L'**asulam** nouvellement recherchée depuis la saison sèche 2010 a été détectée sur deux stations en saison des pluies 2010 et sur une station en saison sèche 2011 (Saint Pierre – CDST).

La molécule **métalaxyl**, nouvellement recherchée depuis la saison des pluies 2010 a été retrouvée sur Chalvet à une concentration de 0,172 µg/l correspondant donc un dépassement de la valeur seuil (comme ça avait été le cas en saison de pluies 2010).

Exceptée 1 valeur, toutes les quantifications de chlordécone sont à des concentrations supérieures au seuil DCE (0,1 µg/l), contre 4 seulement pour le beta HCH (0,1 µg/l), 3 pour la chlordécone 5B hydro et le bromacil (0,1 µg/l) et 2 pour la dieldrine (0,03 µg/l). Les concentrations maximales en chlordécone et en beta HCH ont été mesurées au Lorrain – Fond Brûlé (1169ZZ0084) avec respectivement 14,9 µg/l et 4,84 µg/l et à la source Basse Pointe - Socco Gradis (1166ZZ0019) avec respectivement 3,67 µg/l et 3,88 µg/l.

Sur 9 des 20 stations, le seuil de 0,5 µg/l pour la somme des concentrations en produits phytosanitaires est dépassé (cf. Annexe 5). Plusieurs stations (6) respectent la double exigence de la DCE (celle liée à chaque molécule et celle liée à la somme des concentrations) : Marin – Grand Fond, Trois Ilets – Vatable, Prêcheur – Rivière du Prêcheur, Saint-Pierre – CDST, Carbet – Fond Canal et Gros Morne – La Borelli (cf. Illustration 19).

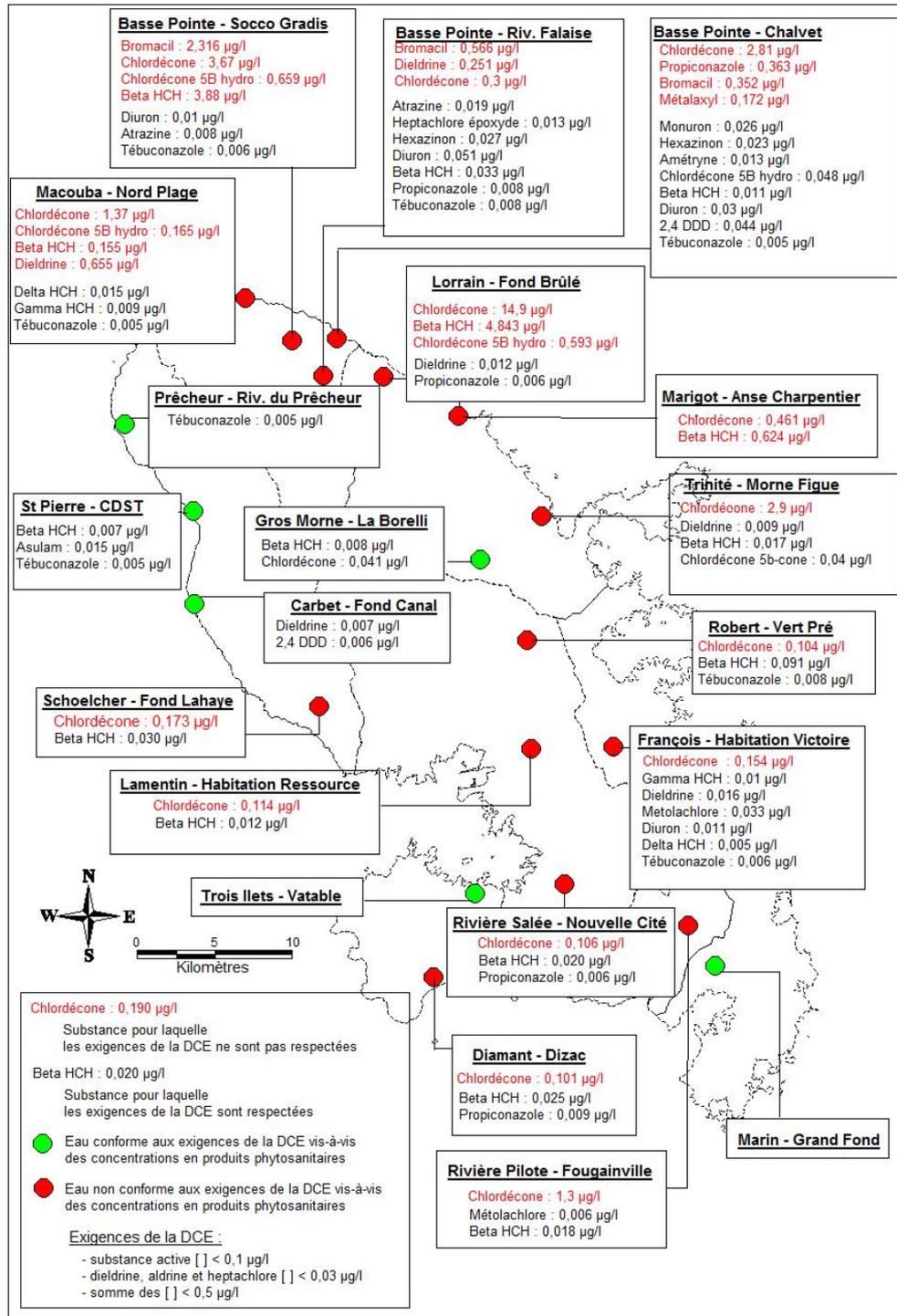


Illustration 16 : Produits phytosanitaires quantifiés en saison sèche 2011

Évolution depuis le début du contrôle de surveillance de la qualité des eaux souterraines en Martinique (depuis 2007)

Un tableau de synthèse présentant les nombres de quantifications des principales substances actives des produits phytosanitaires est reporté en Annexe 2.

Le nombre total de quantifications des principales substances actives phytosanitaires augmente de façon très significative lors de la saison des pluies 2008 (de 38 à 64). Cette augmentation s'explique en partie par la diminution des limites de quantification d'un bon nombre de substances entre la saison sèche et la saison des pluies 2008. Un record de quantification est atteint en saison des pluies 2010 avec 86 quantifications. Ceci est à relier au fait d'un plus grand nombre de stations prélevées (21 au lieu de 20) et d'un plus grand nombre de molécules recherchées (170 au lieu de 142).

Depuis la saison des pluies 2009, le nombre total de quantification se stabilise aux alentours de 80 (78 en saison sèche 2011).

En revanche, la raison de l'augmentation du nombre de quantifications de la chlordécone entre la saison sèche 2008 et la saison des pluies 2008 n'est pas certaine, sa limite de quantification étant restée la même (0,1 µg/l). Elle est passée à 0,03 µg/l à partir de la saison sèche 2010. Le nombre de quantification en saison sèche 2011 est moins élevé que pour l'année 2010 (on passe de 17 à 15). Seules les eaux du forage de Carbet – Fond Canal n'ont jamais révélé une contamination par la chlordécone.

Sur la quasi-totalité des stations (16 sur 20), les concentrations en chlordécone mesurées sont inférieures aux deux prélèvements de l'année 2010.

Le nombre de quantifications de la chlordécone 5B hydro (métabolite de la chlordécone) est de 5 en saison sèche 2011. Le nombre de quantification était de 9 en saison des pluies 2010 et de 4 en saison sèche 2010.

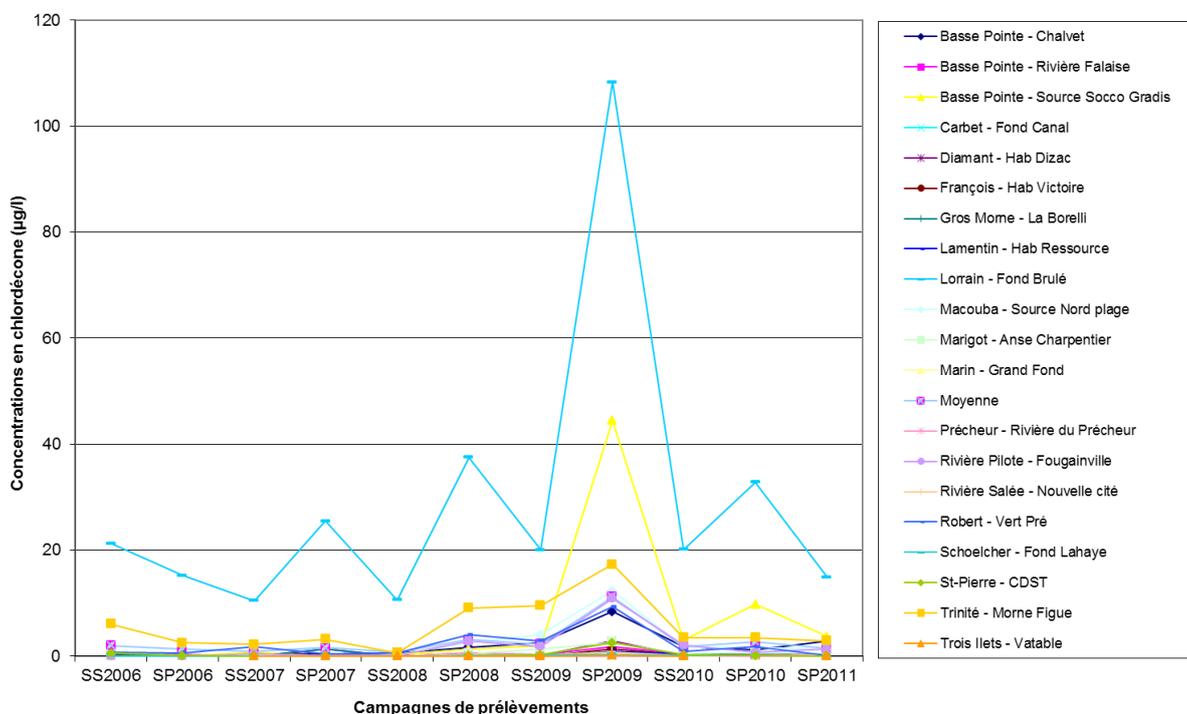


Illustration 17 : Évolution des concentrations en chlordécone depuis 2006

Le beta HCH montre un nombre de 15 détections pour la saison sèche 2011. Depuis la saison sèche 2009, le nombre de détection semble relativement stable et oscille entre 14 et 16.

La station du Lorrain – Fond Brulé, la plus impactée par la contamination en beta HCH, montre cette année une concentration minimale depuis le début du suivi (depuis la saison sèche 2006), soit une concentration de 4,84 µg/l. La concentration mesurée sur la station de Basse Pointe – Socco Gradis (3,88 µg/l), est bien inférieure aux concentrations mesurées en saison des pluies 2009 et saison des pluies 2010 (respectivement 11,02 µg/l et 12,81 µg/l) et du même ordre de grandeur que la concentration mesurée en saison sèche 2010 (1,4 µg/l) (voir illustration 18).

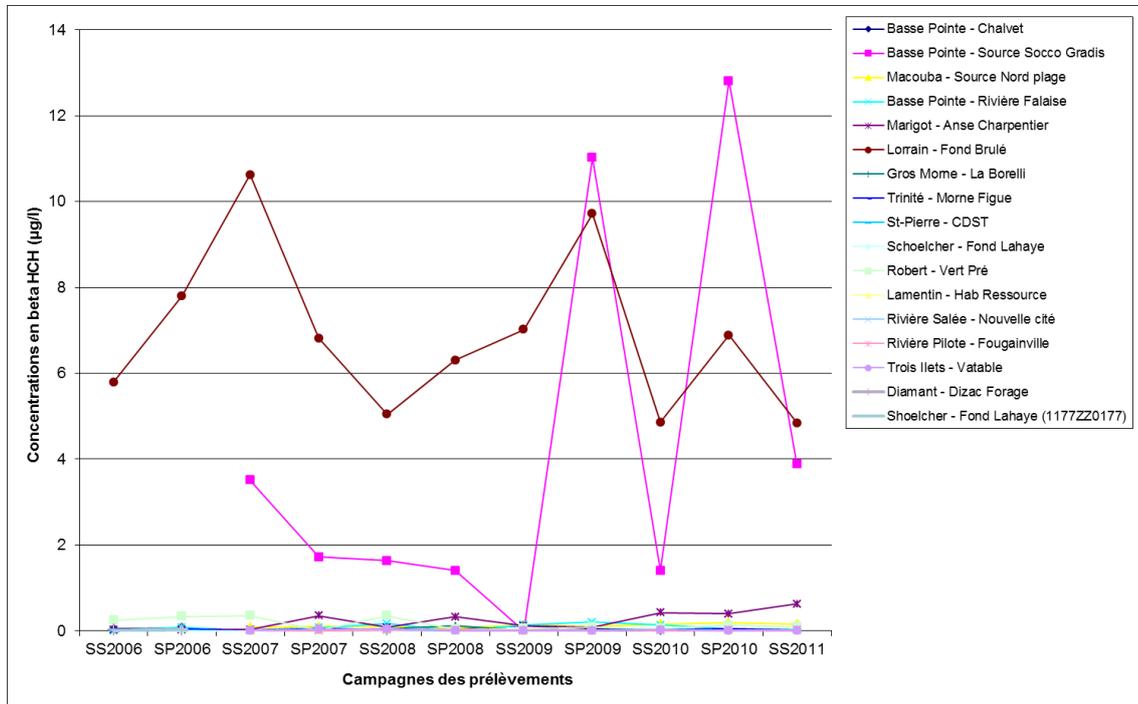


Illustration 18 : Évolution des concentrations en beta HCH depuis 2006

Le nombre de quantifications du diuron est de 4 pour la saison sèche 2011, ce qui confirme une tendance à la stabilisation (entre 4 et 5 détections depuis la saison des pluies 2009) après une constante augmentation observée lors des campagnes antérieures (2 quantifications en saison sèche 2008, 4 en saison des pluies 2008, puis 9 en saison sèche 2009). Cette évolution des quantifications (pic en avril 2009) pourrait être liée à l'interdiction de la molécule depuis décembre 2008.

L'état des masses d'eau est ensuite déterminé selon la méthodologie présentée au paragraphe 2.3.2 (« Enquête appropriée »).

Les résultats pour la saison sèche 2011 sont présentés sur l'illustration 20.

Pour chacune des masses d'eau, la surface dégradée (test des 20%) est évaluée jusqu'alors à partir des cartes de risques élaborées dans le cadre du SIESMAR (Système d'Information sur les Eaux Souterraines de la MARTinique - Rapport BRGM/RP-56242-FR) et « SIG Chlordécone » élaboré par le BRGM pour le compte de la DAAF (Desprats, 2010). Le SIESMAR permet de préciser l'étendue supposée des eaux souterraines polluées par les intrants agricoles (dénommée surface dégradée par la DCE), sur la base de la sole agricole fournie par l'ASP (Agence de Services et de Paiement). L'illustration 21 fournit une représentation cartographique de ces zones à risques. Rapporté au bassin en entier, seul 20% du territoire est soumis à un risque de pollution anthropique moyen à fort.

La surface supposée dégradée de la masse d'eau Centre initialement évaluée à 19% de la superficie totale de la masse d'eau a été revue à la hausse à l'issue de la campagne SP2010 sur la base du SIG chlordécone (BRGM/RP-60014-FR).

De façon beaucoup plus nette, les masses d'eau Nord et Nord Atlantique sont également concernées par plus de 20 % de superficies supposées dégradées.

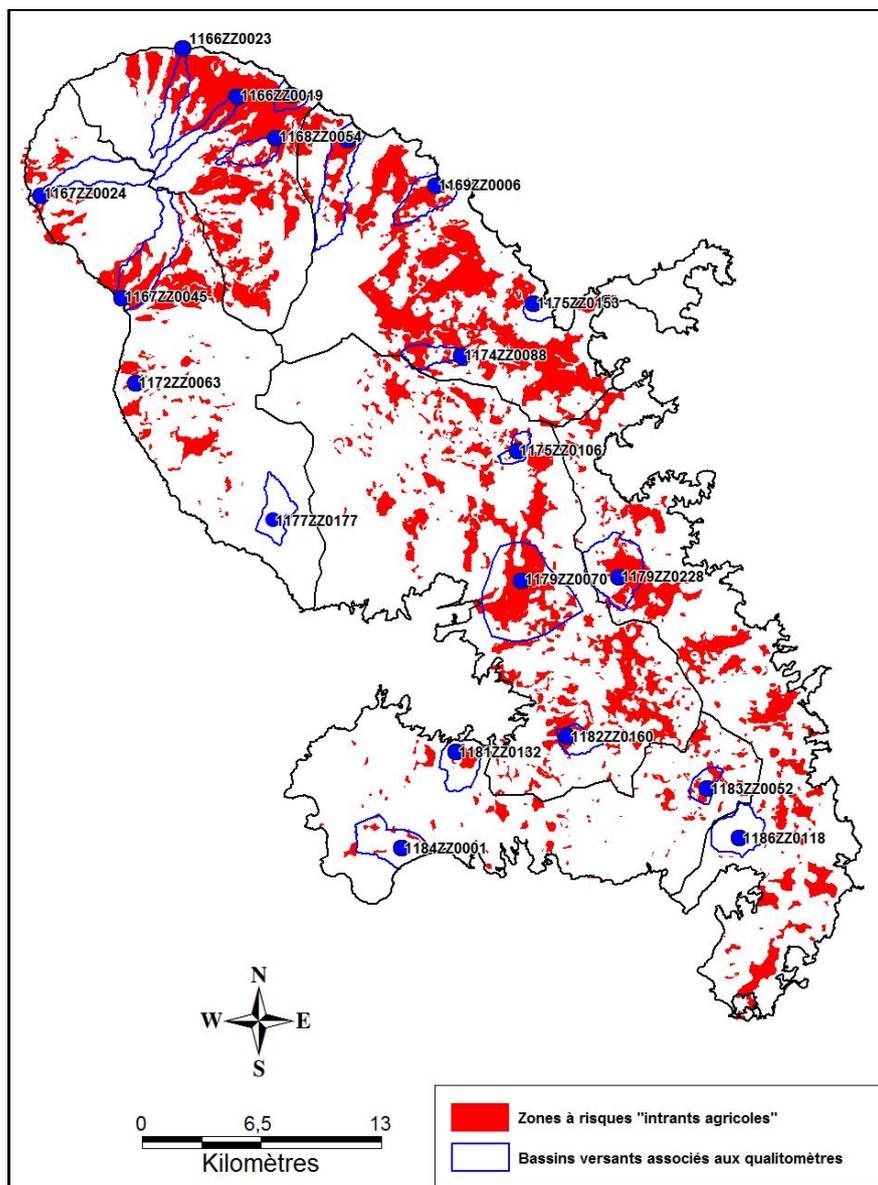
Les tendances de la contamination des captages AEP n'ont pas été prises en compte dans l'enquête appropriée, car les résultats d'analyse récents ne sont pas encore disponibles sous ADES. Seule la présence ou non de captages dans la zone dégradée à l'instant présent l'a été.

L'état actuel des connaissances ne permet pas de répondre aux deux tests de l' « enquête appropriée » relatifs à l'incidence sur les eaux superficielles et les écosystèmes associés.

C'est la raison pour laquelle, le niveau de confiance de l'évaluation est faible. Par conséquent, l'évaluation de l'état des masses d'eau est ici donnée à titre indicatif et ne pourra être précisée qu'avec une amélioration des connaissances, en particulier pour ce qui concerne l'impact sur la distribution d'eau potable et les relations eaux souterraines – eaux superficielles.

Masse d'eau	Superficie Masse d'eau, en km²	Nb points supérieurs aux valeurs seuils	Existe-t-il au moins 1 point supérieur aux valeurs seuils ?	Paramètres dépassants	Surface dégradée supérieure à 20% de la surf de la MESO	Présence d'un capage AEP > 10 m/jour dans la zone dégradée	Si AEP nécessité d'un traitement supplémentaire excessif	Usages humains compromis	Incidence sur les écosystèmes associés	Incidence sur les écosystèmes associés	Intrusion saline anthropique observée	Niveau de confiance de l'évaluation	Etat de la Masse d'eau
Nord - FRJG201	115	4/4	Oui	Pesticides et nitrates	Oui	Oui	Oui	Oui	?	?	non	faible	Nord - FRJG201
Nord Atlantique - FRJG202	175	3/4	Oui	Pesticides	Oui	Oui	Non	Oui	?	?	non	faible	Nord Atlantique - FRJG202
Nord Caraïbes - FRJG203	174	1/4	Oui	Pesticides	Non	Oui	Non	Non	?	?	non	faible	Nord Caraïbes - FRJG203 *
Centre - FRJG204	286	3/3	Oui	Pesticides	Oui	Non	Non	Oui	?	?	non	faible	Centre - FRJG204 *
Sud Atlantique - FRJG205	180	1/2	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	non	faible	Sud Atlantique - FRJG205 *
Sud Caraïbes - FRJG206	151	2/3	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	Double au Diamant	faible	Sud Caraïbes - FRJG206 *
<i>Evaluation établie selon les critères définis dans la note méthodologique générale transmise par la DIREN en juin 2007</i>													
* Si la masse d'eau est en "bon état" mais que des points de mesure sont en "mauvais état", des mesures doivent être mises en place pour améliorer la qualité de l'eau en ces points (Article 4.5 de la "GWD" = Directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006)													
? Manque de connaissances													

Illustration 20 : "Enquête appropriée" et état des masses d'eau en saison sèche 2011



Masse d'eau	% de zone à risque moyen à fort (intrant agricoles hiérarchisés)	% de zone à risque moyen à fort (intrant agricoles non hiérarchisés)
Nord - FRJG201	27%	37%
Nord Atlantique - FRJG202	18%	34%
Nord Caraïbes - FRJG203	9%	13%
Centre - FRJG204	16%	19%
Sud Atlantique - FRJG205	7%	19%
Sud Caraïbes - FRJG206	1%	6%

Illustration 21 : Carte de risque de contamination des eaux souterraines par les intrants agricoles et pourcentage des superficies concernées par masse d'eau (avec et sans hiérarchisation de la pression associée à chaque type de culture)

Sur 2 des 6 masses d'eau, Nord (FRJG201) et Centre (FRJG204), tous les points de mesure sont en mauvais état. Sur les masses d'eau Nord Atlantique (FRJG202), et Sud Caraïbe (FRJG206) la majorité des points de mesure sont en mauvais état (respectivement 3 sur 4 et 2 sur 3). Sur la masse d'eau Sud Atlantique (FRJG205), la moitié des points de mesure est en bon état (1 sur 2). Enfin, seul un point est en mauvais état pour le Nord Caraïbe (FRJG203).

De façon préliminaire, les masses d'eau Nord, Nord Atlantique et Centre sont classées en mauvais état. Cela est dû principalement aux surfaces supposées dégradées plus importantes pour ces masses d'eau (> 20 %), ainsi qu'à la présence de captages AEP dans les zones dégradées, entraînant la nécessité de traitements. Cela n'est pas le cas pour les trois autres masses d'eau, d'où leur classement en bon état.

Il est rappelé que si la masse d'eau est en « bon état » mais que des points de mesure sont en « mauvais état », des mesures doivent être mises en place pour améliorer la qualité de l'eau dans les zones concernées.

L'illustration 22 récapitule l'état des masses d'eau souterraine en saison sèche 2011.

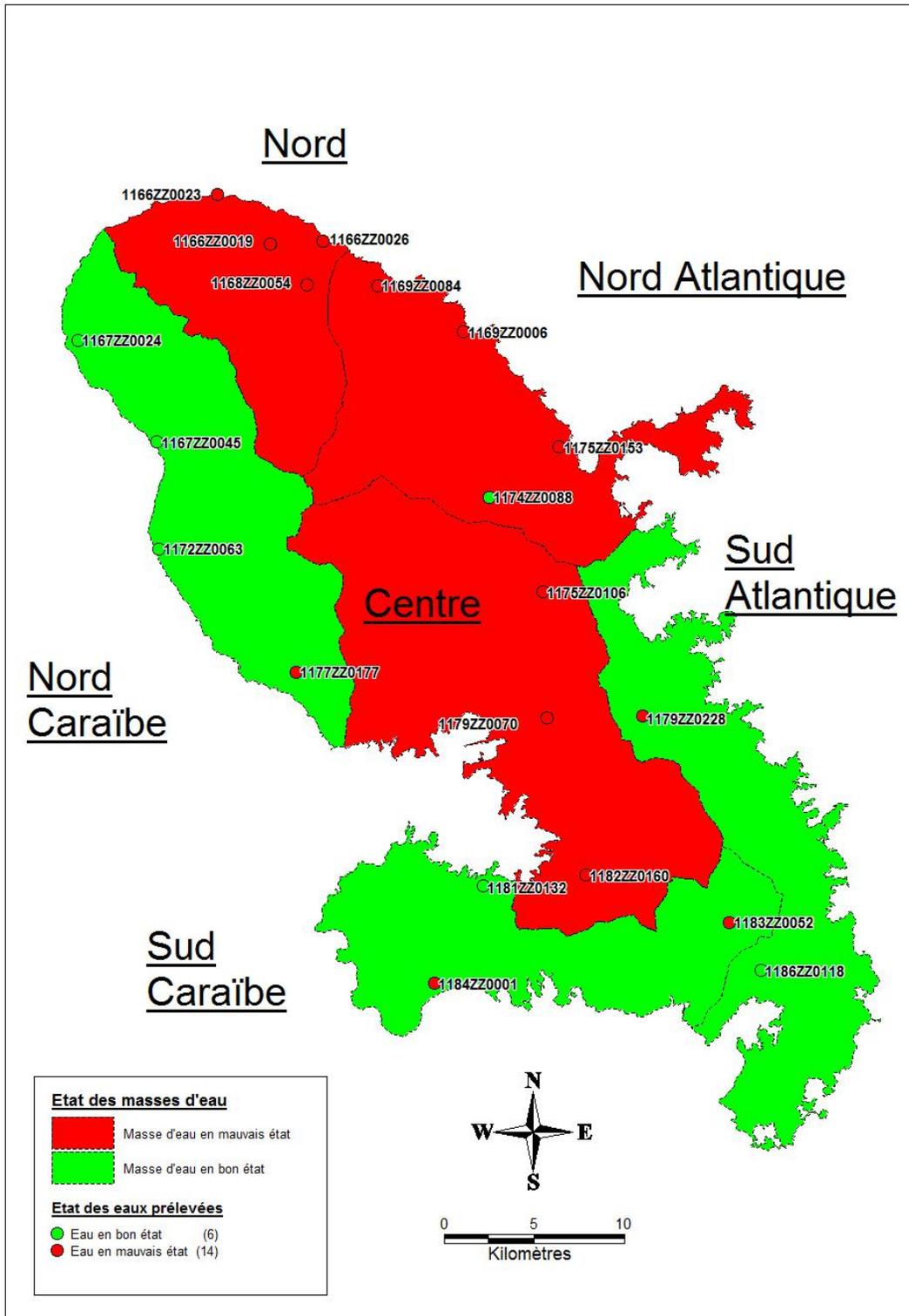


Illustration 22 : Évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine et des eaux prélevées en saison sèche 2011

Seules les stations du Prêcheur – Rivière du Prêcheur, de Carbet – Fond Canal et Trois Ilets – Vatable sont en bon état sur la période 2004 – saison sèche 2011. Toutes les autres stations sont en mauvais état.

L'état des masses d'eau peut alors être déterminé selon la méthodologie décrite au § 2.3.2. Le résultat est reporté sur l'illustration 24.

Surface d'eau	Superficie	No points	Existence d'un	Paramètres	Surface dégradée	Présence d'un	Si MEP nécessite	Usages	Incidence sur les	Incidence sur les	Intrusion	Niveau de	Etat de la Masse
d'eau	km²	supérieurs	point	débitants	de la surface de	contaminant	un aménagement	humains	écosystèmes	écosystèmes	antécédente	confiance de	d'eau
		aux	sur les	de la surface de	concernés	associés	associés	observée	l'évaluation				
		seuils	seuils ?	de la surface de	?	?	?	?	?				
Nord - FRUG201	115	4/4	Oui	Pesticides	Oui	Oui	Oui	Oui	?	?	non	faible	Nord - FRUG201
Nord Atlantique - FRUG202	175	4/4	Oui	Pesticides	Oui	Oui	Non	Oui	?	?	non	faible	Nord Atlantique - FRUG202
Nord Caraïbes - FRUG203	174	2/4	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	non	faible	Nord Caraïbes - FRUG203
Centre - FRUG204	286	3/3	Oui	Pesticides	Oui	Non	Non	Oui	?	?	non	faible	Centre - FRUG204
Sud Atlantique - FRUG205	180	2/2	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	non	faible	Sud Atlantique - FRUG205
Sud Caraïbes - FRUG206	151	2/3	Oui	Pesticides	Non	Non	Non	Non	?	?	Doute à l'avant	faible	Sud Caraïbes - FRUG206
Evaluation établie selon les critères définis dans la note méthodologique générale transmise par la DIREN en juin 2007													
* Si la masse d'eau est en "bon état" mais que des points de mesure sont en "mauvais état", des mesures doivent être mises en place pour améliorer la qualité de l'eau en ces points (Article 4.5 de la "GWD" = Directive fille 2006/118/CE du 12 décembre 2006)													
? Manque de connaissances													

Illustration 24 : "Enquête appropriée" et état des masses d'eau sur la période 2004 – saison sèche 2011

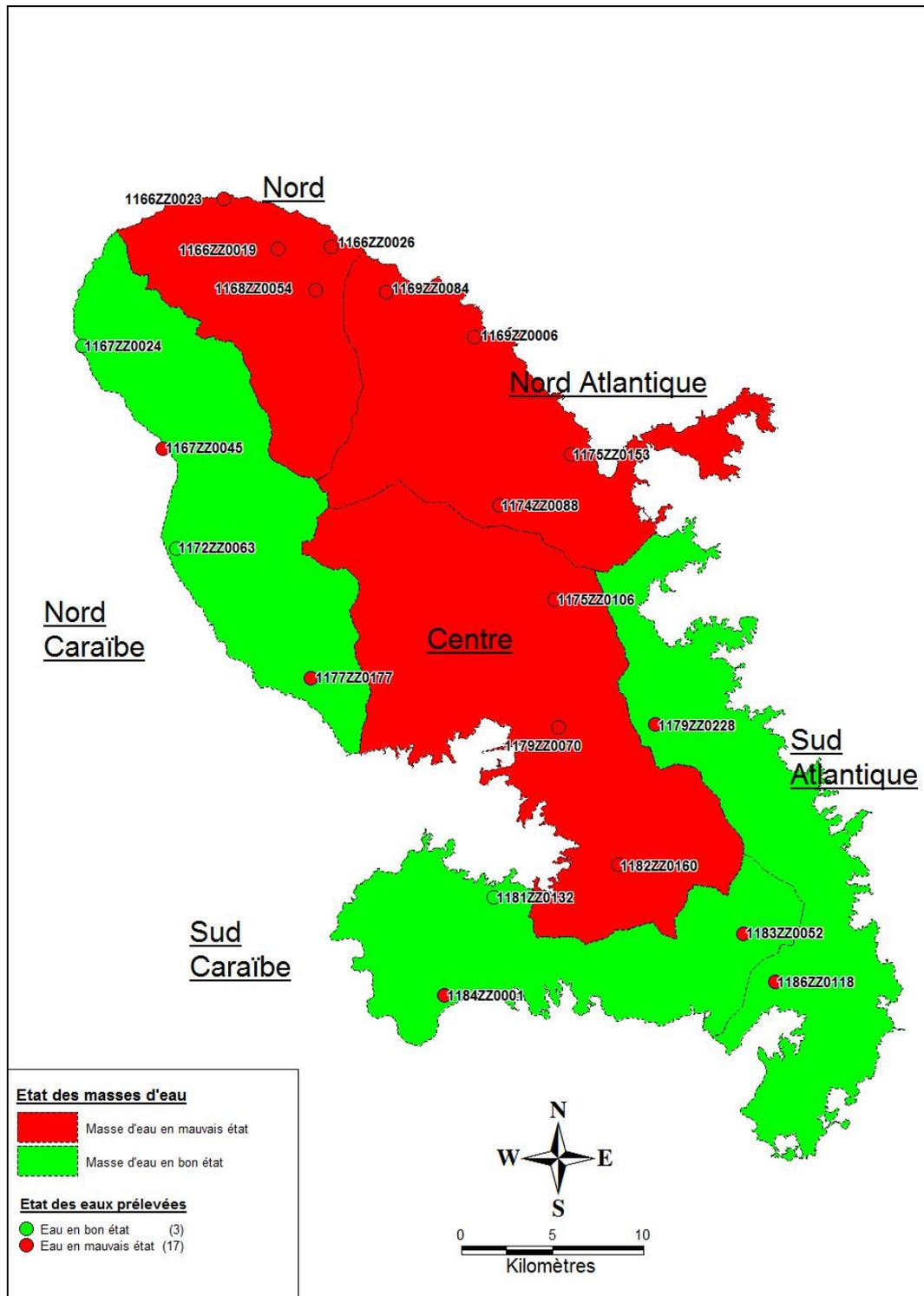


Illustration 25 : État des masses d'eau souterraine et des eaux prélevées sur la période 2004 – saison sèche 2011

Les masses d'eau Nord, Nord Atlantique, Centre et Sud Atlantique ont toutes leurs points de prélèvement en mauvais état sur la période 2004 – saison sèche 2011. Les masses d'eau Nord Caraïbe et Sud Caraïbe ont respectivement 2 points sur 4 et 1 point sur 3 en bon état.

Seules les masses d'eau Nord, Nord Atlantique et Centre sont en mauvais état. Comme pour l'état des masses d'eau en saison sèche 2011 (cf. § 3.3.1), cela est dû à la plus grande proportion de surface de la masse d'eau dégradée, et aux usages humains (AEP notamment) compromis.

Les 3 masses d'eau classées en bon état comportent cependant des points de mesure ne respectant pas les seuils DCE. Elles sont donc concernées par l'article 4.5 de la « GWD » (directive fille 2006/118/CE) qui stipule que :

« Si une masse d'eau souterraine est classifiée comme présentant un bon état chimique, [...] les États membres prennent [...] les mesures nécessaires pour protéger, sur la partie de la masse d'eau souterraine représentée par le ou les points de surveillance auxquels la valeur correspondant à une norme de qualité des eaux souterraines ou à une valeur seuil a été dépassée les écosystèmes aquatiques, les écosystèmes terrestres et l'utilisation par l'homme des eaux souterraines. »

4. Conclusions

La période de référence pour l'évaluation de l'état des masses d'eau souterraine au titre de la DCE est de six ans (durée d'un programme de surveillance). Les réseaux de suivi de l'état chimique des eaux souterraines (RCS et RCO) ne sont en place que depuis 2007 et 2008 respectivement : l'état des masses d'eau ne peut donc pas encore être évalué rigoureusement. En 2013, l'évaluation portera sur l'ensemble des données issues du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel sur la période 2007-2013.

À titre indicatif, l'état des masses d'eau a toutefois été évalué selon la méthodologie prescrite par la DCE, à partir des données disponibles. La méthodologie de détermination de l'état des masses d'eau a été appliquée aux analyses de la campagne de saison sèche 2011 uniquement, d'une part, et aux analyses disponibles sur la période 2004-2011, d'autre part. Ces états permettent d'ores et déjà de mettre en évidence des problématiques, mais n'ont pas valeur d'états au titre de la DCE.

Par ailleurs, l'évaluation de l'état des masses d'eau prend en compte les influences de certains phénomènes pour lesquels la connaissance en Martinique n'est pas suffisante pour se prononcer, telles que les relations entre les eaux souterraines et les eaux de surface ou encore les écosystèmes associés.

Le niveau de confiance de l'évaluation proposée est, par conséquent, faible.

Les paramètres « à risque » en Martinique sont les nitrates et les pesticides.

La concentration en nitrates mesurée sur Basse Pointe – Chalvet dépasse le seuil DCE de 50 mg/l avec 50,7 mg/l. Cela avait déjà été le cas lors de la saison des pluies 2008, de la saison sèche 2010 et de la saison des pluies 2010. Les concentrations restent proches du seuil pour les 2 autres stations du Nord (entre 30 et 40 mg/l). Compte tenu de l'inertie des masses d'eau souterraine, et bien que les tendances de 3 des 5 stations les plus contaminées soient à la baisse, des dépassements de ce seuil ne sont pas à exclure dans les prochaines années.

En saison sèche 2011, sur les 20 stations du réseau, 14 montrent des concentrations en produits phytosanitaires qui ne sont pas conformes aux exigences de la DCE. Ces dernières sont toutes concernées par une contamination à la chlordécone. Il est à signaler que la plupart des molécules déclassantes ne sont plus utilisées aujourd'hui (chlordécone, beta HCH, diuron, dieldrine, bromacil).

La molécule propiconazole recherchée depuis 2006 a été détectée pour la première fois sur 8 stations du réseau. Un abaissement de son seuil de détection de 0,01 µg/l à 0,005 µg/l en est sans doute la cause.

Le seuil DCE pour la somme des concentrations des produits phytosanitaires est défini à 0,5 µg/l. En saison sèche 2011, 9 stations sur 20 sont concernées par un

dépassement de ce seuil. La moyenne des sommes des concentrations pour période 2004-SS2011 montrent un dépassement du seuil pour 10 stations sur 20.

L'évaluation préliminaire de l'état des masses d'eau est la même en saison sèche 2011 et sur la période 2004 - saison sèche 2011 : les masses d'eau Nord (FRJG201), Nord Atlantique (FRJG202) et Centre (FRJG204) seraient en mauvais état. L'exploitation des données du « SIG Chlordécone » a mis en évidence une sous-estimation de la surface supposée dégradée par cette molécule pour la masse d'eau Centre, ce qui a entraîné son déclassement (3 points sur 3 en mauvais état).

Les trois autres masses d'eau présentent toutefois des stations en mauvais état, et sont donc concernées par l'article 4.5 de la « GWD » (directive fille 2006/118/CE) qui stipule que des mesures doivent être prises « pour protéger, sur la partie de la masse d'eau souterraine représentée par le ou les points de surveillance auxquels la valeur correspondant à une norme de qualité des eaux souterraines ou à une valeur seuil a été dépassée les écosystèmes aquatiques, les écosystèmes terrestres et l'utilisation par l'homme des eaux souterraines ».

Les masses d'eau seraient en bon état malgré le grand nombre de stations dépassant un seuil DCE, car les zones concernées par la dégradation représentent moins de 20 % des aires des masses d'eau.

Masse d'eau	Code SANDRE du point de prélèvement	Commune	Lieu dit	Paramètres déclassants sur la période 2004-2010	Moyenne des sommes des concentrations en phytosanitaire 2004-SS 2011
Nord - FRJG201	1166ZZ0026	Basse Pointe	Chalvet	chlordécone, propiconazole, bromacil, diuron, dieldrine, monuron, métalaxyl, nitrates	4,31
	1166ZZ0019	Basse Pointe	Source Socco Gradis	chlordécone, chlordécone 5B hydro, beta HCH, bromacil	14,81
	1166ZZ0023	Macouba	Source Nord Plage	chlordécone, chlordécone 5B hydro, beta HCH, dieldrine	3,31
	1168ZZ0054	Basse Pointe	Rivière Falaise	chlordécone, hexazinon, bromacil, dieldrine	2,42
Nord Atlantique - FRJG202	1169ZZ0006	Marigot	Anse Charpentier	chlordécone, beta HCH, Delta HCH	0,86
	1169ZZ0084	Lorrain	Fond Brulé	chlordécone, chlordécone 5B hydro, beta HCH, bromacil, AMPA	34,74
	1174ZZ0088	Gros Morne	La Borelli	chlordécone, carbendazime	0,34
	1175ZZ0153	Trinité	Morne Figue	chlordécone	4,32
Nord Caraïbes - FRJG203	1167ZZ0045	St Pierre	CDST	chlordécone	0,39
	1177ZZ0177	Schoelcher	Fond Lahaye	chlordécone	0,16
	1167ZZ0024	Prêcheur	Rivière du Prêcheur	-	0,04
	1172ZZ0063	Carbet	Fond Canal	-	0,03
Centre - FRJG204	1175ZZ0106	Robert	Vert Pré	chlordécone, beta HCH	2,08
	1179ZZ0070	Lamentin	Habitation Ressource	chlordécone	0,64
	1182ZZ0160	Rivière salée	Nouvelle cité	chlordécone	0,20
Sud Atlantique - FRJG205	1186ZZ0118	Marin	Grand Fond	glyphosate	0,18
	1179ZZ0228	François	Habitation Victoire	chlordécone, diuron	0,46
Sud Caraïbes - FRJG206	1183ZZ0052	Rivière Pilote	Fougainville	chlordécone	2,04
	1181ZZ0132	Trois Ilets	Vatable	-	0,08
	1184ZZ0001	Diamant	Habitation Dizac	chlordécone	0,40

Enfin, l'évaluation devra être finalisée (ou complétée) avec l'amélioration de la connaissance sur les relations entre les eaux souterraines et les eaux de surface notamment et pourra être affinée par les résultats d'analyses des AEP concernés.

5. Bibliographie

RAPPORTS BRGM

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

Arnaud L., Wiart N. (2010) – Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2010. Evaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine. Rapport BRGM/RP-59336-FR.

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

Arnaud L., Vincent B. (2010). Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – Rapport annuel 2009. Rapport BRGM/RP-59159-FR.

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.

Comte J-P., Charguéron C., Négrel Ph. (2004) –. Qualité des eaux souterraines de Martinique : état de référence pour un réseau de surveillance. Rapport BRGM/RP-52997-FR.

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

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.

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.

Leclerc B. (2010) – Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique – saison sèche 2009. Evaluation préliminaire de l'état des masses d'eau souterraine. Rapport BRGM/RP-57601-FR.

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

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.

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.

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.

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

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

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.

OUVRAGES TECHNIQUES

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

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

Index Phytosanitaire Acta (2005).

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

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

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

DOCUMENTS MÉTHODOLOGIQUES du groupe national DCE eaux souterraines

PROCEDURE D'ÉVALUATION DU BON ETAT CHIMIQUE DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE, Version 3 – 17 juillet 2009.

SDAGE – Eléments méthodologiques pour le rapport de synthèse relatif aux eaux souterraines - Mise à jour le 22 avril 2009.

TEXTES RÉGLEMENTAIRES

ARRETE 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.

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

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

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

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

ARRÊTÉ du 29 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R.212-22 du code de l'environnement.

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.

CIS guidance document n°18, « Groundwater status and trend assessment »

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

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

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

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

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

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

Annexe 1

Paramètres analysés

	Code SANDRE	Pesticides organochlorés (POC) - extraction liquide/liquide et analyse par GC/ECD	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
1	1143	2,4 DDD	0,005
2	1145	2,4 DDE	0,005
3	1147	2,4 DDT	0,005
4	1144	4,4' DDD	0,005
5	1146	4,4' DDE	0,005
6	1148	4,4' DDT	0,005
7	1103	Aldrine	0,005
8	1200	alpha HCH	0,005
9	1201	beta HCH	0,005
10	1202	delta HCH	0,005
11	1173	Dieldrine	0,005
12	1178	Endosulfan I	0,005
13	1179	Endosulfan II	0,005
14	1742	Endosulfan sulfate	0,005
15	1181	Endrine	0,005
16	2046	epsilon HCH	0,005
17	1203	gamma HCH (lindane)	0,005
18	1197	Heptachlore	0,005
19	1749+1748	Heptachlore époxyde cis+trans	0,005
20	1199	Hexachlorobenzène	0,005
21	1511	Méthoxychlore	0,005
	Code SANDRE	Pesticides organophosphorés (POP) - extraction liquide/liquide et analyse par GC/MS	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
22	1863	Cadusafos	0,05
23	1464	Chlorfenvinphos	0,05
24	1083	Chlorpyriphos éthyl	0,05
25	1540	Chlorpyriphos méthyl	0,05
26	1157	Diazinon	0,05
27	1170	Dichlorvos	0,05
28	1492	Disulfoton	0,05
29	1495	Ethoprophos	0,05
30	1499	Fénamiphos	0,05
31	1187	Fénitrothion	0,05
32	1190	Fenthion	0,05
33	1210	Malathion	0,05
34	1232	Parathion éthyl	0,05
35	1233	Parathion méthyl	0,05
36	1898	Temephos	0,01
	Code SANDRE	Polychlorobiphényles (PCB) - extraction liquide/liquide et analyse par GC/ECD	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
37	1242	PCB Congénère 101	0,005
38	1243	PCB Congénère 118	0,005
39	1244	PCB Congénère 138	0,005
40	1245	PCB Congénère 153	0,005
41	1246	PCB Congénère 180	0,005
42	1625	PCB Congénère 194	0,005
43	1239	PCB Congénère 28	0,005
44	1241	PCB Congénère 52	0,005

	Code SANDRE	Phytosanitaires extractibles en milieu acide - extraction liquide/liquide et analyse par HPLC/MS-MS	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
45	1264	2,4,5-T	0,01
46	1141	2,4,D	0,01
47	1113	Bentazone	0,01
48	1125	Bromoxynil	0,02
49	1480	Dicamba	0,02
50	1169	Dichlorprop	0,02
51	1176	Dinoterb	0,02
52	1205	loxynil	0,02
53	1212	MCPA	0,01
54	1214	Mécoprop	0,01
55	1797	Métsulfuron Méthyle	0,02
56	1882	Nicosulfuron	0,01
57	1288	Trichlopyr	0,01
	Code SANDRE	Phytosanitaires - extraction liquide/liquide et analyse par GC/MS	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
58	1866	Chlordécone	0,03
59	6577	Chlordecone 5b-hydro	0,03
	Code SANDRE	Chlorophénols - extraction et dérivatisation et analyse par GC/MS	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
60	1253	Prochloraze	0,005
61	1235	Pentachlorophénol	0,1
	Code SANDRE	Phytosanitaires extractibles en milieu neutre - extraction SPE et analyse par HPLC/MS-MS	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
62	1903	Acétochlore	0,005
63	1101	Alachlore	0,005
64	1104	Amétryne	0,005
65	1107	Atrazine	0,005
66	1686	Bromacil	0,01
67	1129	Carbendazime	0,02
68	1805	Carbofuran-3 hydroxy	0,01
69	1136	Chlortoluron	0,005
70	1137	Cyanazine	0,005
71	1155	Desmétryne	0,005
72	1905	Difenoconazole	0,005
73	1177	Diuron	0,01
74	1189	Fenpropimorphe	0,005
75	1404	Fluazifop-p-butyl	0,01
76	1194	Fluzilazole	0,005
77	2744	Fosthiazate	0,01
78	1405	Hexaconazole	0,005
79	1673	Hexazinon	0,005
80	1954	Hydroxyterbutylazine	0,01
81	1704	Imazalil	0,005
82	1911	Imazaméthabenz methyl	0,005
83	1208	Isoproturon	0,005
84	2738	Isoproturon-1CH3	0,005
85	2847	Isoproturon-2CH3	0,01

	Code SANDRE	Phytosanitaires extractibles en milieu neutre - extraction liquide/liquide et analyse par HPLC/MS-MS	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
133	1102	Aldicarbe	0,01
134	1529	Bitertanol	0,005
135	1130	Carbofuran	0,01
136	1676	Flufenoxuron	0,01
137	1675	Flurochloridone	0,05
138	1218	Méthomyl	0,01
139	1850	Oxamyl	0,01
	Code SANDRE	Phytosanitaires dérivation FMOC (9-Fluorenylmethyloxycarbonyl) et analyse LC/Fluorimétrie	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
140	1907	AMPA	0,025
141	1506	Glyphosate	0,025
	Code SANDRE	Autres	Limite de quantification en saison sèche 2011 (µg/l)
142	1529	Bitertanol	0,01
Méthode :			
	GC/ECD	Chromatographie en Phase Gazeuse couplé à un Détecteur à Capteur d'Electron	
	GC/MS	Chromatographie en Phase Gazeuse couplé à la Spectométrie de Masse	
	HPLC/MS-MS	Chromatographie Liquide Haute Performance couplé à un Spectromètre de Masse	
	SPE	Extraction en Phase Solide	

Molécules exceptionnellement recherchées en saison sèche 2011 :

Code SANDRE	Molécule	Limite de quantification (µg/l)
1965	Asulam	0,01
1515	Métobromuron	0,005

Annexe 2

Nombre de quantifications des principales substances actives des produits phytosanitaires lors des campagnes 2007 à 2011

Type	Molécules	Date d'interdiction	Saison sèche 2007		Saison des pluies 2007		Saison sèche 2008		Saison des pluies 2008		Saison sèche 2009		Saison des pluies 2009		Saison sèche 2010		Saison des pluies 2010		Saison sèche 2011			
			Nb. Détection (19 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total	Nb Détection (21 sites)	Total	Nb Détection (20 sites)	Total												
Insecticides	Asulam				6	6	15	15	18	18	17	17	2	2	17	17	1	1	15	15		
	Chlordane	1983	8	8	6	6	5	5	6	6	7	7	0	0	9	9	6	6	0	0		
	Dieldrine	1994	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2,4 DDD		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Heptachlore-époxyde		4	4	2	2	3	3	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	5	5	0	0
	Méthoxychlore			25	29	32	36	40	42	53	53	42	42	53	53	53	53	53	53	53	53	
	alpha HCH																					
	beta HCH	1988	7	7	16	16	14	14	0	0	2	2	0	0	14	14	15	15	15	15	15	
	delta HCH		1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	4	4	2	2	2	2	2	
	epsilon HCH																					
gamma HCH		1	1	1	1	0	0	2	2	2	2	0	0	5	5	2	2	2	2	2		
Herbicides	Anéthryne	2002																				
	Bromacil	2003	2	2	3	3	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	1	1	3	3		
	Diflufenican	2006	1	1	1	1	2	2	4	4	9	9	4	4	5	5	4	4	4	4		
	Hexazinon		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2		
	Monuron	autorisé	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
	Métolachlore	2003	0	0	1	1	0	0	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2		
	Glyphosate	autorisé	5	5	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2		
	Linuron		3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Monolinuron	2000	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Alazine	2003	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	0	0	2	2	2	2	2	2		
	Méthabenzthiazuron	2009																				
	Tebuuthiazuron	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Pronoxazole	autorisé	0	0	1	1	0	0	4	4	3	3	1	1	4	4	5	5	5	5		
	Carbendazime	autorisé	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
	Métalaxyl	???																				
Tebuconazole		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Fongicides	AMPA	autorisé	5	5	2	2	0	0	3	3	1	1	0	0	1	1	1	1	8	8		
	Déséthylbenzazolin	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Désoxypropylazirine	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Désoxypropylazirine	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Chlordane 5B hydro	1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL			45	41	38	64	70	68	79	86	78	86	78	86	78	86	78	86	78	86		

Annexe 3

Calcul par station des moyennes pluriannuelles des concentrations en nitrates

Annexe 4

Calcul par station des moyennes pluriannuelles des concentrations en produits phytosanitaires

Contrôle de surveillance et contrôle opérationnel de la qualité des masses d'eau souterraine de la Martinique : saison sèche 2011

Masse d'eau	Superficie Masse d'eau, en km²	n° BSS	Code SANDRE	Type	Commune	Lieu dit	Type de suivi	Molécule	[] SS	[] SP	Moyenne	[] SS	[] SP	Moyenne	[] SS	[] SP	Moyenne	[] SS	[] SP	Moyenne	[] SS	[] SP	Moyenne	[] SS	[] SP	Moyenne													
									2007	2007	[] 2007	2008	[] 2008	[] 2009	[] 2009	[] 2009	[] 2010	[] 2010	[] 2010	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011	[] 2011						
Nerd - FRUG201	115	08106004	8107301	Pézomètre	Basse Pointe	Chalvet	Cs + Co	Bromsail	1,4200	2,0500	1,7530	0,0100	1,1880	0,5880	1,1000	0,5140	0,8070	0,4530	0,8890	0,5680	0,3520	0,8820	0,5050	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500											
								Aldicarbe	0,0750	0,0750	0,0750	0,0050	0,0020	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050						
								Atrazine	0,0250	0,0500	0,0375	0,0125	0,0060	0,0090	0,0100	0,0050	0,0070	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025			
								Chlorodécone	0,3720	0,6680	0,4880	0,5100	1,6400	1,9750	2,6000	8,3500	5,4750	1,8300	1,7500	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30	1,4680	2,30		
								Durom	0,0710	0,0250	0,0480	0,0250	0,1820	0,1210	0,2520	0,2460	0,2490	0,1680	0,0900	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03	0,1410	0,03		
								Dieldrine	0,0131	0,0120	0,0620	0,0500	0,1150	0,0620	0,0870	0,0750	0,0610	0,0025	0,0690	0,0300	0,0225	0,0690	0,0300	0,0225	0,0690	0,0300	0,0225	0,0690	0,0300	0,0225	0,0690	0,0300	0,0225	0,0690	0,0300	0,0225	0,0690	0,0300	
								Propiconazole	0,0250	1,3600	0,9225	0,0250	2,1690	1,0970	1,4100	2,5410	1,9750	1,0500	0,8320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320	0,9880	0,320		
								Heptachlore époxyde	0,0280	0,0116	0,0108	0,0025	0,0080	0,0053	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	
								Hexazinon	0,0250	0,0250	0,0250	0,0500	0,0340	0,0420	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	
								Dideméthylsoproturon	0,0050	0,0100	0,0070	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								Simazine	0,0250	0,0500	0,0375	0,0125	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080	0,0025	0,0075	0,0080
								Améthryne	0,0250	0,0500	0,0375	0,0125	0,0025	0,0075	0,0160	0,0130	0,0145	0,0120	0,0090	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105
								Métolachlor	0,0250	0,0500	0,0375	0,0125	0,0070	0,0080	0,0370	0,0320	0,0345	0,0440	0,0130	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280	0,0280
								Monuron	0,1900	0,0250	0,1075	0,1900	0,6390	0,4345	0,2430	0,0500	0,1240	0,2790	0,11	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026	0,1940	0,026
								Chlorodécone SB hydro	0,0150	0,0500	0,0500	0,0150	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	
								Métolaxyl	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								Beta HCH	0,0060	0,0666	0,0363	0,0100	0,0550	0,0325	0,1260	0,0520	0,0890	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	0,0380	0,0025	
								2,4 DDD	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								Tabacozazole	0,7320	0,1000	0,4460	0,2400	1,2500	0,7450	1,9600	44,4000	23,1000	2,9100	9,70	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97	6,3350	3,97
								Chlorodécone	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								Chlorodécone SB hydro	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								Imazaméthabenz	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0050	0,0150	0,0310	0,0050	0,0180	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								méthyle	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0050	0,0150	0,0310	0,0050	0,0180	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	
								Atrazine	0,0250	0,0500	0,0375	0,0125	0,0090	0,0160	0,0080	0,0120	0,0190	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	0,0060	0,0025	
								Alpha HCH	0,0100	0,0025	0,0063	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	
Gamma HCH (lindane)	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025									
Méthoxychlor	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025									
Heptachlore époxyde	0,0073	0,0050	0,0066	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025									
Tabacozazole	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050									
Chlorodécone	0,3380	0,1000	0,2160	0,3300	2,6000	1,4600	0,0300	12,3000	8,1650	1,8300	1,9960	1,6130	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56	1,37	2,56									
Chlorodécone SB hydro	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050									
Beta HCH	0,0895	0,0922	0,0909	0,09	0,0580	0,0754	0,1330	0,1010	0,1170	0,1560	0,1390	0,1465	0,1155	0,1																									

Annexe 5

Calcul par station des moyennes pluriannuelles des sommes des concentrations en produits phytosanitaires



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

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