



Etude du potentiel hydrogéologique de l'île de Saint-Martin (partie française)

Phase 1 - Reconnaissances géologiques et hydrogéologiques

Phase 2 - Etat des lieux de la qualité de la ressource en eau

Rapport intermédiaire

BRGM/RP-67775-FR

Janvier 2018



Etude du potentiel hydrogéologique de l'île de Saint-Martin (partie française)

Phase 1 - Reconnaissances géologiques et hydrogéologiques

Phase 2 - Etat des lieux de la qualité de la ressource en eau

Rapport intermédiaire

BRGM/RP-67775-FR
Janvier 2018

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

L. Ducreux, T. Lacaze, Q. Devenoges, Y. Legendre, V. Petit, S. Pinson et V. Mardhel
Avec la collaboration de
B. Joseph, A. Courbin et J. Féret

Vérificateur :

Nom : P. Vigouroux

Fonction : Hydrogéologue D3E/NRE

Date : 13/03/2018

Signature :



Approbateur :

Nom : Y. de la Torre

Fonction : Directeur régional
Guadeloupe

Date : 22/03/18

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots-clés : Hydrogéologie, Eau souterraine, Saint-Martin, Prélèvements, Qualité de la ressource, Piézométrie, IDPR.

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

L. Ducreux, T. Lacaze, Q. Devenoges, Y. Legendre, V. Petit, S. Pinson et V. Mardhel, avec la collaboration de **B. Joseph, A. Courbin et J. Féret (2018)** – Etude du potentiel hydrogéologique de l'île de Saint-Martin (partie française). Phase 1 - Reconnaissances géologiques et hydrogéologiques ; Phase 2 - Etat des lieux de la qualité de la ressource en eau. Rapport intermédiaire. BRGM/RP-67775-FR, 101 p., 33 ill., 11 tabl., 4 ann.

Synthèse

L'approvisionnement en eau potable à l'échelle de la collectivité de Saint-Martin est uniquement assuré par prélèvements en mer et traitement via une usine de dessalement. En comparaison, la ressource en eau souterraine du territoire est très faiblement exploitée.

L'Etablissement des Eaux et de l'Assainissement de Saint-Martin (EEASM), Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) de la collectivité territoriale de Saint-Martin, a sollicité le BRGM pour la réalisation d'une **étude hydrogéologique** sur la partie française de cette localité. Les objectifs ciblés sont de i) déterminer les **potentialités d'exploitation** de la ressource en eau souterraine, ii) satisfaire, si possible, aux **usages de l'eau à vocation agricole** (abreuvement du bétail notamment) iii) permettre, dans le meilleur des cas, un **soutien partiel à l'Alimentation en Eau Potable** des populations, en raison des coûts élevés de production par dessalement.

Au vu des enjeux socio-économiques et scientifiques, l'exploitabilité de la ressource en eau souterraine mérite d'être évaluée plus précisément. Le SDAGE 2010-2015 Guadeloupe prévoit à ce titre, dans le cadre de son orientation n°2, disposition 13, « d'améliorer la connaissance des ressources souterraines éventuelles et des prélèvements en nappe sur Saint-Martin ».

Dans le cadre de ce projet prospectif, l'intervention du BRGM était initialement articulé autour de 5 phases : 1) reconnaissances géologiques et hydrogéologiques sur le terrain, 2) état des lieux de la qualité de la ressource en eau, 3) prospections géophysiques par panneaux électriques, 4) analyse technico-socio-économique du projet d'implantation des forages 5) assistance scientifique et technique lors des travaux de forage et des pompages d'essai.

Pour des raisons opérationnelles (difficultés d'accès aux terrains privés), la phase 3 de prospection géophysique sera remplacée par une campagne exploratoire élargie par forages de reconnaissance, sous réserve de financements.

Le présent rapport constitue le compte rendu exhaustif des résultats obtenus dans le cadre des **reconnaisances hydrogéologiques** (phase 1) et **hydrogéochimiques** (phase 2).

La **première phase** a consisté à réaliser un inventaire ainsi qu'une synthèse des données anciennes et contemporaines disponibles dans la littérature scientifique. Elle a notamment abouti à la conception d'un **résumé cartographique du potentiel hydrogéologique** à l'échelle de Saint-Martin.

Par ailleurs, à la demande de l'EEASM, une recherche socio-économique retraçant **l'historique des différents modes d'alimentation en eau potable** a également été conduite. Bien que la ressource eau souterraine de l'île ait toujours été moins utilisée que les eaux météoriques au cours de l'histoire, **son usage semblait répandu sur l'île**, en particulier pour répondre aux besoins de l'industrie sucrière.

La seconde phase de l'étude s'est focalisée sur la réalisation d'un **état des lieux qualitatif** de cette ressource.

Une analyse physico-chimique et bactériologique a été réalisée sur un total de treize points d'eau. Tous ont montré une **contamination bactérienne**. Bien que la minéralisation de l'eau souterraine soit élevée à l'échelle de l'île, notamment du fait de l'insularité et de la faible superficie du territoire, différents degrés de minéralisation ont été identifiés. Ceci a conduit, en lien avec les

aspects hydrodynamiques, à une **caractérisation des zones à bons potentiels hydrogéologiques** de l'île. Les trois secteurs les plus favorables sont :

- Le secteur de la ravine Colombier et de la ravine Loterie ;
- La zone de Bellevue / Saint-Jean ;
- La zone de Concordia.

Au regard des connaissances acquises durant cette étude, la disponibilité de la ressource en eau souterraine apparaît suffisante pour satisfaire, à minima, aux usages de l'eau à vocation agricole. La suite du projet sera par conséquent orientée vers la **réalisation de forages de reconnaissance**, préférentiellement dans les trois secteurs favorables identifiés, afin de tester l'exploitabilité des nappes existantes.

La mise en œuvre de ces travaux prospectifs constitue un **axe prioritaire** pour la collectivité de Saint-Martin. Le passage du cyclone Irma sur ce territoire, en septembre 2017, a démontré l'**intérêt de bénéficier de ressources en eau alternatives** en cas de crise.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Phase 1 : Reconnaissances géologiques et hydrogéologiques	13
2.1. SYNTHÈSE DES DONNEES ANCIENNES ET CONTEMPORAINES DISPONIBLES 13	
2.1.1. Synthèse bibliographique et interprétation des données disponibles	13
2.1.2. Étude historique	22
2.2. PROSPECTIONS SUR LE TERRAIN	33
2.2.1. Synthèse des reconnaissances géologiques	33
2.2.2. Synthèse des reconnaissances hydrogéologiques	38
2.3. CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE DEVELOPPEMENT ET DE PERSISTANCE DES RESEAUX (IDPR)	50
2.4. CARTOGRAPHIE DE LA PIEZOMETRIE DE SAINT-MARTIN	53
3. Phase 2 : Etat des lieux de la qualité de la ressource en eau	59
3.1. ANALYSE DES DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES ISSUES DE LA COMPILATION BIBLIOGRAPHIQUE	59
3.2. DEFINITION D'UN PLAN DE PRELEVEMENT	60
3.3. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES	62
3.3.1. Protocole de prélèvement	62
3.3.2. Déroulement de la campagne de prélèvements	63
3.3.3. Résultats et interprétations	67
4. Suites de l'étude	81
5. Conclusion	83
6. Bibliographie	85

Liste des figures

Illustration 1 - Principales zones de prospections hydrogéologiques à Saint-Martin (VILMEN et al., 2003 ; modifiée)	16
Illustration 2 - Carte des potentialités hydrogéologiques compilées de la bibliographie	19
Illustration 3 - Carte des sources et des zones faillées référencées en bibliographie ..	20
Illustration 4 – Valeurs de conductivité électrique de l'eau souterraine, année 1990 (Petit V. et al; Rapport R 30482 ANT 4S 90).....	22
Illustration 5 - Évolution de la population saint-martinoise (source : INSEE).....	24
Illustration 6 - Cycles économiques saint-martinois du XVIIème siècle à nos jours	26
Illustration 7 - Type de jarre à eau présente à Saint-Martin (Source : musée de Terre-de-Haut, les Saintes)	28
Illustration 8 - Exemples de deux cours d'eau pérennes (Saint-Martin, partie française et hollandaise respectivement).....	29
Illustration 9 - Localisation de l'île de Saint-Martin dans les petites Antilles	33
Illustration 10 - Carte géologique au 1/50 000ème de l'île de Saint-Martin F.W.I (Dagain et al., 1989)	35
Illustration 11 - Planche photographique des différents affleurements rencontrés sur le terrain (avril 2014)	37
Illustration 12 - Localisation des 76 points référencés dans la Base de données du Sous-Sol (BSS). Source : InfoTerre	38
Illustration 13 - Tableaux récapitulatifs de l'actualisation de la BSS suite aux différentes phases de terrain.....	41
Illustration 14 – Carte de synthèse des points d'eau extraits de la BSS après les différentes phases de prospection	43
Illustration 15 - Clichés des points d'eau investigués sur la partie française de Saint-Martin (2014 et 2015).....	45
Illustration 16 - Clichés des points d'eau ajoutés à la BSS (2014 et 2015).....	47
Illustration 17 - Clichés de quelques points d'eau investigués sur la partie hollandaise de Saint-Martin (2014)	49
Illustration 18 - Carte de l'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux de l'île de Saint-MartinCartographie de la piézométrie de Saint-Martin	51
Illustration 19 - Cotes piézométriques des points sélectionnées en fonction de leur altitude	54
Illustration 20 - Carte piézométrique de Saint-Martin.....	55
Illustration 21 – Diagramme de Piper : compilation des études	60
Illustration 22 – Emplacement des points de prélèvements retenus pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques.....	61
Illustration 23 – Pompe PowerPurge36 24V et survolteur 12/24V (marque SDEC)	62
Illustration 24 – Prélèvements d'eau au forage Pépinère 1	64
Illustration 25 – Exemples de puits prélevés régulièrement.....	65

Illustration 26 – Diagramme de Piper des eaux analysées en 2014 à Saint-Martin.....	69
Illustration 27 – Diagramme de Piper des eaux analysées en 2014 à Saint-Martin.....	70
Illustration 28 – Diagramme de Piper des eaux analysées en 2014 à Saint-Martin.....	71
Illustration 29 – Carte interprétée des isoconcentrations en Na ⁺ et Cl ⁻ (mg/L) de l'île de Saint-Martin (Juillet 2014).....	73
Illustration 30 – Quantité et proportion des bactéries présentes dans les eaux souterraines	75
Illustration 31 – Classes d'aptitude pour l'usage production d'eau potable	76
Illustration 32 – Classes d'aptitude pour l'usage production d'eau potable	79
Illustration 33 - Hiérarchisation des zones d'intérêt hydrogéologique.....	82

Liste des tableaux

Tableau 1 - Références des rapports techniques consultés dans le cadre de la phase bibliographique	14
Tableau 2 - Descriptions lithologiques des formations aquifères connues.....	14
Tableau 3 - Résumé de l'approche par milieux aquifères selon Vilmen et al. (2003)...	15
Tableau 4 - Principales valeurs de mesures physico-chimiques disponibles dans la littérature.....	21
Tableau 5 - Besoins en eau des différentes cultures saint-martinoises (Source : FAO).....	27
Tableau 6 - Modes d'alimentation en eau potable à Saint-Martin, en nombre de logements (1954) (Direction départementale de la Guadeloupe, 1958).....	30
Tableau 7 - Caractéristiques des points cotés de Saint-Martin utilisés pour la réalisation de la carte piézométrique.....	53
Tableau 8 – Caractéristiques principales des points d'eau choisis	60
Tableau 9 – Dates des prélèvements sur les points d'eau	63
Tableau 10 – Paramètres in-situ mesurés sur les points de prélèvement.....	67
Tableau 11 – Codes couleurs appliqués aux principaux paramètres physico-chimiques et bactériologiques sensibles dans le cadre du SEQ – Eaux Souterraines	77

Liste des annexes

Annexe 1 Inventaire général des points d'eau de Saint-Martin	87
Annexe 2 Résultats des analyses chimiques réalisées à Saint-Martin	91
Annexe 3 Résultats des analyses bactériologiques réalisées à Saint-Martin	95
Annexe 4 Résultats compilation SEQ – Eaux Souterraines.....	99

1. Introduction

L'approvisionnement en eau potable à l'échelle de la collectivité de Saint-Martin est uniquement assuré par prélèvements en mer et traitement via une usine de dessalement. En comparaison, la ressource en eau souterraine du territoire est très faiblement exploitée.

L'Etablissement des Eaux et de l'Assainissement de Saint-Martin (EEASM), Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) de la collectivité territoriale de Saint-Martin, a sollicité le BRGM pour la réalisation d'une étude hydrogéologique sur la partie française de cette localité. Les objectifs ciblés sont de i) déterminer les potentialités d'exploitation de la ressource en eau souterraine, ii) satisfaire, si possible, aux usages de l'eau à vocation agricole (abreuvement du bétail notamment) iii) permettre, dans le meilleur des cas, un soutien partiel à l'Alimentation en Eau Potable des populations, en raison des coûts élevés de production par dessalement.

Les potentialités hydrogéologiques de l'île demeurent à ce jour mal connues ; certains des secteurs désignés dans la littérature comme favorables aux gisements d'eau souterraine n'ont pas fait l'objet de reconnaissances approfondies. D'autres sont encore à identifier et à étudier intégralement. Qualitativement, les données disponibles désignent des eaux minéralisées car sous influence marine. Néanmoins, la possibilité de rencontrer des eaux souterraines moins minéralisées n'est pas exclue, notamment au droit des secteurs restant à prospecter. Des études complémentaires doivent être menées afin de clarifier cette incertitude.

Au vu des enjeux socio-économiques et scientifiques, l'exploitabilité de la ressource en eau souterraine mérite d'être évaluée plus précisément. Le SDAGE 2010-2015 Guadeloupe prévoyait à ce titre, dans le cadre de son orientation n°2, disposition 13, « d'améliorer la connaissance des ressources souterraines éventuelles et des prélèvements en nappe sur Saint-Martin » par :

- l'estimation de volumes éventuellement exploitables,
- la réalisation d'un état des lieux de la qualité de la ressource ;
- la mise en œuvre d'un inventaire des prélèvements existants.

Dans le cadre de ce projet prospectif, l'intervention du BRGM est planifiée en 5 phases listées ci-après :

- **Phase 1** - reconnaissances géologiques et hydrogéologiques sur le terrain ;
- **Phase 2** - état des lieux de la qualité de la ressource en eau ;
- **Phase 3** - prospections géophysiques par panneaux électriques (ne sera pas effectuée pour des raisons opérationnelles de difficulté d'accès au foncier) ;
- **Phase 4** - analyse technico-socio-économique du projet d'implantation des forages ;
- **Phase 5** - assistance scientifique et technique lors des travaux de forage et des pompages d'essai.

La réalisation de ces différentes phases résulte de l'interprétation d'informations objectives ponctuelles et non systématiques (observations visuelles, analyses, mesures...), en fonction de l'état de la science et de la connaissance à un moment donné.

Le présent rapport constitue le compte rendu exhaustif des résultats obtenus dans le cadre des prospections hydrogéologiques (Phase 1) et hydrogéochimiques (phase 2).

2. Phase 1 : Reconnaissances géologiques et hydrogéologiques

2.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES ANCIENNES ET CONTEMPORAINES DISPONIBLES

Cette première partie de l'étude a fait l'objet d'une note technique d'avancement¹ détaillée, transmise à l'EEASM début 2015. A titre indicatif, les principales informations tirées de cette synthèse bibliographique sont fournies dans ce chapitre.

Par ailleurs, une recherche de données historiques sur les modes d'alimentation en eau douce à Saint-Martin a également été entreprise. Les résultats sont présentés ci-après (chapitre 2.1.2).

2.1.1. Synthèse bibliographique et interprétation des données disponibles

Références bibliographiques

Dans le cadre de la recherche bibliographique, 18 ouvrages ont été consultés au total. Les références de ces ouvrages sont listées dans le tableau 1 suivant :

Etudes antérieures	Auteurs	Date	Code BRGM
Résultats de la recherche d'eaux souterraine et du forage d'exploitation réalisés dans la ravine du Colombier commune de Marigot - Île de Saint-Martin, Guadeloupe	C. MOURET	1977	77 ANT 001
Etude géologique et hydrogéologique du site d'orient en vue de la création d'une décharge contrôlée d'ordures ménagères - Île de Saint-Martin, Guadeloupe	C. PAULIN	1982	82 ANT 022
Essai d'identification des ressources en eau souterraine - Île de Saint-Martin, Guadeloupe	Y. ATLAN, C. PAULIN	1985	85 ANT 015
Forages d'eau à la Savane Grand'Case - Saint-Martin, Guadeloupe - Rapport géologique et détermination des périmètres de protection des forages	C. PAULIN	1985	85 GPE 001
Evaluation des ressources en eau souterraine à Anse Marcel - Île de Saint-Martin, Guadeloupe - Résultats de la campagne de prospection électrique	P. DESHONS	1986	86 GPE 006
Contribution à l'évaluation des ressources hydrologiques de l'Île de Saint-Martin Guadeloupe	M. BERETTA, P. DESHONS	1987	87 GLP 028
Prospection géophysique pour la recherche d'eau souterraine au futur golf de St-Jean - Île de Saint-Martin - Guadeloupe	P. LESAGE, V. PETIT	1989	R 30162 ANT 4S 89
Reconnaissance géophysique dans le cadre d'une prospection hydrogéologique sur le territoire de la commune de Saint-Martin (Île de Saint-Martin, Antilles)	P. LESAGE	1990	90 GPH 006
Etude hydrogéologique de Saint-Martin, Guadeloupe	V. PETIT, P. LESAGE, J.-P. RANCON	1990	R 30482 ANT 4S 90
Recherche d'eau souterraine pour le futur golf de St-Jean - Île de Saint-Martin, Guadeloupe. Prospection hydrogéologique par émanométrie radon	J.-P., RANCON, V. PETIT	1990	R 30655 ANT 4S 90
Recherche d'eau souterraine pour le futur golf de St-Jean - Île de Saint-Martin, Guadeloupe. Compte-rendu des travaux d'exécution de deux forages et interprétation	C. PAULIN, V. PETIT, M. DOURGAPARSAD	1990	R 31317 ANT 4S 90

¹ *Étude du potentiel hydrogéologique de l'île de Saint-Martin (partie française). Évaluation de l'état qualitatif de la ressource en eau souterraine et de son exploitabilité par forages. Tâches 1.1 et 2.1 - Synthèse bibliographique et interprétation des données disponibles. Note technique d'avancement, Décembre 2014*

Recherche d'eau souterraine pour le futur golf de St-Jean – Île de Saint-Martin, Guadeloupe. Compte-rendu des pompages d'essai de longue durée	V. PETIT	1991	R 32622 ANT 4S 91
Etude géologique et prospection hydrogéologique par émanométrie (radon dans les gaz du sol)	V. PETIT, J.-P. RANCON	1991	R 32939 ANT 4S 91
Ile de Saint-Martin – Guadeloupe, Recherche d'eau souterraine – Prospection hydrogéologique par émanométrie radon dans les gaz du sol au sud de Grand-Case	V. PETIT, T. POINTET	1992	R 36005 ANT 4S 92
Accroissement des ressources en eau de l'usine d'embouteillage – Etude hydrogéologique, nouveau captage, environnement – St-Martin (Guadeloupe)	V. PETIT, M. DOURGAOARSAD	1993	R 35636 ANT 4S 92
Recherche d'eau pour les complexes hôteliers d'Anse Marcel et de Mont Vernon, Ile de Saint-Martin (Antilles Françaises)	S. LALLIER et F. BALLIN	1995	ANTEA A03091
Evaluation de l'état des connaissances hydrogéologiques en Guadeloupe	F. VILMEN et al	2003	RP-51785-FR
Surveillance quantitative des masses d'eau souterraine de Guadeloupe – Année 2010	A. DUMON, N. COPPO et L. DUCREUX	2010	RP-59466-FR
Etude des fonds géochimiques des eaux souterraines et des cours d'eau de Guadeloupe	T. RATSIMIHARA, L. DUCREUX, L. CLAIR et S. PINSON	2014	RP-63817-FR

Tableau 1 - Références des rapports techniques consultés dans le cadre de la phase bibliographique

État des connaissances hydrogéologiques

L'île de Saint-Martin est considérée comme un système aquifère unique en structure multicouches en relation les unes avec les autres. Un manque de données significatif ne permet pas d'établir clairement les limites de ce système notamment au niveau du substratum et des limites contrôlant les relations entre les formations aquifères établies, ou seulement de manière locale et anecdotique. Les seules limites connues sont les limites littorales et celles des plans d'eau (étangs salés, salines...). Une interface eau douce – eau salée (localisée ponctuellement) est associée aux limites connues. Elle est qualifiée de limite chimique.

Les formations aquifères peuvent être libres ou captives avec une présence/absence de limites étanches ou semi-étanches. Sur la base des informations recueillies en bibliographie, un résumé des descriptions lithologiques des formations aquifères a pu être réalisé (Tableau 2).

Type de formations	Type de perméabilité	Commentaires
Sédimentaires et volcano-sédimentaires	Perméabilité de fissure	S'ajoute à la perméabilité matricielle
Volcaniques	Perméabilité de fissure	Très fissurées mais peu altérées Favorables à l'infiltration
Sédimentaires de type calcaires récifaux poreux	Perméabilité de fissure	Perméable Présente des indices de karstification en surface
Eboulis et les alluvions	Perméabilité interstitielle	Dépôts de bas de pente et sédimentation fluviale Bonne perméabilité
Zones littorales sableuses	Perméabilité interstitielle	Peuvent renfermer des lentilles d'eau douce Bonne perméabilité
Dépôts argilo-sableux	Perméabilité interstitielle	Dépôts d'anciennes lagunes comblées Perméabilité non-négligeable

Tableau 2 - Descriptions lithologiques des formations aquifères connues

L'analyse de la bibliographie conduite par Vilmen *et al.* (2003) a abouti à une première estimation des potentialités par le biais d'une « approche par milieux aquifères » (Tableau 3).

Type de milieu	Localisation	Lithologie aquifère	Commentaires
Karstique	Périphérie des Terre-Basses, Îlet Tintamarre et Îlet Pinel	Sédimentaire carbonaté à caractère fracturé avec traces de karstification	- Potentiellement favorable mais surface trop exigüe
Littoral	Grand-Etang de Simson Bay, Baie Nettlé et pourtour de l'île	Cordons sableux littoraux susceptibles de renfermer des lentilles d'eau douce	- Absence de lentille d'eau douce entre Simson bay et Baie Nettlé - Influence encore méconnue du biseau salé sur ce type de ressource
Alluvial	Vallée de la rivière Colombier et secteur de Concordia	Dépôts de bas de pente, sédimentation fluviale	- Peut constituer de bons réservoirs (conditions : épaisseur et stock d'eau suffisants) - Relations avec environnement roche méconnu (par exemple : relations nappe/rivière)
Volcanique et volcano-sédimentaire	Majorité de l'île	Tufs, cendres volcaniques et andésites fissurés entrecoupés par des dépôts marno-calcaires	- Fracturation favorable aux circulations hydrauliques - Fracturation établie par photographies aériennes (dominante NE – SW puis N-S/E-O conjugués) - Failles détectées par anomalies radon hydrauliquement actives - Zones fissurées plus prometteuses

Tableau 3 - Résumé de l'approche par milieux aquifères selon Vilmen *et al.* (2003)

En raison du très faible nombre d'estimations existantes concernant les paramètres hydrodynamiques des aquifères (perméabilité, transmissivité, coefficient d'emmagasinement...), il est impossible d'estimer des valeurs moyennes applicables sur l'ensemble de l'île. Les valeurs obtenues ne sont valables que localement.

Il en va de même pour l'évaluation quantitative ; malgré la mise en place d'un réseau de suivi quantitatif par le BRGM depuis août 2012 (BRGM RP-62160-FR). Les données sont encore insuffisantes pour permettre de caractériser la ressource en eaux souterraines. De plus, aucun bilan hydrologique complet de l'île n'a été réalisé et les estimations des sorties d'eau naturelles (source, pertes en mer) et artificielles (pompages) n'ont jamais été calculées.

Sur le plan qualitatif, les eaux souterraines de l'île apparaissent fortement minéralisées avec un faciès de type chloruré sodique, témoignant d'une influence des eaux marines. Ce faciès peut toutefois varier en fonction des lithologies.

Réalisation d'une carte des potentialités hydrogéologiques sur la base des données existantes

La carte présentée en illustration 1 constitue une synthèse des investigations réalisées avant 2003 dans le domaine de l'hydrogéologie à Saint-Martin. Des zones à potentiel y sont identifiées.

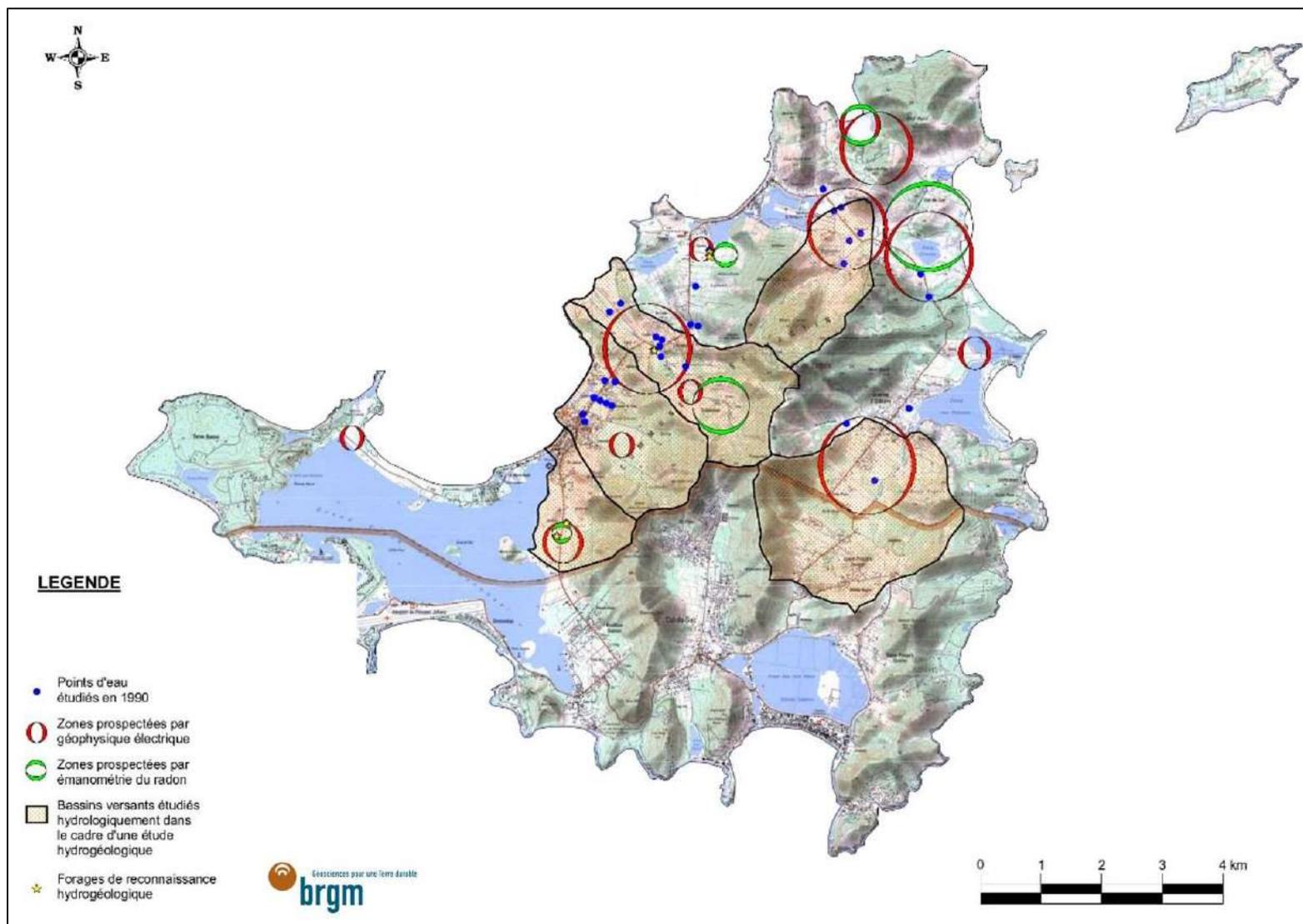


Illustration 1 - Principales zones de prospections hydrogéologiques à Saint-Martin (VILMEN et al., 2003 ; modifiée)

En vue d'orienter les prospections hydrogéologiques pour les besoins du projet, une première cartographie des zones favorables à l'exploitation des eaux souterraines a été générée (Illustration 2). Celle-ci repose sur l'interprétation de l'ensemble des données existantes. Cette analyse globale a notamment permis de définir des secteurs hiérarchisés selon le potentiel hydrogéologique défini dans la littérature. D'autres zones ont également été mises en évidence autour des sources et des failles.

La hiérarchisation, fonction du potentiel d'exploitation des eaux souterraines, s'échelonne en 3 classes :

- **classe 1 : zones à potentiel hydrogéologique** (moyen à bon) déjà connues et corrélées avec la géologie (type de formations, fracturation) pour cibler en premier lieu les formations aquifères, puis l'hydrochimie (en fonction de la disponibilité des données) ;
- **classe 2 : zones à potentiel hydrogéologique probable** corrélées avec la géologie (certains rapports font état de secteurs intéressants restant à prospecter) ;
- **classe 3 : zones à intérêt faible, voire nul.**

Classe 1 : Potentiel moyen à bon

Le **secteur de St-Jean** a fait l'objet d'études de recherches d'eau au début des années 1990. Deux forages ont été réalisés sur des zones faillées traversant une zone de calcaires et de marnes, en supposant un rôle de drain de ces failles. Une exploitation est envisageable à des débits à priori limités (quelques dizaines de m³/jour).

L'**amont de la vallée du Colombier** a fait l'objet de prospections hydrogéologiques. Deux implantations de forage justifiées par leur position sur des linéaments et des anomalies radon ont été proposées. L'atout de ce site, dans l'hypothèse où il serait productif, est de fournir une eau peu minéralisée, disponible sans traitement lourd pour l'alimentation en eau potable.

Il est à noter que la fracturation pour l'implantation des forages a été prise en compte sur ces deux secteurs.

Classe 2 : Potentiel probable

La **vallée du Colombier** est caractérisée par la présence d'alluvions identifiées sur la carte géologique. Ces alluvions sont aquifères mais ne sont plus exploitées actuellement. Des éléments sont disponibles dans la bibliographie pour aider à l'implantation de nouveaux forages (coupes géologiques). Il manque cependant une étude évaluant l'alimentation des alluvions par les pluies efficaces.

Le **secteur de Grand Case** se distingue par l'existence d'une petite nappe mais celle-ci semble avoir été dégradée par des travaux routiers. Après un état des lieux (urbanisation entre autres), les moyens d'exploiter à nouveau cette nappe sont à rechercher.

Dans le **secteur de la Belle Créole** (à l'est de la Baie Rouge), la bibliographie ne fait pas état de l'existence d'une lentille d'eau douce. L'épaisseur de sable est suffisante (une vingtaine de mètres) mais les pluies efficaces sont faibles. Des prospections géophysiques permettraient de répondre à la question. Les débits envisageables resteront faibles.

La **zone de Marigot** a déjà été exploitée pour produire de l'eau en bouteille (Fond'Or). L'exploitation reste envisageable pour des valeurs de conductivité correspondant à de l'eau saumâtre (5 000 à 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et à de faibles débits. Le risque d'intrusion saline doit être apprécié au préalable.

Le **secteur Nord-Marigot** montre des indices de présence d'eau souterraine : venues d'eau sur l'ouvrage 1129ZZ0014, forages positifs. Des informations sont à compléter sur ce site pour mieux le caractériser.

Concernant le **secteur du Quartier d'Orléans**, sa configuration ressemble à celle de St-Jean, à savoir un milieu poreux (éboulis et alluvions) traversé par une zone faillée dans des granodiorites. La prospection des eaux souterraines peut être menée avec objectif de recouper un compartiment du sous-sol alimenté par le biais de failles.

Plus globalement, les **secteurs des vallées alluvionnaires** présentent aussi un intérêt ; les vallées à écoulement temporaire sont très étriquées à l'amont dans les calcaires, alors qu'elles s'élargissent à l'aval dans les granodiorites pour former de véritables dépressions largement ouvertes sur la mer. Les **vallées issues du Pic Paradis** méritent en particulier une reconnaissance de terrain pour caractériser la géométrie des alluvions, leur présence, leur pente et leur épaisseur de manière à rechercher les emplacements pouvant servir de réservoir (potentiel plus faible qu'au Colombier).

Enfin, le **secteur de Concordia**, à proximité de Marigot, a été signalé comme exploité par des puits traditionnels. Toutefois, cette ancienne lagune est presque intégralement urbanisée.

Classe 3 : Zone d'intérêt faible

D'après la coupe hydrogéologique établie pour ce secteur, l'**Anse Marcel** est envahie par une intrusion saline. Des compléments d'investigation ne sont pas à exclure toutefois.

Les sources, en tant que résurgences en surface de nappe, constituent également de bons indicateurs. La bibliographie consultée fait état de sept sources sur l'ensemble de l'île (Illustration 3). Seule la source Paradis (ou source « Moho »), non référencée en BSS, a été analysée en 2013 dans le cadre d'un projet visant à déterminer le fond géochimique des eaux souterraines (T. Ratsimihara *et al.*, 2014). La source « Spring » a disparu suite à la construction d'immeubles (V. Petit *et al.*, 1990).

Les zones faillées présentent aussi des potentialités hydrogéologiques en raison de leur perméabilité. Elles peuvent potentiellement drainer les secteurs les plus arrosés des zones amont et contenir des eaux peu minéralisées. Elles ont été identifiées sur l'illustration 3.

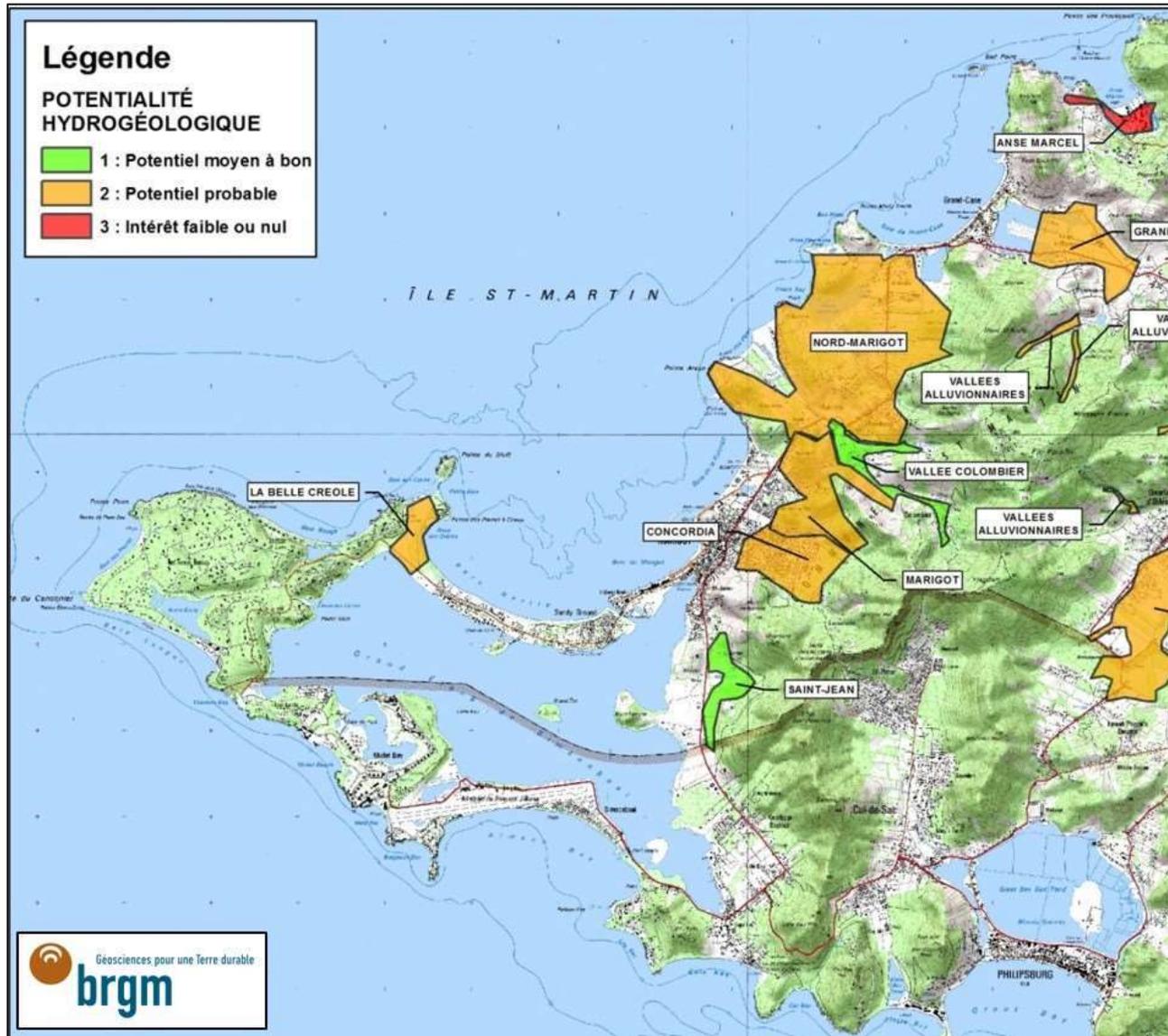


Illustration 2 - Carte des potentialités hydrogéologiques compilées de la bibliographie

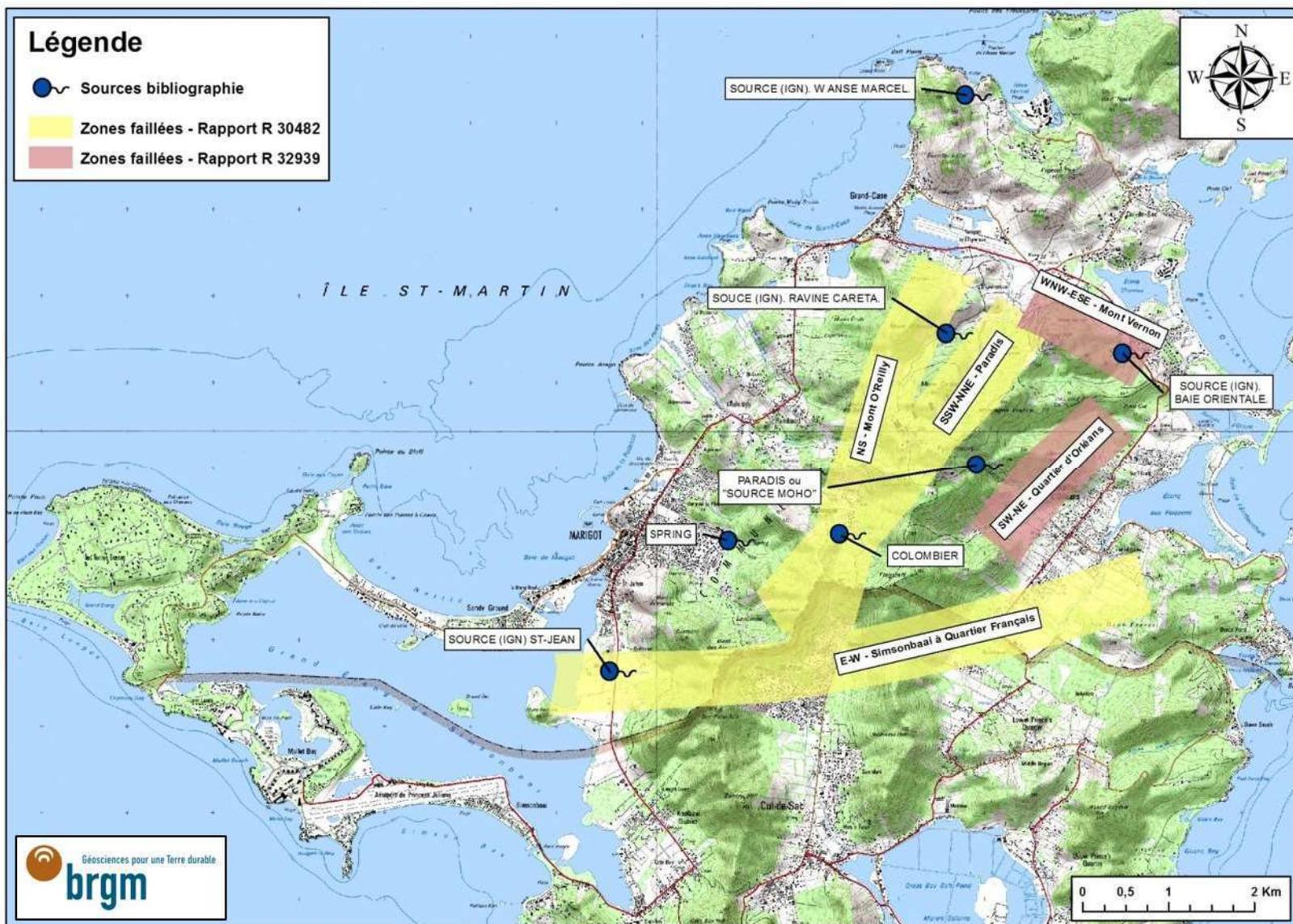


Illustration 3 - Carte des sources et des zones faillées référencées en bibliographie

Hydrogéochimie des eaux souterraines

Les données d'hydrochimie ont été recueillies puis analysées pour l'ensemble de l'île. Le tableau 4 présente les résultats existants pour les paramètres physico-chimiques suivants : conductivité électrique de l'eau, minéralisation, teneurs en sodium et chlorures.

Rapport	Lieu	Ouvrage	Date	Conductivité à 20°C (µS/cm)	Minéralisation (mg/l)	[Na+] (méq/l)	[Cl-] (méq/l)	Commentaires
85ANT015	Colombier	P202 - N°1	01/07/1975	2 000	1 517,12	13,80	9,94	
85ANT015	Colombier	P202 - N°2	04/07/1975	1 385	1 529,89	14,20	9,94	
85ANT015	Colombier	P202 - N°3	1977	3 333	1 794,77	17,40	16,00	
85ANT015	Colombier	P202 - N°4	1977	4 167	2 107,88	19,00	24,00	
85ANT015	Colombier	P202 - N°5	1977	3 571	1 875,85	17,60	18,00	
R 30482 ANT 4S 90	St-Jean	1129ZZ0016	06/10/1989	1 739	1 320,00	15,00	7,38	
R 30482 ANT 4S 90	Marigot école	1130ZZ0033	06/10/1989	3 040	2 300,00	22,66	17,58	
R 30482 ANT 4S 90	Marigot Galisbay		06/10/1989	4 651	3 220,00	33,87	31,83	
R 30482 ANT 4S 90	Marigot Village Agrément	1130ZZ0035	06/10/1989	4 032	2 555,00	19,20	24,51	
R 30482 ANT 4S 90	Colombier aval		06/10/1989	2 457	1 860,00	14,90	16,39	
R 30482 ANT 4S 90	Colombier - P3	1129ZZ0022	06/10/1989	795	610,00	3,24	2,42	
R 30482 ANT 4S 90	Ravine Loterie	1129ZZ0020	06/10/1989	386	355,00	1,40	1,07	
R 30482 ANT 4S 90	Ravine St-Louis		06/10/1989	2 688	2 015,00	15,77	13,07	
R 30482 ANT 4S 90	Norman 1	1129ZZ0026	06/10/1989	7 299	4 720,00	46,39	63,64	
R 30482 ANT 4S 90	Norman 2		06/10/1989	5 464	3 875,00	34,34	44,79	
R 30482 ANT 4S 90	Petit Louis	1129ZZ0029	06/10/1989	3 390	2 520,00	22,02	24,45	
R 30482 ANT 4S 90	Espérance	1129ZZ0028	06/10/1989	1 761	1 400,00	9,88	10,53	
R 30482 ANT 4S 90	Griselle	1129ZZ0028	06/10/1989	1 479	1 120,00	9,39	9,29	
R 30482 ANT 4S 90	Quartier d'Orléans	1129ZZ0034	06/10/1989	2 237	1 650,00	12,60	11,89	
R 31317 ANT 4S 90	St-Jean	1130ZZ0029	03/07/1990	2 146	1 420,00	9,03	6,15	1 heure de pompage
R 31317 ANT 4S 90	St-Jean	1130ZZ0029	03/07/1990	2 146	1 450,00	8,81	6,35	2 heures de pompage
R 31317 ANT 4S 90	St-Jean	1130ZZ0030	10/07/1990	1 873	1 370,00	8,33	4,96	1 heure de pompage
R 31317 ANT 4S 90	St-Jean	1130ZZ0030	10/07/1990	1 934	1 410,00	8,78	4,97	24 heures de pompage
R 32622 ANT 4S 91	St-Jean	1130ZZ0032	21/02/1991	2 079	1 600,00	13,65	8,45	
RP-63817-FR	Source Paradis ou "Moho"	Non référencé	01/02/2013	2 190	1 474,30	10,43	10,99	

Tableau 4 - Principales valeurs de mesures physico-chimiques disponibles dans la littérature

Les quatorze mesures de conductivité réalisées en 1990 (tableau 4 et illustration 4) présentent des valeurs élevées sur tous les points situés en périphérie de l'île. Les deux mesures réalisées sur la ravine Colombier sont moyennes (386 et 795 µS/cm). Trois points présentent des valeurs comprises entre 1000 et 2000 µS/cm, traduisant une alimentation moins influencée par la mer.

Concernant les essais de pompages de St-Jean, les eaux y sont claires avec une minéralisation élevée et une composition chimique semblable pour les deux forages.

Les résultats d'analyses de la source Paradis ou « Moho » témoignent d'une eau saumâtre (conductivité = 2190 $\mu\text{S}/\text{cm}$) avec des teneurs en Na^+ et Cl^- assez importantes.

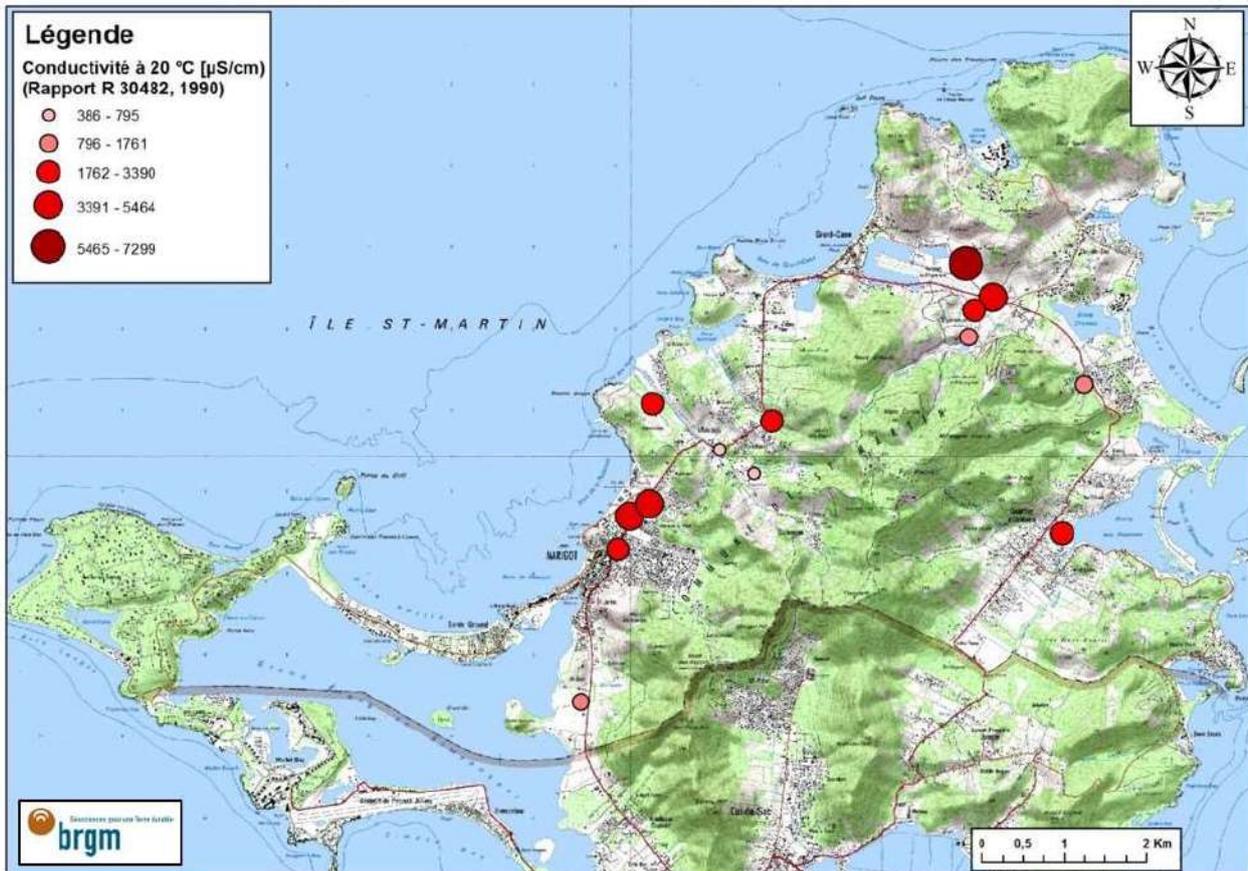


Illustration 4 – Valeurs de conductivité électrique de l'eau souterraine, année 1990 (Petit V. et al; Rapport R 30482 ANT 4S 90)

2.1.2. Étude historique

A la demande de l'EEASM, une étude historique des modes d'alimentation en eau sur l'île de Saint-Martin a été conduite.

Ce volet d'étude a été mise en œuvre de manière à identifier les types de ressources en eau anciennement mobilisées sur l'île pour assurer les besoins de la population (l'agriculture notamment) ainsi que d'éventuels modes de gestion associés. Il s'agissait également, en s'appuyant sur ces mœurs historiques, de mettre en lumière d'éventuels secteurs à bonnes potentialités hydrogéologiques.

Méthodologie de collecte des données

La première étape de l'étude a consisté à définir un intervalle temporel d'investigation pertinent. Une brève recherche bibliographique a conduit à considérer la mise en place des premières usines de dessalement d'eau de mer comme « limite la plus récente de la période investiguée ». En effet, les informations relatives à ce mode d'alimentation en eau potable actuel sont

relativement accessibles. En revanche, devant la rareté des données antérieures à cette « ère du dessalement », il a été choisi de ne fixer aucune limite inférieure à la période d'intérêt.

La seconde phase a impliqué une recherche bibliographique approfondie. Un inventaire du fonds d'archives du BRGM a notamment été réalisé. Toutefois, les données recueillies remontent jusqu'à 1977 et ne renseignent pas sur les modes d'alimentation en eau antérieurs à la mise en place du dessalement d'eau de mer.

Par conséquent, il s'est avéré nécessaire d'orienter les recherches en s'appuyant sur d'autres sources d'informations fiables. Ainsi, des recherches aux Archives départementales de Guadeloupe ainsi qu'aux Archives Territoriales de Saint-Martin ont notamment permis d'obtenir de précieuses informations retraçant l'histoire de l'île. En revanche, aucun des documents consultés ne traitant spécifiquement de la question de l'eau, chaque document relatif à l'île a été passé en revue afin d'en extraire les informations pertinentes. L'acquisition de ces données s'est faite par de la prise de notes ou de photos sur place, suivie d'une retranscription informatique intégrale. Les documents photographiés ont été convertis en format texte grâce à un logiciel de reconnaissance optique de caractères.

Cette phase de bibliographie s'est également traduite par des recherches sur des sites internet spécialisés. De nombreuses ressources numérisées ont pu être consultées par ce biais, à l'instar de celles disponibles sur le site internet du musée de Saint-Martin (<http://museesaintmartin.e-monsite.com/>) traitant des modes de vie sur l'île avant l'arrivée du tourisme.

La totalité des références consultées est disponible dans la bibliographie de ce rapport.

La troisième étape de la collecte de données s'est articulée autour d'entretiens auprès de personnes ressources et de la population. En plus de compléments d'information, cette approche a permis de recueillir différents points de vue sur la ressource en eau développés dans la suite du corps de texte.

La fiabilité et la robustesse de cette étude historique repose sur le recoupement systématique entre les différentes informations recueillies, quel que soit la source de donnée.

Les grands cycles économiques à Saint-Martin : de la colonisation à nos jours

A leur arrivée dans les années 1630, les premiers colons mirent en place une agriculture vivrière, qu'ils accompagnèrent rapidement de la culture de tabac, en plein essor à cette période. Mais la surproduction, la concurrence avec les colonies d'Amérique du Nord et le passage de cette culture en monopole d'État en 1674 ont rapidement fait décliner cette industrie.

Le tabac sera progressivement supplanté par la culture de l'indigotier. Le climat des petites Antilles lui est très propice et la demande en Europe ne cesse d'augmenter à la fin du XVII^{ème} siècle. C'est ainsi qu'on dénombre vingt-sept indigoteries à Saint-Martin en 1686. Pourtant, cette activité disparaît subitement sur l'île au début du XVIII^{ème} siècle, n'ayant probablement pas pu faire face à « l'émergence de Saint Domingue qui s'impose à cette période comme le principal fournisseur d'indigo en provenance du Nouveau Monde et le restera d'ailleurs jusqu'à la fin du XVIII^{ème} siècle » (Yvon, 2007).

Suite au déclin de l'indigo, la culture du coton se développe et dure plus de cent ans, jusqu'au début du XIX^{ème} siècle. Cette longévité se justifie notamment par le faible investissement de départ que requiert cette activité. Néanmoins, après une cohabitation d'un demi-siècle, le coton cédera sa place à la culture majeure de l'île, la canne à sucre.

L'industrie sucrière se développe considérablement à partir de la deuxième moitié du XVIIIème siècle, faisant la véritable richesse de l'île. Il s'agit là d'une période de réelle transformation pour Saint-Martin. L'architecture se modifie avec l'arrivée des habitations sucreries, et la composition de la population change par la venue d'un grand nombre d'esclaves. En 1815, on compte 2597 esclaves sur un total de 2868 habitants sur l'île, soit plus de 90 % de la population (Saint-Juery, 1815). En 1806, Napoléon 1er met en place le Blocus continental, afin de ruiner l'Angleterre en l'empêchant de commercer avec une partie de l'Europe. Cela rend les importations coloniales rares et le prix du sucre s'envole. Pour s'affranchir de ce problème, la betterave sucrière fait son apparition en métropole, détrônant la canne à sucre. Malgré un redressement de l'activité avec la chute de l'empire et la fin du blocus, l'industrie sucrière entre dans une longue période de déclin. L'abolition de l'esclavage en 1848 achève de désorganiser les habitations sucreries qui ferment leurs portes les unes après les autres. La dernière à cesser toute activité est l'habitation Spring, en 1920.

L'exploitation des salines prend le relais de la canne à sucre dès l'abolition de l'esclavage, bien qu'elle ait démarré beaucoup plus tôt en partie hollandaise du territoire saint-martinois. Trois salines sont exploitées dans la partie française : Grand' Case, la saline d'Orléans, et Chevrise. La demande en sel est importante à cette époque, puisqu'il est utilisé pour la cuisine et pour la conservation des aliments. Les conditions de travail difficiles rendent la main d'œuvre de plus en plus rare, les sauniers préférant souvent s'expatrier, en mettant un terme à l'activité en 1961, ce malgré une tentative de modernisation de l'exploitation de Grand' Case par son dernier concessionnaire.

La première moitié du XXème siècle est caractérisée par une baisse sensible de la population, dont une grande partie émigre vers d'autres îles en quête de travail, notamment à Curaçao et Aruba (Redon, 2007).

L'ère touristique sera initiée par la partie hollandaise, grâce à l'ouverture de l'aéroport Princess Juliana en 1943. La partie française prend du retard jusque dans les années 1980, faute d'investisseurs. Mais le tournant est instauré par la loi Pons de juillet 1986, qui donne accès à la défiscalisation des investissements réalisés sur le territoire, attirant de nombreux entrepreneurs. Comme le montre le graphique ci-dessous (Illustration 5), la population de la partie française a triplé entre 1982 et 1990, pour dépasser la barre des 35 000 habitants aujourd'hui.

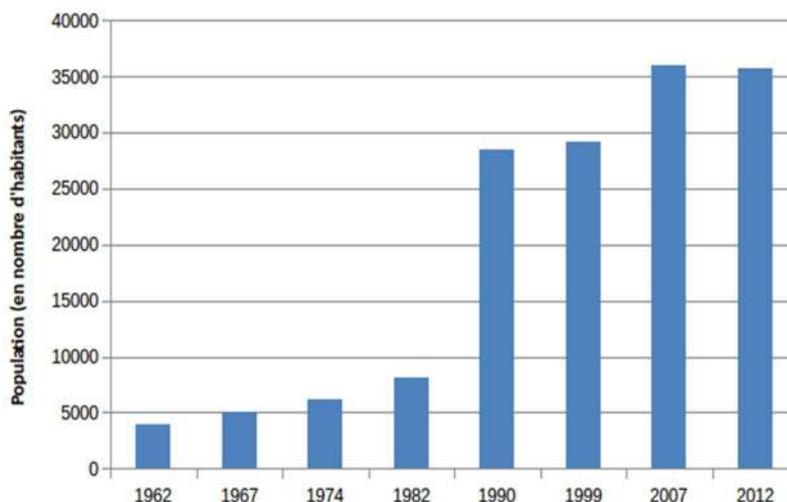


Illustration 5 - Évolution de la population saint-martinoise (source : INSEE)

La frise chronologique fournie en Illustration 6 résume les informations historiques précédentes et permet de mieux visualiser les différents cycles économiques de l'île, ainsi que les repères historiques importants.

Il est important de souligner que cette frise représente les cycles à titre indicatif, de leur mise en place, jusqu'à la cessation de toute activité. Elle ne tient pas compte des variations d'intensité de ces activités. Par exemple, la fin de l'industrie du sucre coïncide avec la fermeture de la dernière sucrerie en 1920, mais en 1850, 51 % des sucreries avaient déjà cessé toute activité et elles n'étaient plus que deux en 1900 (Parisis, 1989).

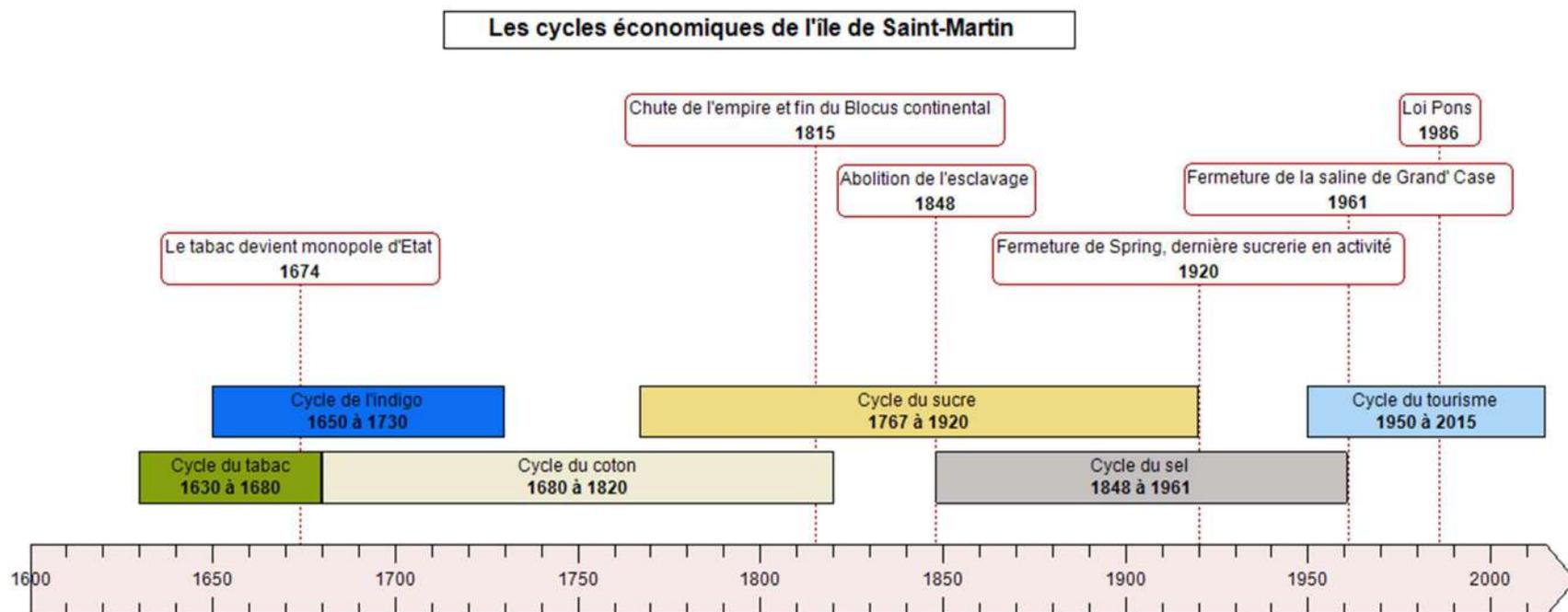


Illustration 6 - Cycles économiques saint-martinois du XVII^{ème} siècle à nos jours

L'agriculture est une activité connue pour ses besoins significatifs en eau. Afin d'établir un parallèle avec les usages historiques de l'eau sur Saint-Martin, il est proposé une analyse de l'évapotranspiration saisonnière des différentes cultures recensées par le passé (Tableau 5). L'évapotranspiration reflète indirectement les besoins en eau des cultures.

Période	Culture	Evapotranspiration saisonnière (mm)
1630 - 1680	Tabac	300 - 500
1680 - 1802	Coton	550 - 950
1767 - 1920	Canne à sucre	1 000 - 1 500

Tableau 5 - Besoins en eau des différentes cultures saint-martinoises (Source : FAO)

Cette analyse montre que les cultures qui se sont succédées au fil du temps étaient de plus en plus consommatrices d'eau. Cette information clef appuie l'hypothèse selon laquelle la ressource en eau douce devait être suffisamment disponible sur l'île pour y assurer une activité agricole et que la connaissance de la ressource n'a probablement cessé de s'améliorer au cours du temps.

La vérification de ces faits constitue l'objet principal du sous chapitre suivant, notamment via l'identification des différentes ressources existantes sur l'île de Saint-Martin.

État des lieux des modes d'alimentation en eau avant la mise en œuvre du dessalement

Avant les années 1960, et selon les données historiques consultées, l'alimentation en eau de populations était assurée par le biais de trois modes distincts.

Les eaux météoriques

Avant la transition vers le dessalement d'eau de mer, la ressource la plus exploitée, en termes de nombre d'utilisateurs, semble avoir été l'eau de pluie. Deux systèmes de stockage cohabitent alors : les citernes et les jarres, de dimensions plus réduites (Illustration 7). L'utilisation de ces dernières remonte à l'arrivée des premiers habitants de l'île en 550 avant J.C., les ancêtres des indiens Arawaks, qui « [...] maîtrisaient déjà l'art de fabriquer des récipients en terre cuite [...] » (Henocq, 1999), comme en témoignent les fragments retrouvés lors de fouilles archéologiques.

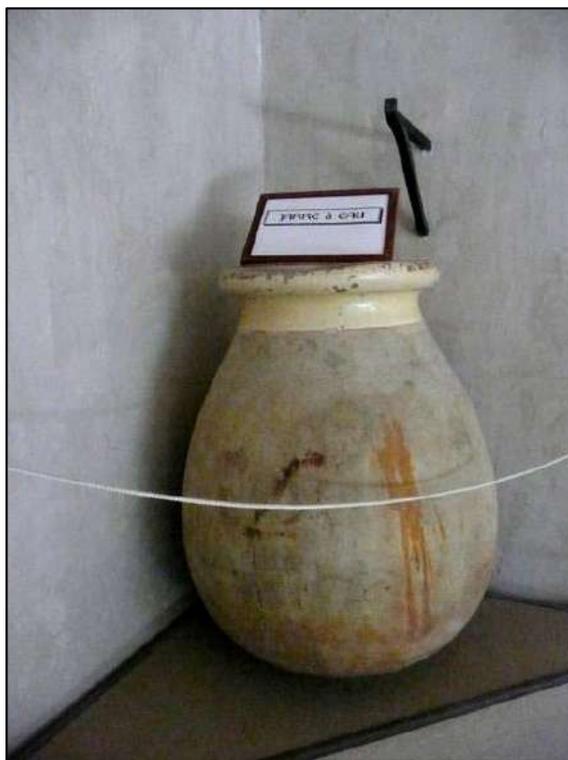


Illustration 7 - Type de jarre à eau présente à Saint-Martin (Source : musée de Terre-de-Haut, les Saintes)

Il est difficile d'estimer avec précision les proportions avec lesquelles les jarres et les citernes étaient respectivement utilisées ; les écrits témoignent en effet d'un potentiel amalgame entre les deux termes. Ainsi, en 1954, la Préfecture de Saint-Martin dénombre 1051 logements équipés de citernes (Préfecture de la Guadeloupe, 1954), alors que l'on n'en recensait seulement 90 en 1891 (Van Romondt, 1891) et que la population a diminué sur cette période. Il apparaît donc que le rapport de 1954 a regroupé jarres et citernes dans une même catégorie. En recoupant cette information avec celle de 1891, on estime à une centaine le nombre « de citernes de différentes capacités, depuis cinq mille jusqu'à vingt mille gallons [soit de 22 à 90 m³] [...] », pour environ 950 jarres. Un extrait de la revue *Heritage* corrobore cette information et semble indiquer que les jarres étaient bien le mode d'alimentation en eau le plus répandu dans la population : « *Nous n'avons pas besoin de citernes à Saint-Martin. Il y en avait quelques-unes à Marigot et dans les riches habitations, mais à la campagne, nous avons de grandes jarres dans lesquelles nous recueillions l'eau de pluie* » (Henocq, 2010).

Dans les années 1950, selon quelques témoignages historiques, les quantités d'eau de pluie recueillies grâce aux jarres semblaient pouvoir subvenir aux besoins d'une famille : « *A Saint-Martin, il pleuvait au moins une fois par semaine pendant la saison humide et après une averse, nous avons assez de réserves d'eau pour tenir un mois* » (Henocq, 2010).

Les citernes, quant à elles, étaient surtout utilisées dans l'industrie, notamment dans les habitations sucrières, où elles servaient d'appoint au(x) puits toujours proche(s). Elles jouaient également un important rôle de régulation, en constituant une réserve d'eau lorsque les nappes tarissaient.

Si, de manière générale, ces citernes recevaient toujours l'eau de pluie, « *Les inventaires et les souvenirs anciens parlent également de tuyaux ou aqueducs qui conduisaient l'eau de source vers la citerne* » (Parisis, 1989).

Il existe trois types principaux de citernes à Saint-Martin :

- entièrement souterraines et maçonnées, le haut formant une terrasse (sucrierie Terres Basses),
- à la place d'une pièce, à l'intérieur d'un bâtiment, en élévation (sucrierie St-Jean),
- en construction indépendante, toute proche, partie enterrée, partie en élévation (sucrierie Espérance), parfois couverte d'une voute en demi-cylindre (sucrierie Chambard) » (d'après Parisi, 1989).

Les eaux superficielles

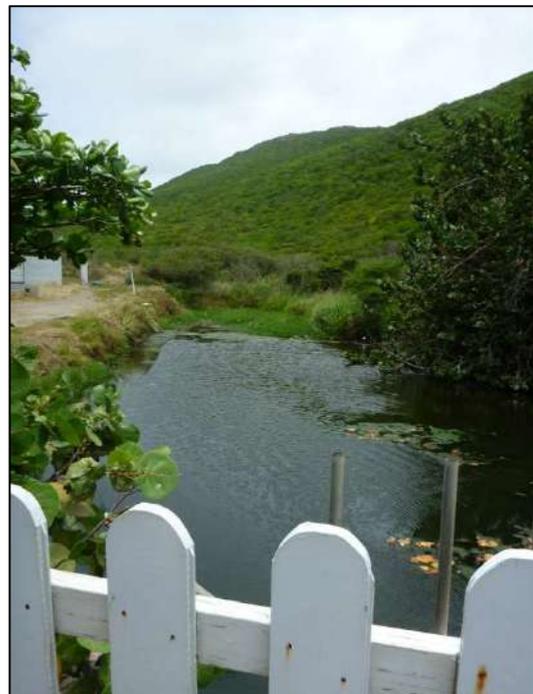
Leur rareté à Saint-Martin est à l'origine de sa qualification d'île sèche. Pourtant, la littérature fait état de « *quelques ruisseaux qui ne tarissent jamais* » (Saint-Juery, 1815), notamment dans la partie hollandaise. Encore aujourd'hui, on retrouve quelques cours d'eau permanents (Illustration 8) à débit modéré.

Il existe également des « *slopes* », sortes de mares artificielles, présentes dans les vallées et sur les pentes, en relation ou non avec les eaux souterraines. Celles-ci sont utilisées pour l'élevage durant la période d'hivernage. Pendant le carême, la plupart des « *slopes* » sont asséchées. A noter que ce terme dérive des dialectes frisons et flamands « *sloop, slop, slôp ou encore sjloop* » signifiant « *ce qui se dépose* » de manière naturelle (sédiments, eau) ou artificielle (déchets).

Néanmoins, il n'est jamais fait mention dans la bibliographie d'eaux superficielles utilisées pour l'alimentation en eau et cette ressource a par conséquent, de tout temps, semblé inexploité.



Ravine Loterie



Ravine rouge

Illustration 8 - Exemples de deux cours d'eau pérennes (Saint-Martin, partie française et hollandaise respectivement)

Les eaux souterraines

C'est aux indiens Arawaks que l'on doit la réalisation des premiers puits, notamment dans les dunes de sable du littoral. Un ouvrage a été découvert sur la plage du Galion ; ses parois « [...] étaient maintenues par un ingénieux empilement de céramiques à fond percé » (Henocq, 1999), système rappelant les crépines utilisées dans l'équipement des forages contemporains.

En 1775, le Chevalier Descoudrelles, alors gouverneur de Saint-Martin, écrit que le « [...] défaut d'eaux vives presque général dans toutes les Isles voisines de St-Martin, excepté St-Christophe, est compensé par des sources et des puits que l'on peut creuser presque partout à la profondeur de 10 à 12 pieds [soit 3,25 à 3,9 m] [...] ». Cette époque correspond au développement de l'industrie sucrière et, comme en témoigne l'étude de M. et Mme Parisis (1989), « chaque sucrerie se signale par la présence d'un puits dans son environnement immédiat, lorsque cela est possible ». Un lien est donc établi entre l'industrie du sucre et l'exploitation des eaux souterraines. En effet, de grandes quantités étaient requises pour l'irrigation, l'abreuvement des bœufs (qui étaient employés pour le transport et le broyage de la canne au moulin), les systèmes de refroidissement et la consommation de l'ensemble des individus sur le site.

Le nombre total d'habitations-sucreries à Saint-Martin est estimé à trente-six, de dimensions variées, ce qui porte à croire que l'île dénombrait à minima une trentaine de puits du temps des sucreries, et que ces dernières auraient grandement contribué à développer l'utilisation de cette ressource.

Quant à leur qualité, M. et Mme Parisis rapportent que « dans les fonds, l'eau est légèrement saumâtre mais néanmoins propre à la consommation ».

Bilan des modes d'alimentation en eau

Le tableau 6 ci-dessous fait un état des lieux des différents moyens d'accès à l'eau par habitation, une décennie avant l'implantation de la première usine de dessalement.

Fontaines publiques ou puits	Citernes et jarres	Sources, rivières	Mare
6	1051	0	3

Tableau 6 - Modes d'alimentation en eau potable à Saint-Martin, en nombre de logements (1954)
(Direction départementale de la Guadeloupe, 1958)

Ces chiffres confirment le fait que les eaux de pluies constituaient la ressource en eau privilégiée sur l'île avant le dessalement d'eau de mer. Ainsi, environ 90 % de la population (soit environ 3000 des 3360 habitants recensés en 1954) dépend des eaux pluviales pour son alimentation.

Néanmoins, compte tenu de l'irrégularité des précipitations et des problèmes sanitaires que peut engendrer le stockage d'eau, la ressource pluviale n'a pu constituer une solution durable pour l'alimentation en eau de la population croissante.

Transition vers le dessalement : comment et pourquoi ?

Contexte

A partir des années 1940, l'économie de l'île décline avec le ralentissement de l'activité des salines et la population commence à diminuer. En 1943, l'inauguration de l'aéroport Princess Juliana en partie hollandaise impulse le début de l'ère touristique de l'île. En partie française, il

faudra attendre la loi Pons de 1986 pour voir ce secteur prendre l'ampleur qu'on lui connaît aujourd'hui, et le nombre d'habitants passer du simple au triple (Illustration 5).

Dans les années 1960, l'anticipation de cet accroissement de population et les exigences minimum de qualité de service de l'industrie du tourisme imposent à la commune la mise en place d'un système fiable d'approvisionnement en eau potable.

La première usine de dessalement (utilisant le procédé de distillation) est construite en 1966 et produit 500 m³/jour. Elle stoppe son fonctionnement en 1978 pour des raisons économiques. Pour faire face à l'augmentation de la population, une seconde usine est créée en 1975 suivant le même procédé, mais pouvant produire 1000 m³/jour. Cette seconde installation a fonctionné jusqu'en 1986. Elle est ensuite remplacée par deux dispositifs utilisant cette fois le procédé de compression mécanique de vapeur et leur production totale s'élève à 1400 m³/j. Suivra l'ajout d'autres dispositifs thermiques entre 1989 et 1992 pour porter la production totale de l'usine à 7950 m³/jour. Enfin, pour diminuer les coûts de production et toujours satisfaire à la demande croissante en eau, les installations thermiques sont abandonnées au profit d'une usine de dessalement par osmose inverse, inaugurée en 2006. Cette usine peut atteindre une production maximale de 9000 m³/j.

Si l'usine de dessalement permet de satisfaire la demande des consommateurs, les procédés auxquels elle a recours demeurent énergivores malgré les efforts entrepris par la société UCDEM pour diminuer cette consommation énergétique et donc les coûts de production de l'eau.

Le choix du dessalement...

L'explosion démographique et la forte demande en eau potable qu'elle a engendrée constitue un enjeu majeur auquel la collectivité de Saint-Martin a dû faire face. Il a en particulier fallu trouver un moyen d'accéder rapidement à de grandes quantités d'eau douce. Or, la seule récupération d'eau de pluie qui ne permettait plus, à cette période, un approvisionnement suffisant et l'absence de cours d'eau permanents n'ont laissé le choix qu'entre deux ressources potentiellement exploitables : l'eau de mer et les eaux souterraines.

Les années 1960 et les Trente Glorieuses de manière plus générale, connaissent un véritable essor des nouvelles technologies. C'est à cette période que la France commence à développer son expertise aujourd'hui reconnue dans le domaine du dessalement, sous l'impulsion du « *Commissariat à l'Énergie atomique [qui] s'est intéressé au dessalement d'eau de mer, dans l'optique initiale d'un couplage dessalement et énergie nucléaire ou solaire* » (Leblanc, 2013). Saint-Martin et Saint-Barthélemy, zones sèches du territoire français, sont des candidats tout désignés pour la mise en place de cette technologie. De plus, leur fort potentiel touristique et leur localisation géographique permettront d'en faire des vitrines de l'innovation et de l'expertise française.

Enfin, le très faible niveau de connaissance des eaux souterraines de l'époque, objet de la partie suivante, a imposé le dessalement comme la seule solution existante au déficit hydrique de Saint-Martin. Ce choix de l'exclusivité du dessalement d'eau de mer pour la production d'eau à Saint-Martin a conduit à la situation actuelle, avec un prix de l'eau difficilement soutenable pour la population.

...au détriment des eaux souterraines

Les écrits des années précédant la construction de l'usine sont pauvres en information concernant les eaux souterraines. Seule une étude d'aménagement de l'île en fait mention, précisant que « *des périmètres de recherches sont établis aux environs des bourgs de Marigot*

et Grand' Case, [et que] le Génie Rural doit effectuer prochainement des sondages » (Direction départementale de la Guadeloupe, 1958). Malheureusement, aucun document faisant état des résultats de ces sondages, s'ils ont été effectués, n'a pu être trouvé. Par ailleurs, le rapport de l'Ingénieur Conseil Marmoz de 1960 à Saint-Barthélemy évoque deux ressources alternatives à l'eau de mer : les eaux de pluie et les eaux de retenue. Aucune n'est jugée apte à satisfaire la demande de la population, et la question des eaux souterraines n'est pas étudiée.

Pourtant, plusieurs textes étudiés et mentionnés précédemment attestent de l'exploitation de cette ressource dans le passé. Plusieurs hypothèses sont proposées pour expliquer le fait que les eaux souterraines n'aient pas été prises en compte dans les années 1960 :

- Les nappes seraient inexploitable d'un point de vue :

- quantitatif ; une exploitation trop importante par les activités passées aurait engendré un tarissement ou un fort appauvrissement des ressources. L'hypothèse du tarissement est peu vraisemblable puisque l'on sait que de l'eau souterraine est présente au-moins depuis 1977 (Mouret, 1977). Néanmoins, des témoignages assurent que « [...] *l'eau a disparu ! Il pourrait pleuvoir pendant mille ans maintenant, et le lendemain, il n'y aurait plus d'eau. Ceci est un mystère pour moi car j'ai le souvenir de l'endroit où j'habitais que l'on appelait le « Spring », où coulait une source permanente qui s'est asséchée* » (Henocq, 2010) ; des conditions climatiques peu favorables à la recharge des nappes durant plusieurs années couplées à une exploitation significative a potentiellement pu générer un tarissement de la source ;
- qualitatif : là aussi, une exploitation irraisonnée de la ressource par le passé aurait pu dégrader la qualité de l'eau, notamment en engendrant des phénomènes d'intrusion saline dans les aquifères ;

- ii) perte de la mémoire collective : l'émigration des habitants du début du XIXème siècle et la forte immigration liée au développement touristique a potentiellement contribué à l'appauvrissement de la mémoire collective concernant les connaissances sur les nappes d'eau souterraines. Ainsi, encore aujourd'hui, cette ressource demeure très mal connue. Cependant, des puits productifs sont toujours présents sur l'île, laissant des traces visibles du passé, ce qui rend cette hypothèse insuffisante pour expliquer la mise à l'écart des eaux souterraines pour l'alimentation en eau à l'échelle de l'île. De plus, et suite à un constat fait lors des récentes reconnaissances sur le terrain, de nombreux particuliers ont recours à la mise en place de forages.

- iii) Les enjeux du dessalement : ce procédé, en plus de répondre efficacement à la demande, véhicule une dimension politique par la démonstration de l'avancée technologique française à cette époque. De plus, il semble que les arguments en faveur de sa mise en place se soient davantage basés sur la réponse à la demande du tourisme que de la population, comme en témoigne le rapport de l'ingénieur-conseil Marmoz qui affirme qu'il s'agit d'une « *solution rentable [sic] pour le tourisme. Une chambre qui se loue de 6 à 8000 Frs par nuit peut supporter une fourniture de 200 Frs d'eau par jour* ». Pourtant, le secteur hôtelier est aujourd'hui le plus touché par le prix de l'eau, dont le m³ est facturé environ 10 €.

Les informations acquises par le biais de cette étude montrent qu'il est pertinent de prendre en considération les eaux souterraines à Saint-Martin, en appui potentiel au dessalement (en fonction des potentialités in fine). En effet, leur exploitation est historiquement avérée et l'est encore aujourd'hui, comme en témoignent les forages et puits présents sur l'île.

2.2. PROSPECTIONS SUR LE TERRAIN

Des reconnaissances géologiques et hydrogéologiques ont été conduites sur le terrain entre avril et juin 2014. Il s'agissait, entre autres, d'affiner la connaissance, notamment aux droits des secteurs clefs identifiés d'après la phase bibliographique (voir illustration 2 et illustration 3).

2.2.1. Synthèse des reconnaissances géologiques

L'île de Saint-Martin, d'une superficie de 93 km², est située à environ 200 km au nord-ouest de la Guadeloupe, à l'extrémité nord de l'arc ancien externe des petites Antilles (Illustration 9).

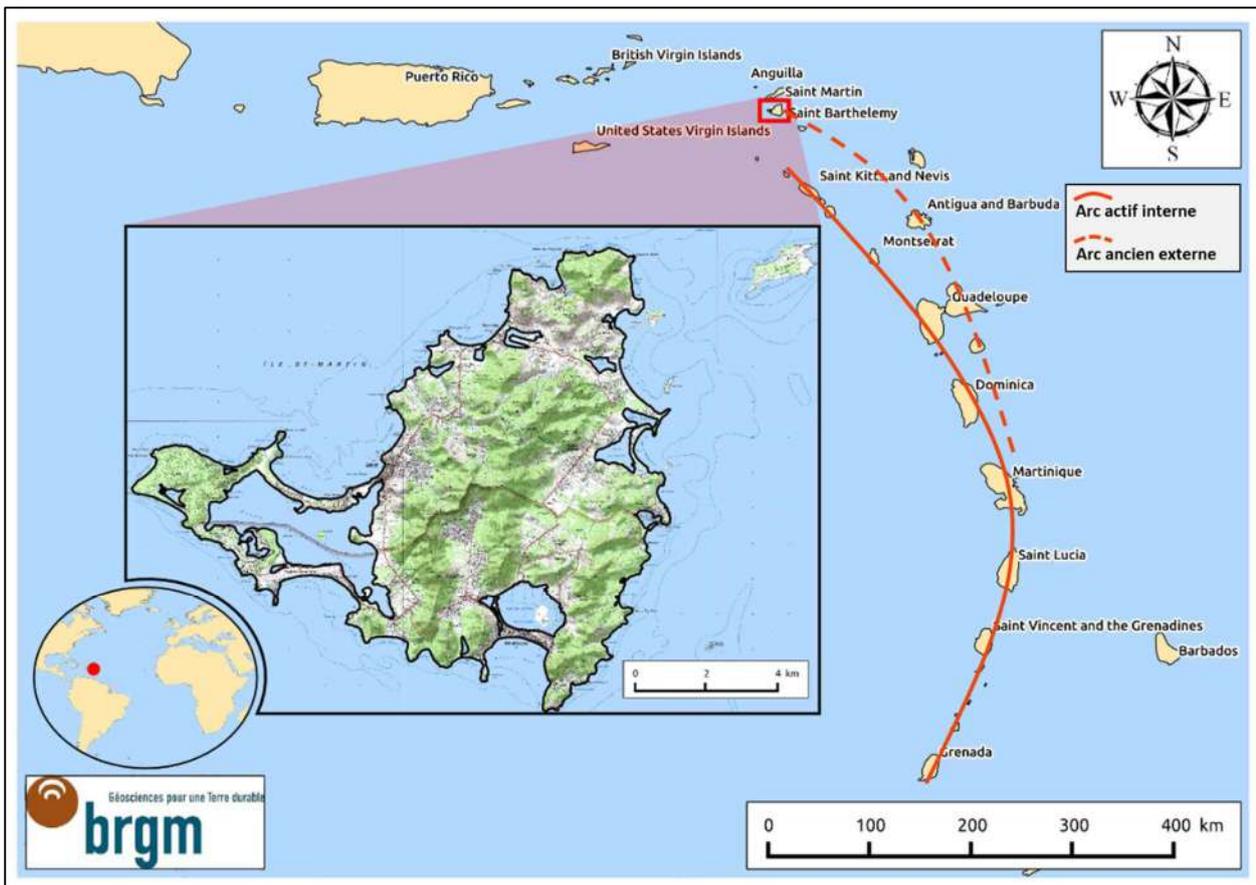


Illustration 9 - Localisation de l'île de Saint-Martin dans les petites Antilles

Cet arc est défini par une activité volcanique de l'Éocène à l'Oligocène à l'origine de la formation du substratum volcanique de l'île, puis d'une sédimentation carbonatée du Pliocène au Pléistocène.

D'après Dagain *et al.* (1989), la géologie de l'île se décompose en quatre grands groupes selon l'âge et les types de formations :

- **Série volcanique et volcano-sédimentaire de l'Éocène** formée d'une alternance de dépôts volcaniques et sédimentaires. Elle présente un pendage de 30° en direction du SSE avec une épaisseur pouvant aller jusqu'à 3 000 m. Cette série est traversée par un système plutonique qui déforme localement la roche encaissante. Elle se compose de dix formations (non détaillées ici) réparties sur tous les étages de l'Éocène. Ces formations

sont principalement composées de tufs, de cendres volcaniques et d'andésites entrecoupées par des dépôts marno-calcaires. Cette sédimentation est par ailleurs exceptionnellement développée à Saint-Martin au regard des autres îles des petites Antilles ;

- **Volcanisme et intrusion granodioritique de l'Oligocène** : formations caractérisées par le complexe plutonique intrusif granodioritique et par des brèches volcaniques d'origine sous-marine résultant de la reprise des événements éruptifs après 10 Ma d'inactivité ;
- **Formations récifales du Miocène** caractérisées par deux types de formations. La formation des Terres-Basses, composée principalement de calcaires récifaux du Miocène inférieur, et la formation de Cupecoy, caractérisée par des calcaires crayeux du Miocène moyen à supérieur ;
- **Formations Plio-Quaternaires et actuelles** : les formations Plio-Quaternaires sont composées à la base de calcaires récifaux de quelques mètres d'épaisseur formant des récifs surélevés et de grès de plage constitués de sable à coquilles. Les formations actuelles sont des éboulis de pente, des estrans sableux et des dépôts de comblement lagunaires.

Cette géologie relativement complexe a fait l'objet d'une cartographie détaillée par Dagain *et al.* (1989) ; elle est présentée en illustration 10.

Pour les besoins du volet « hydrogéologie » (voir synthèse au chapitre 2.2.2 ci-après), certaines formations géologiques ont été observées et décrites dans ce rapport (illustration 11).

Cette description a pu être opérée en visitant les affleurements accessibles et en remontant les principales ravines sèches. La planche photographique ci-dessous (illustration 11) illustre les différentes formations rencontrées lors de la tournée de reconnaissance du mois d'avril 2014.

Il en ressort que pour les besoins de ce projet en terme de connaissances géologiques, **les observations réalisées sur le terrain concordent de manière satisfaisante avec les informations de la carte géologique de Saint-Martin** (Dagain *et al.*, 1989).

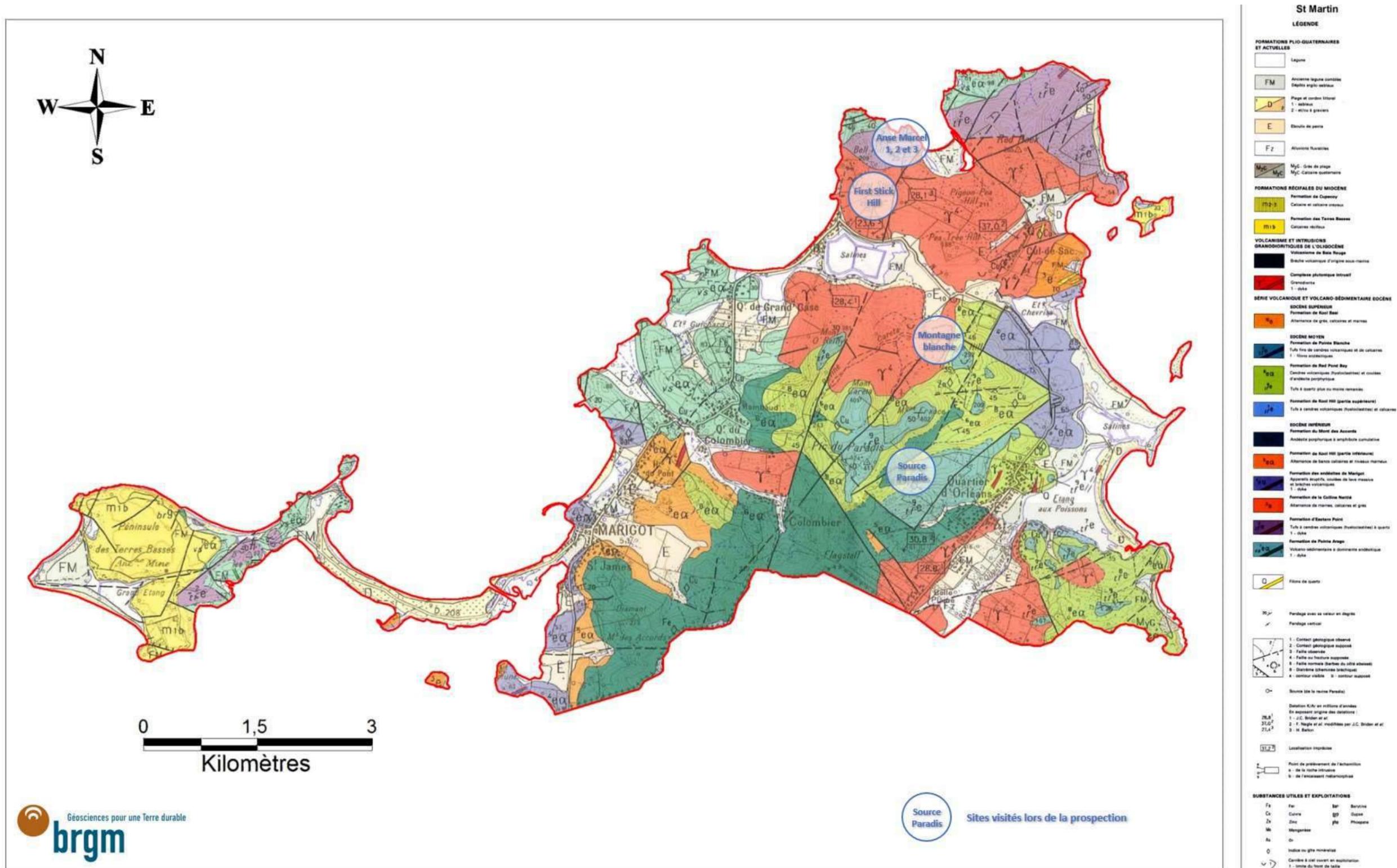


Illustration 10 - Carte géologique au 1/50 000^{ème} de l'île de Saint-Martin F.W.I (Dagain et al., 1989)

Clichés des différents affleurements géologiques rencontrés lors de la phase de prospection



First Stick Hill – Complexe plutonique granodioritique



Anse Marcel 1 et 2 – Alternance d'unités volcaniques cendreuse et de bancs sédimentaires



Anse Marcel 3 - Superposition d'unités volcaniques cendreuse décimétriques à décacécentimétrique



Anse Marcel 3 – Unités volcano-sédimentaires recoupées de dykes décimétriques à métriques.



Source Paradis (Moho) – Coulées de lave andésitique fracturées et éboulis de pente



Source Paradis (Moho) – Alternance d'unités volcanique cendreuse fines et de d'unités calcaires



Montagne blanche – Andésites massives



Montagne blanche – Complexe plutonique granodioritique



Montagne blanche – Alternance d'unités volcaniques cendreuse et d'unités calcaires

Illustration 11 - Planche photographique des différents affleurements rencontrés sur le terrain (avril 2014)

2.2.2. Synthèse des reconnaissances hydrogéologiques

Du point de vue de l'hydrogéologie, la phase prospective a consisté en :

- un inventaire le plus exhaustif possible des sources, puits et forages existant sur l'ensemble de l'île ;
- la réalisation de mesures *in situ* (pH, conductivité électrique, température, oxygène dissous et potentiel d'oxydoréduction) sur chacun des points d'eau permettant d'accéder à la ressource (cas des puits et forages potentiellement fermés) ;

Données disponibles en BSS

Une consultation de la banque de donnée du sous-sol (BSS, <http://infoterre.brgm.fr/>) du BRGM, pour la partie française de Saint-Martin a été mise en œuvre au préalable. Sur les 76 points référencés en BSS (Illustration 12), 36 points d'eau (puits, forages ou sondages) étaient renseignés (Illustration 13 - a).

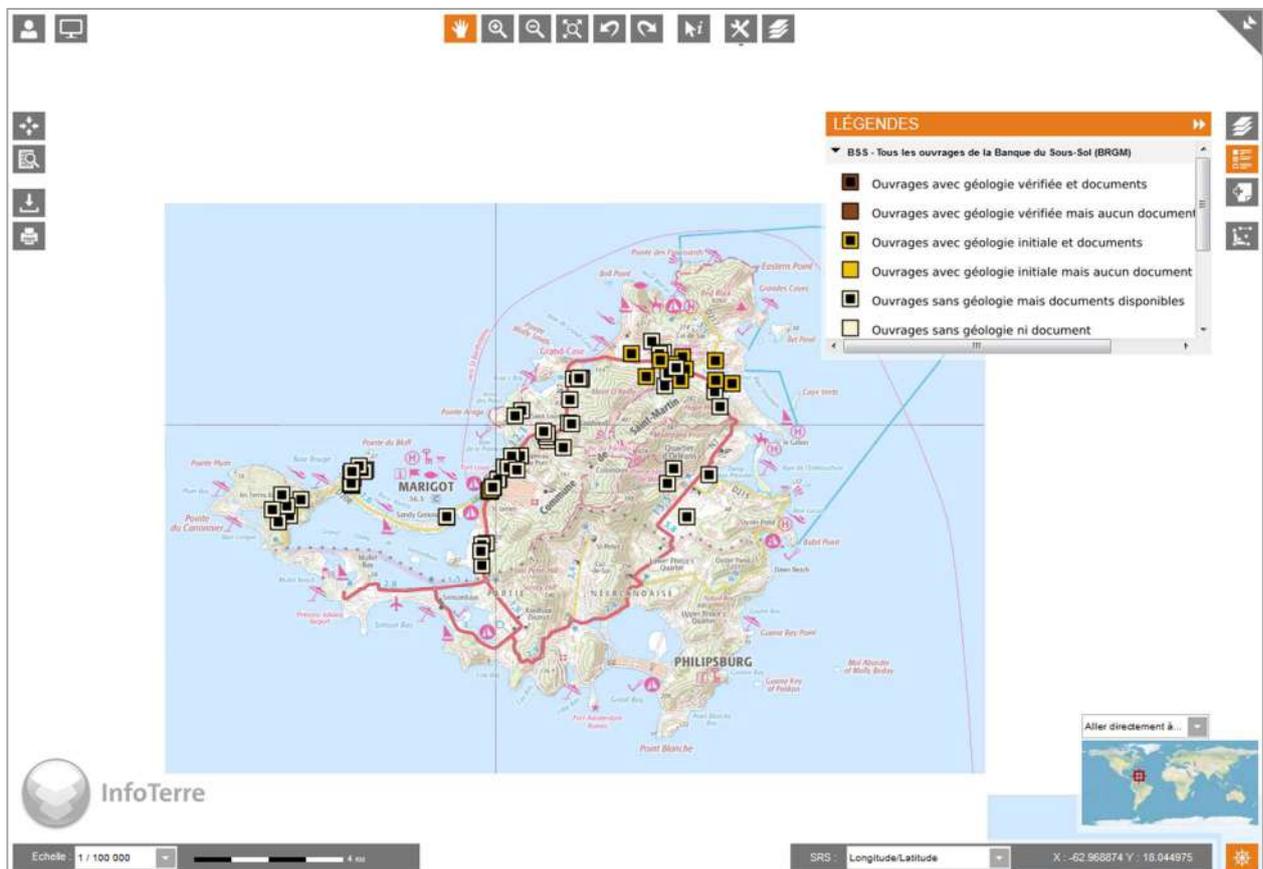


Illustration 12 - Localisation des 76 points référencés dans la Base de données du Sous-Sol (BSS).
Source : InfoTerre

Expertise des points d'eau et compléments d'inventaire

Les points d'eau référencés en BSS ont ensuite fait l'objet d'une expertise sur le terrain ; certains ouvrages n'ont pu être retrouvés en raison de leur inaccessibilité (terrains privés ou clôturés), de leur disparation (recouvrement ou destruction) ou encore du manque de précision concernant leur positionnement géographique.

13 nouveaux points d'eau ont par ailleurs été localisés, principalement grâce aux témoignages de la population. Ces derniers ont fait l'objet d'un recensement dans la banque de donnée du sous-sol et se sont vus attribuer des numéros BSS (illustration 13 - b).

Quelques ouvrages majeurs ont été investigués dans la partie hollandaise du territoire afin d'apporter des précisions sur le fonctionnement hydrogéologique global de l'île. Toutefois, ces derniers ne seront pas intégrés à la BSS qui ne couvre que le territoire national. Leurs coordonnées géographiques sont présentées dans l'illustration 13 - c.

Les différentes informations recueillies sur l'ensemble des points retrouvés sur le terrain sont les suivantes :

- **localisation géographique** ; des coordonnées géographiques ont été relevées avec un GPS (précision à ± 5 m) au droit de chaque point d'eau de manière à préciser si besoin la localisation actuellement proposée sur InfoTerre ;
- **altitude** ; celle-ci a été estimée grâce à un GPS et par recoupement avec un MNT en raison d'une précision limitée de l'appareil de mesure. Les altitudes sont fournies en m NGG, et correspondent à point d'intersection entre le point d'eau et la surface du sol ;
- pour les puits et forages, la **hauteur de la margelle** armant les ouvrages a fait l'objet d'une mesure (en m) ;
- **profondeur de l'ouvrage** ; lorsque la colonne d'eau était accessible (puits et forages ouverts), la profondeur totale de l'ouvrage a pu être estimée ;
- **profondeur et cote piézométrique de la nappe** ; une mesure piézométrique a été réalisée sur chaque point d'eau donnant accès à la nappe sous-jacente. Ces mesures sont traduites en profondeur relative par rapport à la surface du sol et en cote piézométrique par rapport au niveau 0 m NGG (niveau de la mer) ;
- **mesures physico-chimiques *in situ*** ; sur les points d'eau accessibles, des mesures physico-chimiques ont été effectuées sur les eaux souterraines. les résultats sont compilés dans le tableau 10.
- **usages de l'eau** ; lorsque cela s'est avéré possible, les usages de l'eau ont été spécifiés pour les ouvrages concernés ;
- **photographies** ; afin d'illustrer les points descriptifs précédents, des clichés ont été pris sur les points investigués. Une compilation de ces clichés est proposée dans l'illustration 15.
- **compléments d'information** ; des commentaires ont pu être ajoutés pour préciser, si nécessaire, la description des ouvrages et/ou de leur environnement immédiat.

Finalement, cet inventaire a permis d'identifier un total de **38 points d'eau sur l'île**. Les illustrations 13, 14 et 15 présentent respectivement les tableaux d'actualisation de la BSS, une carte de localisation et une planche photographique pour l'ensemble de ces points.

L'inventaire général des points d'eau de Saint-Martin est présenté en annexe 1.

Toutefois, ce chiffre est très probablement **en deçà de la réalité**. Les ouvrages de prélèvement privés (forages en particulier) semblent courants à Saint-Martin mais demeurent non déclarés et bien souvent difficiles d'accès.

Dans la perspective où les eaux souterraines s'avéreraient exploitables, un recensement plus fin serait à mettre en œuvre impérativement afin d'assurer une gestion quantitative pérenne de cette ressource.

a) État des lieux des points extraits de la BSS

N° BSS	Lieu-dit / Nom de l'ouvrage	Nature	X (WGS84 UTM20N)	Y (WGS84 UTM20N)	Ouvrage retrouvé ?
BSS002NGGG	Fond'Or 1	SONDAGE	493 375	2 000 632	✓
BSS002NGGH	Fond'Or 2	SONDAGE	493 395	2 000 662	✗
BSS002NGGJ	Ravine Colombier	PUITS	492 489	1 999 095	✗
BSS002NGGK	Ravine Colombier	PUITS	492 514	1 999 158	✗
BSS002NGGN	Cripple Gate	PUITS	492 424	1 999 223	✓
BSS002NGGP	Ravine Colombier 2	PUITS	492 525	1 998 967	✓
BSS002NGGQ	Ravine Loterie	PUITS	492 925	1 998 783	✓
BSS002NGGR	Ravine St-Louis 2	PUITS	493 061	1 999 449	✓
BSS002NGGS	Ravine St-Louis 1	PUITS	493 139	1 999 425	✓
BSS002NGGT	La Savane	PUITS	493 096	2 000 080	✗
BSS002NGGU	La Savane	FORAGE	493 325	2 000 654	✗
BSS002NGGV	Puits Cocksies	PUITS	495 194	2 001 652	✓
BSS002NGGW	Puits Norman 1	PUITS	495 494	2 001 356	✓
BSS002NGGX	Puits Norman 2	PUITS	495 395	2 001 318	✓
BSS002NGGY	Puits Norman 3	FORAGE	495 820	2 000 940	✓
BSS002NGGZ	Norman (Petit-Louis)	PUITS	495 613	2 000 790	✗
BSS002NGHA	Espérance	PUITS	495 531	2 000 449	✗
BSS002NGHB	Chevrise	FORAGE	496 811	2 000 293	✗
BSS002NGHC	Griselle	PUITS	496 945	1 999 888	✗
BSS002NGHD	Grand-Fond	PUITS	495 596	1 997 815	✗
BSS002NGHE	Pépinière 1	FORAGE	496 096	1 996 912	✓
BSS002NGHF	Quartier d'Orléans	PUITS	496 665	1 998 050	✓
BSS002NGJL	St-Jean	FORAGE	490 835	1 996 162	✗
BSS002NGJM	Saint-Jean	FORAGE	490 835	1 995 602	✗
BSS002NGJN	Puits St-Jean 2	PUITS	490 812	1 995 985	✓
BSS002NGJP	Puits St-Jean 1	PUITS	490 950	1 996 199	✓
BSS002NGJQ	Marigot - Fontaine aux pélicans	PUITS	491 263	1 997 859	✓
BSS002NGJR	Marigot	PUITS	491 245	1 997 915	✗
BSS002NGJS	Galisbay	PUITS	491 410	1 998 262	✗
BSS002NGJT	Marigot 1	PUITS	491 515	1 998 247	✓
BSS002NGJU	Marigot 2	PUITS	491 663	1 998 205	✓
BSS002NGJV	Marigot	PUITS	491 735	1 998 182	✗
BSS002NGJW	Puits Agrément	PUITS	491 825	1 998 560	✓
BSS002NGJX	Galisbay	PUITS	491 602	1 998 550	✗
BSS002NGJY	Ravine Colombier	PUITS	491 689	1 999 643	✗
BSS002NGJZ	Ravine Colombier 1	PUITS	491 859	1 999 786	✓

b) Nouveaux points ajoutés à la BSS durant la mission

N° BSS	Lieu-dit / Nom de l'ouvrage	Nature	X (WGS84 UTM20N)	Y (WGS84 UTM20N)	Date d'identification
BSS003XUUK	Puits Moho	PUITS	495 758	1 998 216	15/04/2014
BSS003YEJE	Source Paradis (Moho)	SOURCE	495 241	1 998 608	15/04/2014
BSS003YEJQ	Puits Anse Marcel 1	PUITS	495 292	2 002 679	14/04/2014
BSS003YEJY	Puits Anse Marcel 2	PUITS	495 214	2 002 786	14/04/2014
BSS003YEKC	Puits Anse Marcel 3	PUITS	495 136	2 002 889	14/04/2014
BSS003YEHI	Puits Colombier 1	PUITS	493 632	1 998 237	16/06/2014
BSS003YEEA	Puits Pépinière 2	PUITS	496 124	1 996 722	16/06/2014
BSS003YEIC	Puits Loterie Farm 1	PUITS	493 482	1 998 861	28/04/2015
BSS003YEIW	Puits Loterie Farm 2	PUITS	493 654	1 998 829	28/04/2015
BSS003YEIA	Puits Loterie Farm 3	PUITS	493 482	1 998 861	28/04/2015
BSS003YFDY	Forage La Coulée Douce	FORAGE	492 577	1 998 966	30/04/2015
BSS003YEFU	Puits Lycée des Iles du Nord	PUITS	491 726	1 997 740	30/04/2015
BSS003YEGO	Marigot - Zone commerciale	PUITS	491 513	1 998 197	16/06/2014

c) Points hors BSS localisés en partie hollandaise

Lieu-dit / Nom de l'ouvrage	Nature	X (WGS84 UTM20N)	Y (WGS84 UTM20N)	Date d'identification
Forage Cul-de-Sac 1	FORAGE	493 181	1 995 624	18/06/2014
Puits Cul-de-Sac 2	PUITS	493 333	1 995 711	
Puits Cul-de-Sac 3	PUITS	493 319	1 995 519	
Puits Koolbaai	PUITS	491 128	1 994 219	
Puits Lower Prince's	PUITS	495 302	1 995 822	
Puits Philips	PUITS	495 902	1 993 201	

Illustration 13 - Tableaux récapitulatifs de l'actualisation de la BSS suite aux différentes phases de terrain

Carte de synthèse des points d'eau de la BSS après les différentes phases de prospection



Illustration 14 – Carte de synthèse des points d'eau extraits de la BSS après les différentes phases de prospection

Points d'eau extraits de la BSS localisés à Saint-Martin - Partie française



BSS002NGGG
Fond'Or 1



BSS002NGGN
Cripple Gate



BSS002NGGP
Ravine Colombier 2



BSS002NGGQ
Ravine Loterie



BSS002NGGR
Ravine St-Louis 2



BSS002NGGS
Ravine St-Louis 1



BSS002NGGV
Puits Cocksies



BSS002NGGW
Puits Norman 1



BSS002NGGX
Puits Norman 2



BSS002NGGY
Puits Norman 3



BSS002NGHE
Pépinière 1



BSS002NGHF
Quartier d'Orléans



BSS002NGJN
Puits St-Jean 2



BSS002NGJP
Puits St-Jean 1



BSS002NGJQ
Marigot – Fontaine aux pélicans



BSS002NGJT
Marigot 1



BSS002NGJU
Marigot 2



BSS002NGJW
Puits Agrément



BSS002NGJZ
Ravine Colombier 1

Illustration 15 - Clichés des points d'eau investigués sur la partie française de Saint-Martin (2014 et 2015)

Points d'eau ajoutés à la BSS durant la mission – Partie française



BSS003YEJQ
Puits Anse Marcel 1



BSS003YEJY
Puits Anse Marcel 2



BSS003YEKC
Puits Anse Marcel 3



BSS003YEHI
Puits Colombier 1



BSS003YEJE
Source Paradis (Moho)



BSS003YEEA
Pépinière 2



BSS003YEIC
Puits Loterie Farm 1



BSS003YEIW
Puits Loterie Farm 2



BSS003YEIA
Puits Loterie Farm 3



BSS003YEGO
Marigot – zone commerciale



BSS003YFDY
Forage La Coulée Douce



BSS003YEFU
Forage Lycée des Îles du Nord



BSS003XUUK
Puits Moho – Quartier d'Orléans

Illustration 16 - Clichés des points d'eau ajoutés à la BSS (2014 et 2015)

Quelques points d'eau localisés en partie hollandaise de Saint-Martin



Forages Cul-de-Sac 1



Puits Cul-de-Sac 2



Puits Cul-de-Sac 3



Puits Koolbaai



Puits Lower Prince's



Puits Philips

Illustration 17 - Clichés de quelques points d'eau investigués sur la partie hollandaise de Saint-Martin (2014)

2.3. CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE DEVELOPPEMENT ET DE PERSISTANCE DES RESEAUX (IDPR)

Développé par le BRGM (Normand, Mardhel et Schomburgk, 2003), l'**Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR)** permet de rendre compte de façon indirecte de la capacité intrinsèque des formations du sous-sol à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie.

Les définitions et explications suivantes sont extraites du rapport « Contribution à l'évaluation de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre » (Dumon *et al.*, 2009) :

L'idée qui sous-tend l'IDPR découle de l'observation suivante : **« l'organisation du réseau hydrographique est dépendante des formations géologiques qui le supportent »**. Dans l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène, de perméabilité nulle, seule la pente et la morphologie des reliefs guident la mise en place des cours d'eau. La recherche des talwegs ou lignes de plus grande pente qui, par la gravité, rassemblent les eaux de ruissellement, doit donc conduire à la reproduction du réseau hydrographique.

Or, dans la réalité, ce réseau hydrographique théorique diffère du réseau naturel et cette différence traduit la complexité du milieu naturel. Les structures géologiques et la composition lithologique du sous-sol ont en effet une influence significative sur l'établissement des réseaux hydrographiques.

La nature des surfaces des bassins a un rôle primordial sur le comportement hydrologique de ceux-ci, notamment en fonction de la lithologie, de la pédologie et de la couverture végétale. Ces paramètres influencent grandement la perméabilité et la rugosité de la surface, qui conditionnent à leur tour la vitesse du ruissellement et le rapport de l'écoulement sur l'infiltration, appelé aussi coefficient d'écoulement.

La densité de drainage est donc un indicateur révélateur des propriétés des formations géologiques. Un bassin formé de matériaux très perméables aura en général une densité de drainage faible. A l'inverse, un bassin formé de roches imperméables mais meubles et érodables, comme des marnes ou des argiles, va souvent présenter une densité de drainage élevée.

L'IDPR devient ainsi le moyen de quantifier ce rôle en comparant un **réseau théorique** établi selon l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène (indice de développement **ID**), au **réseau naturel** mis en place sous le contrôle d'un contexte géologique hétérogène (de persistance des réseaux **PR**). L'indice de développement et de persistance des réseaux présente une métrologie de l'écart constaté entre les deux réseaux.

Afin de calculer l'IDPR, les données suivantes sont nécessaires :

- le réseau hydrographique naturel (réel/observé) ;
- le modèle numérique de terrain (nécessaire pour calculer les pentes, les bassins versants et les talwegs) ».

La **carte de l'IDPR de Saint-Martin** est présentée dans l'illustration 18 ci-dessous et met en lumière la prédominance du phénomène d'infiltration sur l'île, en particulier sur les reliefs, le cordon sableux de Sandy Ground et les Terres Basses. Les zones de ruissellement sont peu nombreuses et peu étendues.

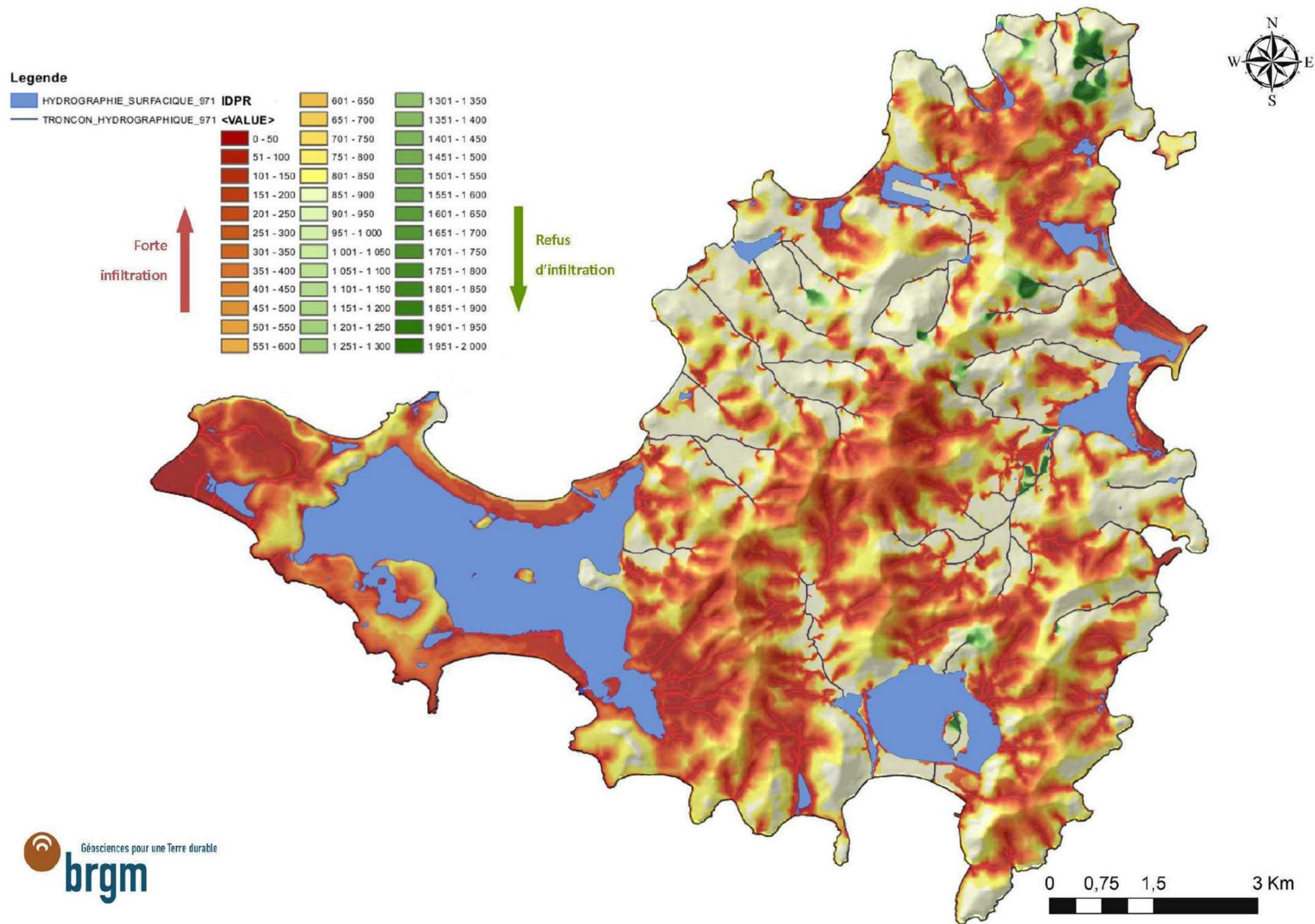


Illustration 18 - Carte de l'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux de l'île de Saint-Martin Cartographie de la piézométrie de Saint-Martin

2.4. CARTOGRAPHIE DE LA PIEZOMETRIE DE SAINT-MARTIN

Les différentes mesures de cotes piézométriques recueillies lors des phases de reconnaissance ont permis d'établir une première version de carte piézométrique de Saint-Martin.

Plus précisément, il a été choisi de prendre en compte l'ensemble des points d'accès à la nappe dans les deux parties de l'île afin de considérer les continuités hydrogéologiques à l'échelle d'un territoire cohérent.

L'ensemble des cotes relevées sur le terrain est présenté dans le tableau 7 suivant.

Référence	X (WGS84 UTM20N)	Y (WGS84 UTM20N)	Altitude (m)	Margelle (m)	Profondeur ouvrage (m)	Profondeur eau (m)	Cote piézométrique (m NGG)	Date de relevé
BSS002NGGG	493375	2000632	8				2,44	16/04/2014
BSS002NGGH	493395	2000662	6				1,86	16/04/2014
BSS002NGGL	493185	2000637	7	0,13	13,17	3,64	3,49	16/04/2014
BSS002NGGP	492586	1998916	32	0,4	7,08	2,61	29,79	16/04/2014
BSS002NGGQ	492925	1998783	45	0,65	7,43	4,22	41,43	16/04/2014
BSS002NGGR	493061	1999449	50		2,37	0,67	49,33	16/04/2014
BSS002NGGS	493118	1999450	50		3,75	1,1	48,9	16/04/2014
BSS002NGGV	495224	2001710	9	0,36		2,94	6,42	14/04/2014
BSS002NGGW	495437	2001333	5	0		1,89	3,11	14/04/2014
BSS002NGGX	495414	2001312	5	0,97		2,42	3,55	14/04/2014
BSS002NGGY	495799	2000943	9	0,5		1,14	8,36	14/04/2014
BSS002NGHE	496121	1997171	7	0,05	7,7	0,7	6,35	16/06/2014
BSS002NGHF	496698	1998166	6	0,85		2,19	4,66	15/04/2014
BSS002NGJN	490801	1995996	12	0,7	5,1		12,7	15/04/2014
BSS002NGJQ	491277	1997939	8	0,75	5,05	1,71	7,04	16/04/2014
BSS002NGJT	491515	1998221	5	0,45	3	0,89	4,56	13/06/2014
BSS002NGJU	491663	1998205	8	0,2	3,41	0,94	7,26	16/04/2014
BSS002NGJW	491761	1998445			6,99	4,85	3,15	13/06/2014
BSS002NGJZ	491840	1999778	8	0,4	5,38	2,83	6,57	16/04/2014
BSS003XUUK	495758	1998216	42	0,5	3,86	2,72	39,78	15/04/2014
BSS003YEEA	496124	1996722	7	0,56	4,25	1,65	5,91	16/06/2014
BSS003YEFU	491726	1997740	13	0,3		1,15	12,15	30/04/2015
BSS003YEIC	493482	1998861	60	0,9		6,01	54,89	28/04/2015
BSS003YEIW	493654	1998829	75	1,65		1,84	74,81	28/04/2015
BSS003YEJQ	495292	2002679	17	0,76	6,52	4,854,49	13,27	14/04/2014
BSS003YEJY	495214	2002786	11	0,79	7,63	3,81	7,98	14/04/2014
BSS003YEKC	495136	2002889	7	1,27	4,12	1,43	6,84	14/04/2014

Tableau 7 - Caractéristiques des points cotés de Saint-Martin utilisés pour la réalisation de la carte piézométrique

De plus, la répartition disparate des points cotés a motivé le choix de combiner deux méthodes de modélisation différentes dans le but d'obtenir une carte la plus fidèle possible aux

connaissances actuelles : une approche géostatistique et une approche inductive, basée sur l'observation des données recueillies.

L'approche géostatistique a consisté en la réalisation d'une interpolation par krigeage des cotes piézométriques relevées sur le territoire.

Dans l'optique d'affiner cette première interpolation, une analyse graphique de la relation entre la cote piézométrique et l'altitude des points sélectionnés a été réalisée (illustration 19) et a permis de mettre en lumière l'existence d'une très forte corrélation entre ces deux paramètres, dans l'intervalle des points cotés.

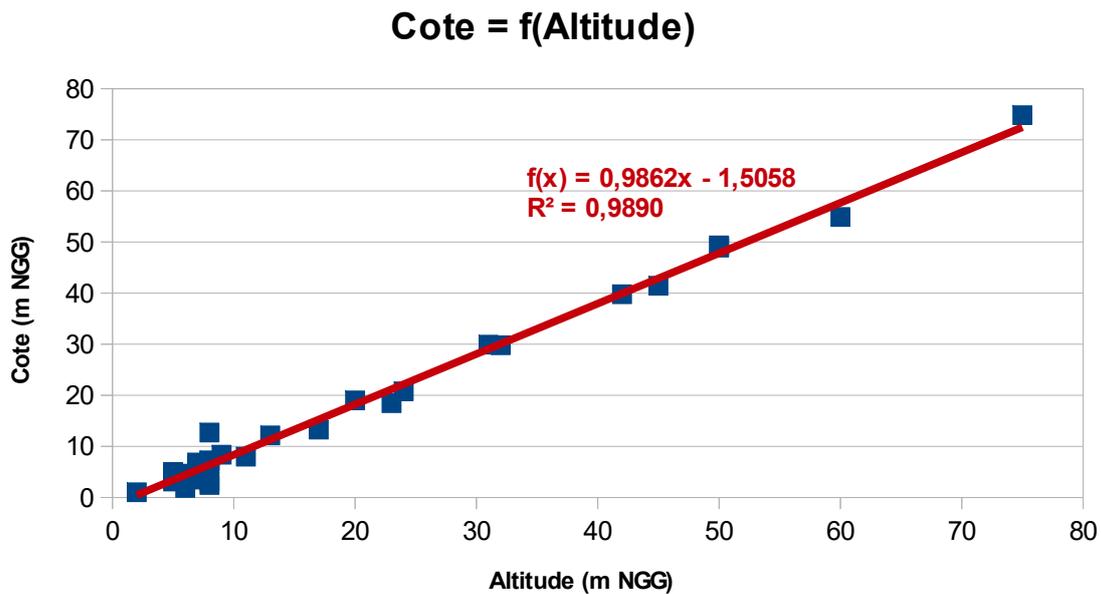
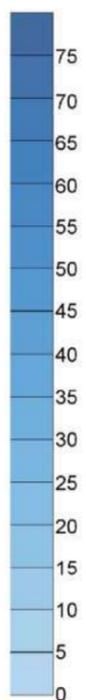


Illustration 19 - Cotes piézométriques des points sélectionnées en fonction de leur altitude

À partir de ce graphique, des courbes hydroisohypses théoriques ont pu être extraites et combinées à l'interpolation précédente, afin d'aboutir à la carte piézométrique présentée dans l'illustration 20 ci-dessous.

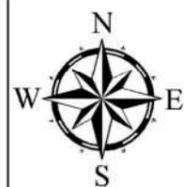
Carte piézométrique de Saint-Martin

Légende



Cote piézométrique (m NGG)

● Points d'eau cotés



Système de coordonnées:
WGS 1984 UTM Zone 20N

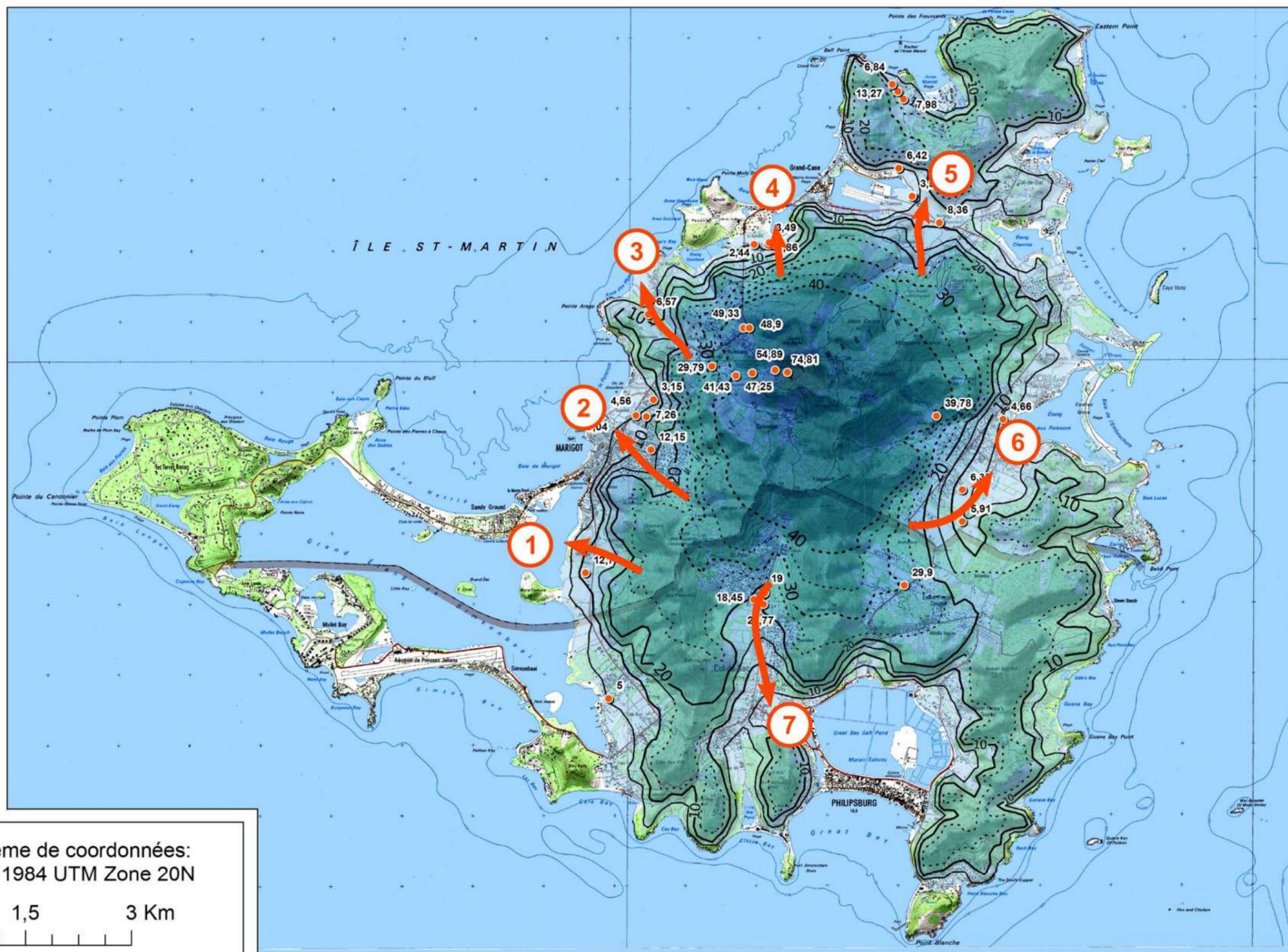
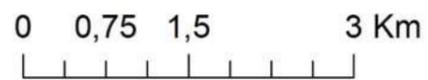


Illustration 20 - Carte piézométrique de Saint-Martin

Un fait remarquable concernant la piézométrie saint-martinoise est l'existence de cotes piézométriques relativement importantes (jusqu'à 74,81 m NGG dans le centre de l'île). L'hypothèse d'une nappe d'eau souterraine unique apparaît donc peu probable étant donné la superficie du territoire et les gradients hydrauliques trop élevés qui seraient alors induits.

Ces cotes piézométriques importantes pourraient en revanche s'expliquer par l'existence de nappes perchées au vu de la géologie relativement complexe de l'île. C'est pour cette raison que certaines hydroisohypses sont représentées en pointillés sur la carte précédente, dans les zones où l'incertitude concernant leur appartenance à la nappe basale est trop importante.

Cette première ébauche de carte piézométrique pourrait être affinée dans une étude complémentaire et la réalisation de deux cartes, en hautes et basses eaux, apporterait des informations supplémentaires pertinentes dans un contexte d'exploitation de la ressource en eau souterraine.

Par ailleurs, comme indiqué sur l'illustration 20 précédente, 7 grands axes de drainage de la nappe ont été mis en évidence sur l'île :

1. Le secteur de Bellevue / Saint-Jean ;
2. Le bassin de Concordia ;
3. Le secteur de la ravine Colombier ;
4. La plaine de la Savane ;
5. La vallée de l'Espérance ;
6. La zone du Quartier d'Orléans ;
7. La vallée de Cul-de-Sac en partie hollandaise.

Ces axes concordent avec les zones à potentiel hydrogéologiques issues de la bibliographie et présentées dans l'illustration 2.

3. Phase 2 : Etat des lieux de la qualité de la ressource en eau

3.1. ANALYSE DES DONNEES PHYSICO-CIMIQUES ISSUES DE LA COMPILATION BIBLIOGRAPHIQUE

L'ensemble des analyses physico-chimiques issues de la bibliographie est fourni dans le tableau 4 (partie 2.1.1).

Les eaux souterraines analysées dans ces précédentes études présentent généralement un faciès chloruré sodique et témoignent d'une influence marine (illustration 21). Les points qui diffèrent de ce faciès sont localisés à Colombier et à Ravine Loterie (bicarbonaté calcique), au puits de St-Jean (bicarbonaté sodique) et aux forages du golf (bicarbonaté sodique et calcique). L'enrichissement relatif en calcium et en magnésium des forages du golf (35 m de profondeur) par rapport au puits peut s'expliquer par une circulation de l'eau souterraine en milieu calcaire (formation de Kool Hill).

Les eaux analysées dans la bibliographie sont généralement très minéralisées avec des concentrations pouvant varier de 355 à 4720 mg/l. Ce sont logiquement les points d'eau en partie centrale de l'île qui possèdent les eaux les moins minéralisées. Les points dont la minéralisation est inférieure à 1500 mg/l sont situés dans le secteur de Grand Case.

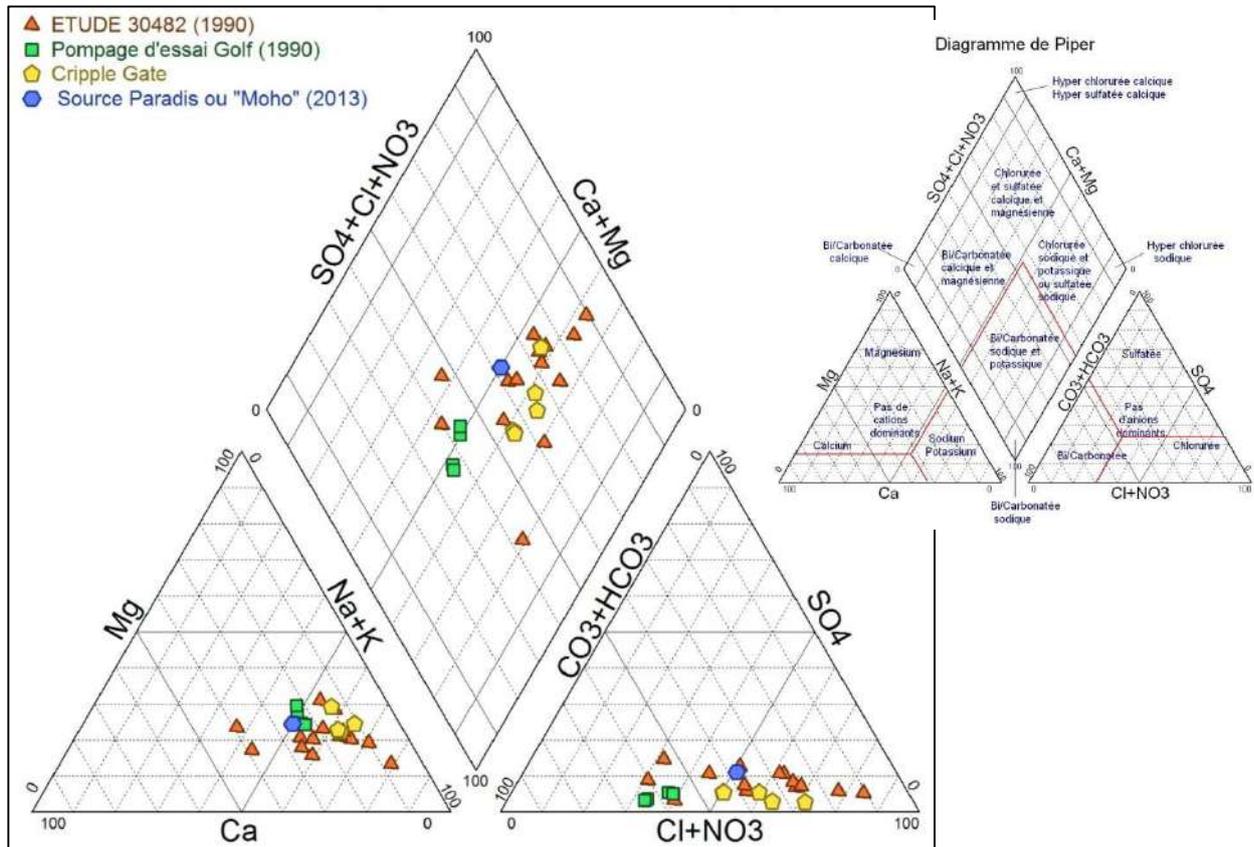


Illustration 21 – Diagramme de Piper : compilation des études

3.2. DEFINITION D'UN PLAN DE PRELEVEMENT

Suite aux reconnaissances géologiques et hydrogéologiques (partie 2 du rapport) treize puits et deux forages répartis sur l'ensemble de l'île ont été retenus pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques (illustration 22). Ceux-ci ont fait l'objet d'une campagne de prélèvements du 17 au 21 juillet 2014.

Le tableau 8 présente les caractéristiques principales des points d'eau choisis pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques :

Point d'eau	Code BSS	Lieu-dit	Type	X (WGS84 UTM20N)	Y (WGS84 UTM20N)
Fond'Or 1	BSS002NGGG	La Savane	Forage	493131	2000643
Pépinière 1	BSS002NGHE	Quartier d'Orléans	Forage	496121	1997171
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	Anse Marcel	Puits	495292	2002679
Puits Cocksies	BSS002NGGV	Aéroport de l'Espérance	Puits	495194	2001652
Ravine St-Louis 1	BSS002NGGS	Rambaud	Puits	493118	1999450
Ravine Colombier 1	BSS002NGJZ	Anse des Pères	Puits	491840	1999778
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	Centre équestre	Puits	492586	1998916
Marigot 1	BSS002NGJT	Galisbay	Puits	491515	1998221
Marigot - Fontaine aux pélicans	BSS002NGJQ	Centre ville - Fontaine	Puits	491277	1997939
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	Quartier d'Orléans	Puits	496698	1998166
Puits Moho	BSS003XUUK	Roches gravées	Puits	495758	1998216
Puits Koolbaai	Non référencé	Koolbaai (Partie Hollandaise)	Puits	491128	1994219
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	St Peter (Partie Hollandaise)	Puits	493333	1995711
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	St Peter (Partie Hollandaise)	Puits	493319	1995551
Lower Prince's	Non référencé	Lower Prince's Quarter (Partie Hollandaise)	Puits	495302	1995822

Tableau 8 – Caractéristiques principales des points d'eau choisis

Les sites de prélèvement étant majoritairement publics, aucune demande d'autorisation n'a été effectuée. Pour les deux points d'eau privés (Puits Anse Marcel 1 et Pépinière 1) un accord oral a été obtenu suite aux prospections de terrain.

Il est à noter que la source Paradis (ou Moho, n°BSS003YEJE), localisée dans la commune de Quartier-d'Orléans, a fait l'objet d'analyses en 2013 dans le cadre d'un projet visant à déterminer le fond géochimique naturel des eaux souterraines de l'île de Saint-Martin (T. Ratsimihara *et al.*, 2014).

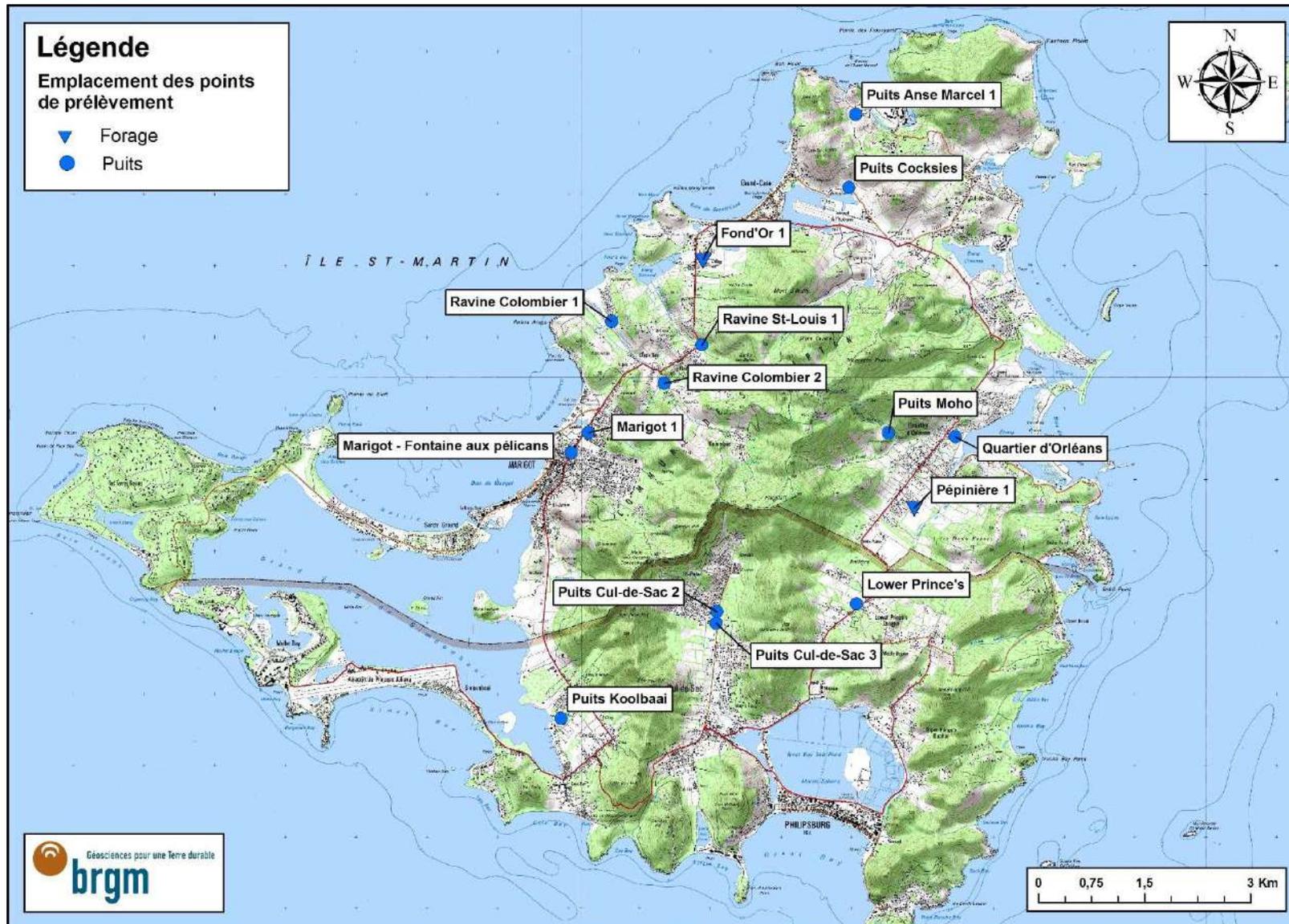


Illustration 22 – Emplacement des points de prélèvements retenus pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques

3.3. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

3.3.1. Protocole de prélèvement

Les prélèvements ont été effectués en respectant les préconisations du guide technique AQUAREF sur l'échantillonnage en eau souterraine. Ce document reprend et précise les exigences des documents normatifs :

- Le fascicule de documentation AFNOR FD X31-615 « Qualité du sol – Méthode de détection et de caractérisation des pollutions – Prélèvements et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage » (décembre 2000).
- Le guide AFNOR FD T90-523-3 « Qualité de l'Eau – Guide de prélèvement pour le suivi de qualité des eaux dans l'environnement – Partie 3 : Prélèvement d'eau souterraine » (janvier 2009) ;
- le guide des prescriptions techniques "surveillance des milieux aquatiques continentaux" publié par les partenaires du réseau AQUAREF en 2011 (BRGM, IRSTEA, INERIS)² ;
- Le guide AFNOR FD T 90-520 « Qualité de l'Eau – Guide de prélèvement pour le suivi sanitaire des eaux en application du Code de Santé publique » (2005).

Les paramètres mesurés et analysés sont les suivants :

- Paramètres physico-chimique *in situ* (température, pH, conductivité, O₂ dissous et potentiel redox) ;
- Éléments majeurs : CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, F⁻, PO₄³⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, NH₄⁺, SiO₂, COD ;
- Éléments traces: Al, As, Ba, B, Br, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr et Zn ;
- Bactériologie : Entérocoques fécaux, Escherichia coli et Coliformes totaux, tous trois quantifiés en nombre d'individus par 100 ml.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une pompe électrique immergée PowerPurge 36 de marque SDEC (illustration 23).



Illustration 23 – Pompe PowerPurge36 24V et survolteur 12/24V (marque SDEC)

² <http://www.aquaref.fr/guide-des-prescriptions-techniques-surveillance-des-milieux-aquatiques-continentaux>

Un pompage a été réalisé sur chaque site avant l'échantillonnage afin de vidanger, si possible, l'ouvrage. La plupart des puits ayant un volume d'eau trop important pour une vidange totale, une stabilisation des paramètres *in-situ* (variation inférieure à 5 %) au niveau du tuyau d'exhaure de la pompe a été observée avant le prélèvement.

Les paramètres physico-chimiques *in situ* (pH, Eh, conductivité et température) ont été suivis à l'aide d'une sonde multi-paramètres HI 98280 de marque HANNA.

Le niveau piézométrique a été également mesuré par le BRGM à l'aide d'une sonde manuelle lumineuse TLC de marque SOLINST.

Un flaconnage spécifique a été utilisé pour le stockage des échantillons selon les normes NF en ISO 5667-3 "Qualité de l'eau – Echantillonnage - Partie 3 : lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau" (juin 2004).

Pour les paramètres suivants : COD, Cations, Anions, Hg Dissous, NO₂, NH₄, une filtration à l'aide d'une seringue et d'un filtre à 0,45 µm a été utilisée. Une acidification a également été nécessaire pour assurer une stabilisation des échantillons.

Les échantillons d'eau prélevés ont été conditionnés dans des glacières et transmis aux laboratoires d'analyses. Pour des raisons pratiques (délais, transport), les analyses bactériologiques ont été réalisées au St. Maarten Laboratory Services (SLS), en partie hollandaise. Pour le reste des échantillons, les glacières ont été envoyées au laboratoire d'analyses LAB du BRGM via un transitaire dans un délai de 48 heures.

3.3.2. Déroulement de la campagne de prélèvements

Les dates de prélèvements par point d'eau sont renseignées dans le tableau 9 ci-après.

Point d'eau	Code BSS	Lieu-dit	Date
Puits Cocksies	BSS002NGGV	Aéroport de l'Espérance	17/07/2014
Ravine Colombier 1	BSS002NGJZ	Anse des Pères	17/07/2014
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	Centre équestre	17/07/2014
Ravine St-Louis 1	BSS002NGGS	Rambaud	17/07/2014
Lower Prince's	Non référencé	Lower Prince's Quarter (Partie Hollandaise)	18/07/2014
Marigot 1	BSS002NGJT	Galisbay	18/07/2014
Marigot - Fontaine aux pélicans	BSS002NGJQ	Centre ville - Fontaine	18/07/2014
Puits Koolbaai	Non référencé	Koolbai (Partie Hollandaise)	18/07/2014
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	Quartier d'Orléans	18/07/2014
Fond'Or 1	BSS002NGGG	La Savane	19/07/2014
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	St Peter (Partie Hollandaise)	19/07/2014
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	St Peter (Partie Hollandaise)	19/07/2014
Pépinière 1	BSS002NGHE	Quartier d'Orléans	21/07/2014
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	Anse Marcel	21/07/2014
Puits Moho	BSS003XUUK	Roches gravées	21/07/2014

Tableau 9 – Dates des prélèvements sur les points d'eau

En complément du protocole de prélèvement présenté en partie 3.3.1, des précautions complémentaires ont dû être observées afin de ne pas contaminer les échantillons prélevés (illustration 24).



Illustration 24 – Prélèvements d'eau au forage Pépinère 1

Durant la campagne de prélèvements il a été constaté que certains puits, aussi bien en partie française qu'en partie hollandaise, font l'objet de pompages réguliers (illustration 25).

Ces pompages sont susceptibles d'impacter significativement la qualité de l'eau souterraine. Par exemple, le camion présent au Puits Cocksies est utilisé pour la vidange de fosses septiques. Or, l'eau du puits est utilisée pour nettoyer le réservoir et est ensuite déversée à quelques centaines de mètres de l'ouvrage.

Les puits de l'île semblent donc sollicités de manière substantielle et des pollutions ponctuelles ne sont pas à exclure par ce biais.



Puits Cocksies (BSS002NGGV, partie française)



Puits Cul-de-Sac 2 (partie hollandaise)

Illustration 25 – Exemples de puits prélevés régulièrement

3.3.3. Résultats et interprétations

a) Paramètres in-situ

Les résultats fournis dans le tableau 10 donnent des valeurs à la fois pour le début et la fin du pompage. Le puits *Koolbaai* étant artésien, il n'a pas été nécessaire d'y mettre un pompage en place, d'où la présence d'une seule valeur pour chaque paramètre.

Point d'eau	Code BSS	Date	Température (°C)		Conductivité à 25°C (µS/cm)		pH		Oxygène dissous (%)		Potentiel redox (mV)	
			Début pompage	Fin pompage	Début pompage	Fin pompage	Début pompage	Fin pompage	Début pompage	Fin pompage	Début pompage	Fin pompage
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	21/07/2014	28,8	28,4	834	830	7,11	7,08	17,7	15,5	-497,1	-394,5
Puits Cocksies	BSS002NGGV	17/07/2014	28,3	28,7	8877	8950	6,92	6,98	51,6	41,1	-219,8	-234,8
Ravine St-Louis 1	BSS002NGGS	17/07/2014	28,4	28,4	2945	2889	7,01	7,12	38,8	38,1	-207,6	-218,8
Ravine Colombier 1	BSS002NGJZ	17/07/2014	29,2	28,7	3303	3263	7,06	7,15	27,6	25,3	-234,6	-234,6
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	17/07/2014	28,8	28,2	1932	1819	7,06	7,08	25,2	15,9	-236,4	-254,8
Marigot 1	BSS002NGJT	18/07/2014	28,11	27,8	3356	3264	7,61	7,67	36,6	33,9	-236,8	-237,8
Marigot - Fontaine aux pélicans	BSS002NGJQ	18/07/2014	29,78	30,37	1706	1682	7,54	7,53	47,3	35,5	-236,8	-244,6
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	18/07/2014	29,2	30	3780	3811	6,94	6,98	28	19	-228,2	-258,2
Puits Moho	BSS003XUUK	21/07/2014	26,96	26,92	2597	2530	6,83	6,94	31,8	17,1	-234,4	-253,1
Fond'Or 1	BSS002NGGG	19/07/2014	28,4	29	3644	4215	7,8	7,05	19,9	10,8	-258,3	-519,4
Pépinière 1	BSS002NGHE	21/07/2014	31,16	30,7	6980	7841	7,13	7,25	19	20,6	-189,36	-219,9
Puits Koolbaai	Non référencé	18/07/2014	28,76		1975		7,01		12,8		-220,5	
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	19/07/2014	30,4	30	2571	2566	7,31	7,28	38,4	29,6	-193,3	-197,3
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	19/07/2014	31	30,7	2615	2599	7,4	7,31	66,3	51,1	-790,1	-185,8
Lower Prince's	Non référencé	18/07/2014	30,6	30,69	2832	2817	7,18	7,16	32,2	17	-208,4	-208

Tableau 10 – Paramètres in-situ mesurés sur les points de prélèvement

➤ Conductivité

Une forte dispersion des valeurs en début de pompage est constatée, puisque ces dernières varient de 834 à 8877 µS/cm. Douze points sur quinze présentent une conductivité variant entre 1500 et 4000 µS/cm, synonyme d'une eau fortement minéralisée, voire saumâtre. Le puits Cocksies (BSS002NGGV) et le forage Pépinière 1 () enregistrent des valeurs très élevées (respectivement 8877 et 6980 µS/cm). Une baisse de la conductivité en fin de pompage a été constatée sur 10 points d'eau. Le puits Ravine Colombier 2 (BSS002NGGP) présente la plus forte baisse (- 113 µS/cm). En revanche, la conductivité des points d'eau cités au paragraphe précédent augmente très fortement avec un maximum de + 861 µS/cm enregistré pour le forage Pépinière 1 (BSS002NGHE). Ceci pourrait s'expliquer par une possible mobilisation du biseau salé durant le pompage.

➤ Température et pH

De manière générale, la gamme de valeurs est peu étendue et de faibles variations sont enregistrées entre le début et la fin du pompage. La température fluctue entre 26 et 31 °C et le pH reste proche de la neutralité. Il est important de relever un pH de 7,8 en début de pompage sur le forage Fond'Or 1 (BSS002NGGG) mais celui-ci redescend à 7,05 au moment du prélèvement.

➤ **Oxygène dissous et potentiel d'oxydo-réduction**

Les valeurs d'oxygène dissous varient entre 12,8 et 66,3 % en début de pompage. La quasi-totalité des points d'eau (14 sur 15) présentent une baisse des valeurs à la fin du pompage. Le maximum est enregistré sur les puits Cul-de-Sac 3 et Lower Prince's (-15,2 %). Cette baisse peut s'expliquer par un renouvellement des eaux souterraines, moins riches en oxygène.

Le potentiel d'oxydoréduction varie fortement sur l'ensemble des points d'eau analysés (-189,36 à -790,1 mV). Aucune tendance n'est dégagée lors de la comparaison avant et après pompage. Il est tout de même important de relever qu'un potentiel d'oxydoréduction fortement négatif peut être associé à une importante activité bactérienne constatée dans certains puits (odeur fétide lié au gaz H₂S en milieu réducteur) notamment Anse Marcel 1 et Fond'Or 1 (BSS002NGGG).

Les interprétations découlant de ces paramètres doivent être appréhendées avec précaution en raison de leur forte variabilité.

➤ **Interprétation des valeurs *in situ***

Après analyse de l'ensemble des paramètres *in situ*, le point de prélèvement présentant les caractéristiques qualitatives les plus intéressantes est le puits **Ravine Colombier 2 (BSS002NGGP)**. En effet, les valeurs enregistrées sur ce point ont montré une nette amélioration entre le début et la fin du pompage. La baisse de la conductivité et du taux d'oxygène dissous peuvent traduire un renouvellement de l'eau souterraine, moins minéralisée et moins riche en oxygène. Le pH, proche de la neutralité et la température varient peu. Finalement, le potentiel d'oxydoréduction, bien qu'augmentant légèrement, reste dans une gamme de valeurs acceptable.

Remarque : Cette interprétation se base uniquement sur les analyses des paramètres *in-situ*. Les analyses chimiques et bactériologiques n'ont pas été prises en compte à ce stade.

b) Analyses chimiques

Le tableau présentant les résultats des analyses est consultable en annexe 2. Pour une meilleure représentativité des données, des diagrammes de Piper (PIPER A. M., 1953) ont été générés à l'aide du logiciel DIAGRAMMES (SIMLER, R.).

➤ **Faciès chimique des eaux analysées (Illustration 26)**

De manière générale, les eaux souterraines saint-martinoises ont un faciès chloruré sodique. Les seules exceptions concernent les puits Anse Marcel 1 et Marigot – Fontaine aux pélicans présentant un faciès carbonatée sodique ainsi que le puits Cocksies dont l'eau est de type chloruré calcique. Le faciès dominant sur l'île (chloruré sodique) pourrait s'expliquer par une influence marine importante ou par un fond géochimique élevé. La géologie fournit également des indications sur l'origine des faciès en présence. Les eaux captées par les puits Anse Marcel 1 et Marigot – Fontaine aux pélicans pourrait traverser des formations sédimentaires expliquant ainsi la présence d'éléments carbonatés.

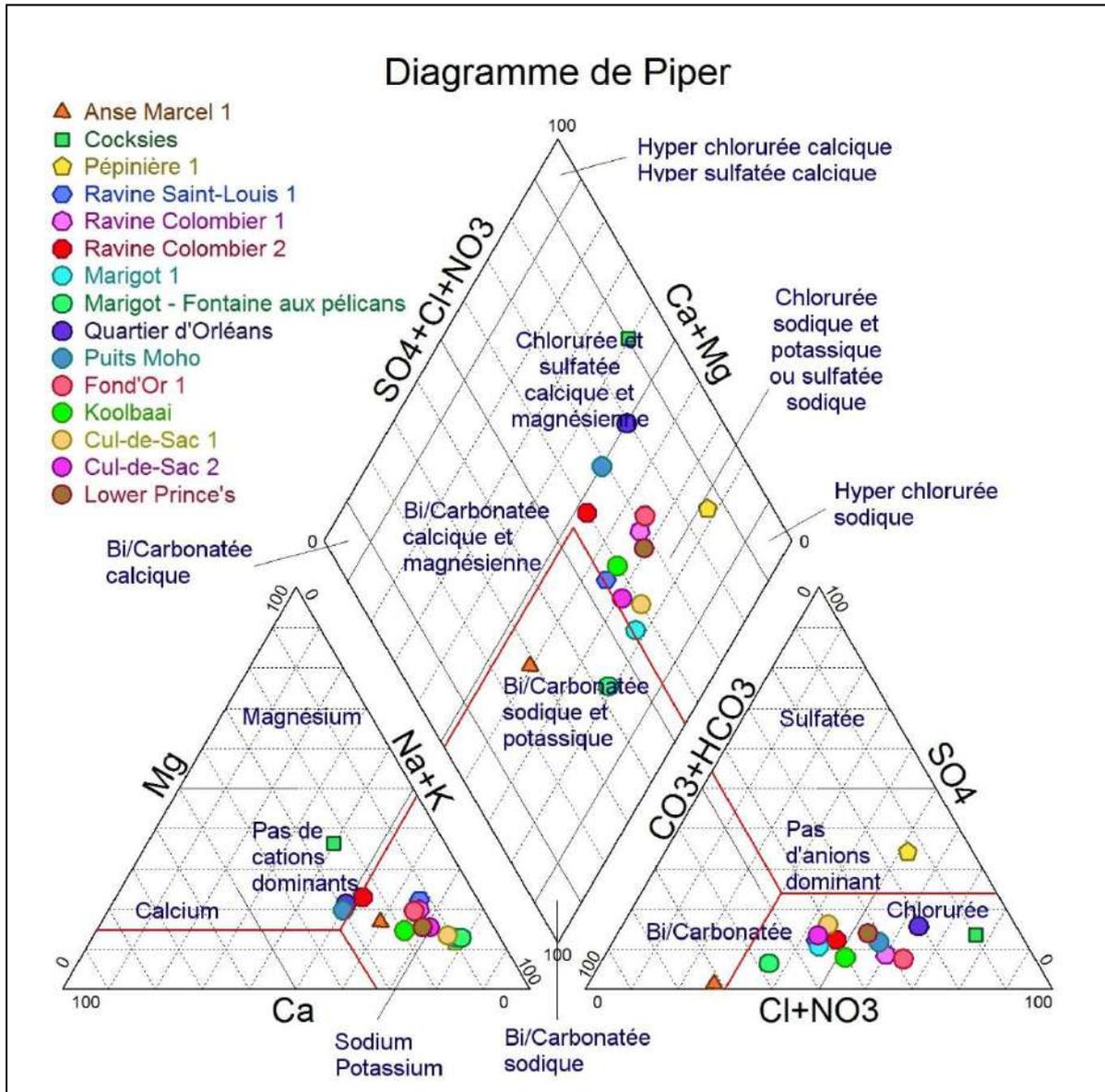


Illustration 26 – Diagramme de Piper des eaux analysées en 2014 à Saint-Martin

➤ **Comparaison avec les analyses chimiques de 1989 (Illustration 27)**

A grande échelle, le faciès des eaux de l'île de Saint-Martin est resté quasiment inchangé en 25 ans. Les types d'eau sont légèrement différents en raison de l'emplacement des prélèvements qui n'est pas identique. Il est important de noter une dispersion de la donnée plus importante pour les analyses chimiques de 2014.

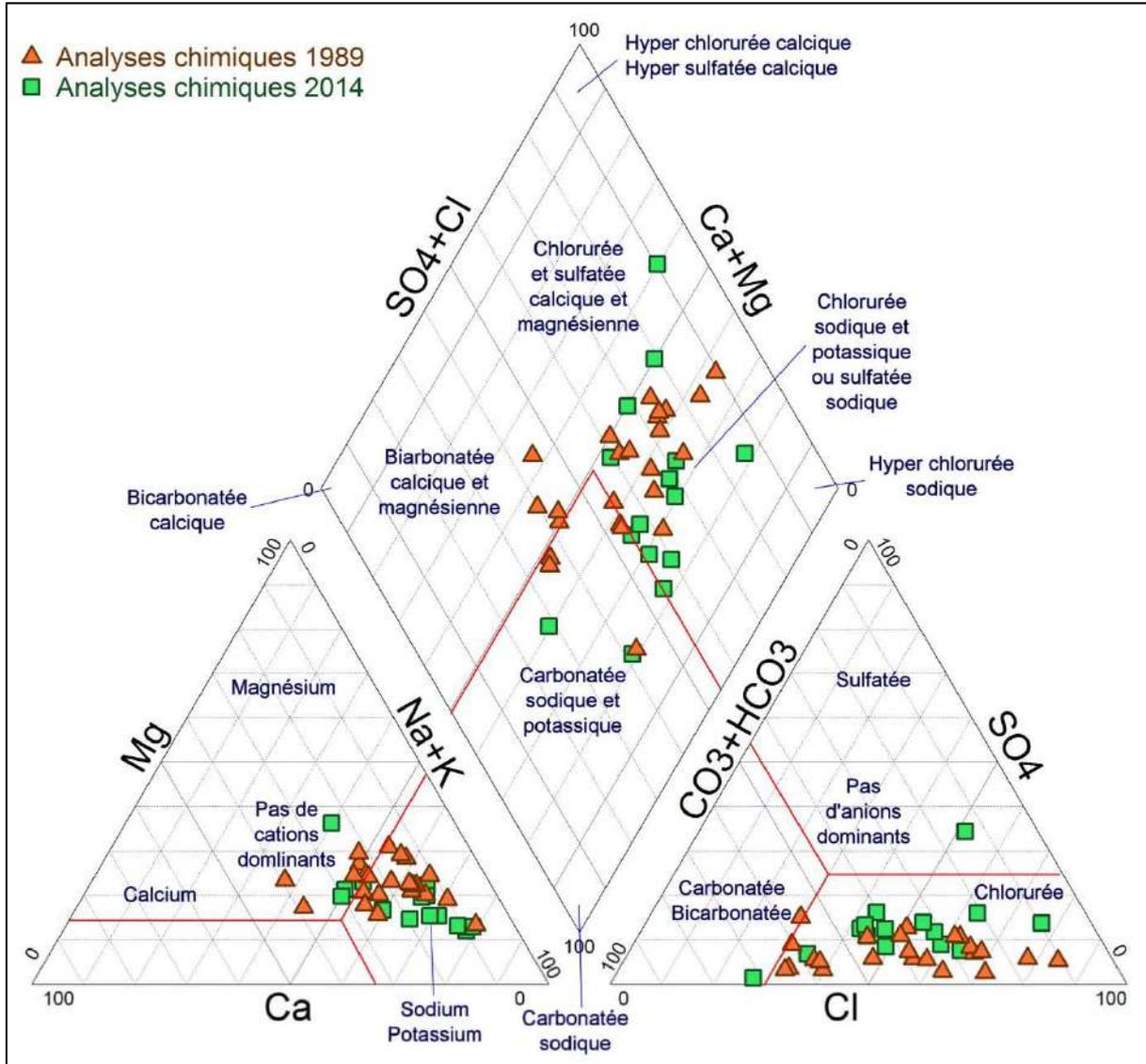


Illustration 27 – Diagramme de Piper des eaux analysées en 2014 à Saint-Martin

Une comparaison a pu être effectuée à plus petite échelle entre certains points. En effet, deux lieux de prélèvement sont directement comparables entre 1989 et 2014 (Ravine Saint-Louis et Marigot – Fontaine aux pélicans) et un troisième est situé à proximité (noté Ravine Colombier aval ou Ravine Colombier 2). L'illustration 28 montre l'évolution de la chimie des eaux pour ces points.

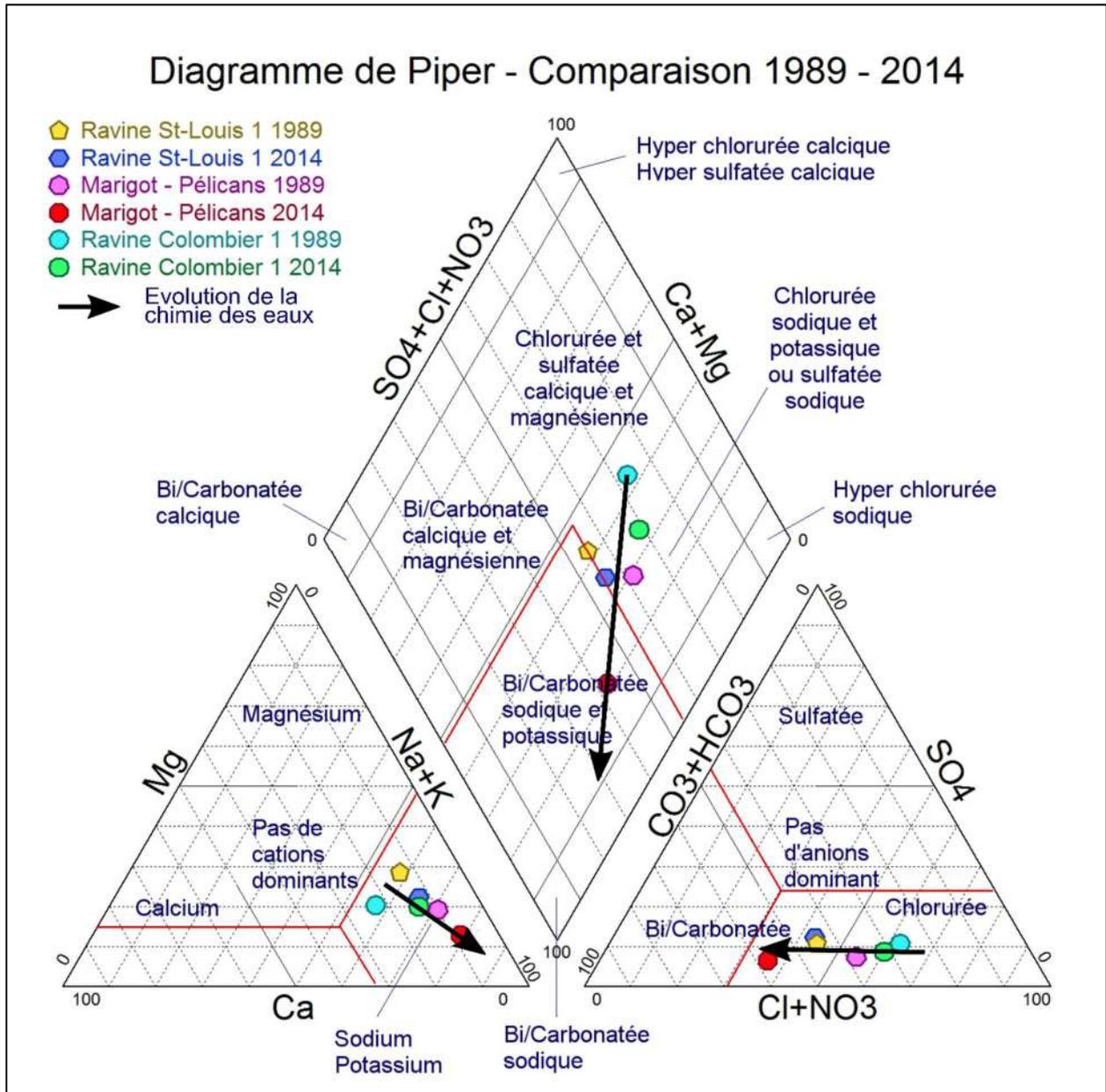


Illustration 28 – Diagramme de Piper des eaux analysées en 2014 à Saint-Martin

Les constatations sur l'évolution de la chimie des eaux sur une période de 25 ans pour ces trois points sont les suivantes :

- Augmentation des teneurs en Na^+/K^+ et $\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$;
- Diminution des teneurs en Ca^{2+} et Cl^- ;
- Teneurs stables pour Mg^{2+} et SO_4^{2-} ;

Les eaux ont donc tendance à évoluer vers un faciès carbonaté sodique et potassique. L'évolution la plus importante est constatée sur le puits Marigot – Fontaine aux pélicans avec un passage du faciès chloruré sodique et potassique à celui de type carbonaté sodique et potassique.

➤ **Cartes des isoconcentrations (mg/L) en Na⁺ et Cl⁻**

A partir des analyses chimiques, des cartes interprétées des isoconcentrations en Na⁺ et Cl⁻ ont été réalisées (illustration 29). Les concentrations en Na⁺ et Cl⁻ (mg/L), la géologie ainsi que la tectonique locale ont été utilisées. L'étude de ces cartes permet de faire ressortir les observations suivantes :

- Des **zones de fortes teneurs en Na⁺ et Cl⁻** ont été mises en évidence dans les parties Nord et Est de l'île. L'influence du biseau salé y est probable ;
- Des **limites interprétées** (probablement d'origine tectonique) ont été placées afin d'expliquer les variations importantes de teneur en Na⁺ et Cl⁻ sur des points d'eau proches l'un de l'autre (par exemple Marigot 1 et Marigot – Fontaine aux pélicans) ;
- Le secteur de la **vallée du Colombier** est caractérisé par **une courbure des isolignes** (plus prononcée pour les teneurs en Na⁺) le long de l'axe de la vallée. La concavité des isolignes est orienté vers l'aval de la ravine du Colombier, ce qui témoigne d'un possible apport d'eau souterraine moins chargée en sels dissous depuis l'amont ;
- Dans la partie Est, les lignes d'isoconcentration se situent plus à l'intérieur de l'île ;
- La région de Marigot est marquée par des différences importantes de concentration en Na⁺ et Cl⁻. La partie Sud semble moins influencée par des eaux d'origine marine ;
- Les données recueillies en partie hollandaise permettent de mettre en évidence, pour les teneurs en Na⁺ et Cl⁻, une continuité des isolignes de 300 mg/L au Sud de Marigot jusque dans le District de Koolbaai. Cette région présenterait donc un bon potentiel hydrogéologique ;
- Finalement les concentrations des quartiers Lower Prince's, du Quartier d'Orléans et de la Baie orientale sont relativement similaires et présentent une continuité des lignes d'isoconcentration. A noter que les isolignes pour les teneurs en Na⁺ sont plus rapprochées, témoignant d'un gradient de concentration plus important.

Cette carte constitue une interprétation des valeurs obtenues. La complexité de l'environnement (géologie, tectonique, aquifère multiple, fonds géochimiques naturels) ne permet pas de produire une carte idéale des isoconcentrations. Celle-ci pourra être sujette à des modifications au fur et à mesure de l'avancée de la connaissance.

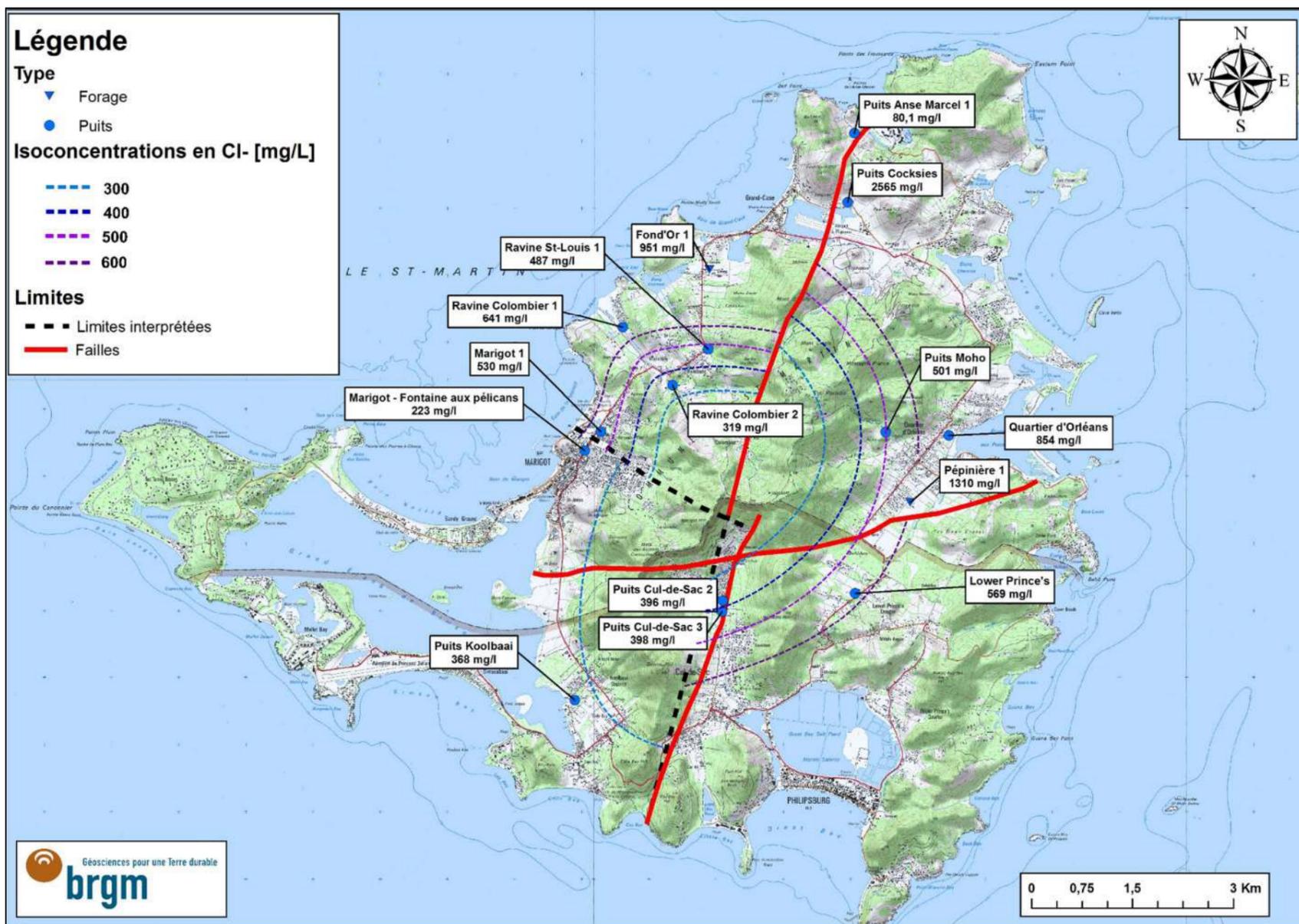
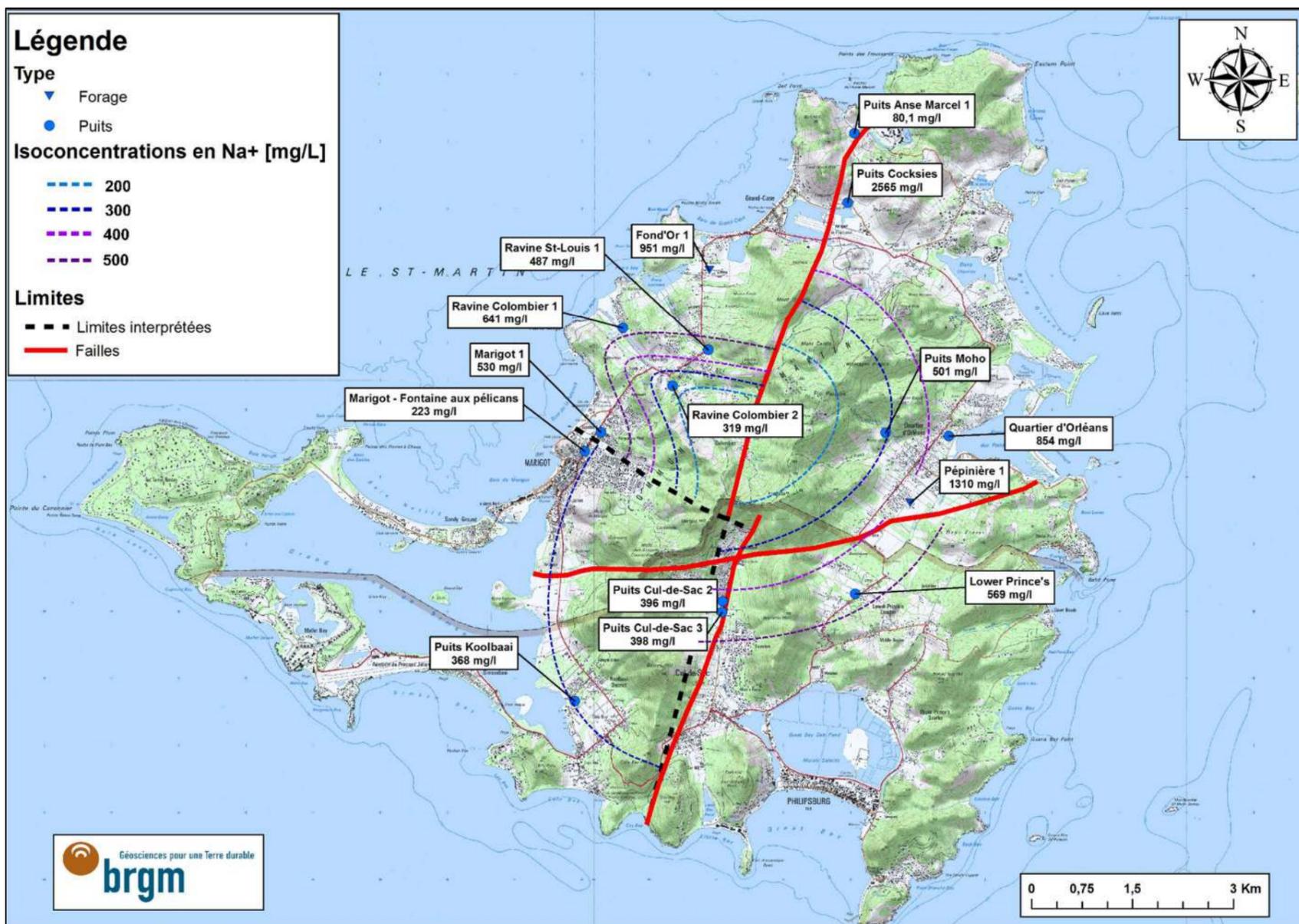


Illustration 29 – Carte interprétée des isoconcentrations en Na⁺ et Cl⁻ (mg/L) de l'île de Saint-Martin (Juillet 2014)

c) Analyses bactériologiques

L'illustration 30 présente les résultats des analyses bactériologiques effectuées. L'ensemble des eaux analysées présente une contamination par des bactéries (Coliformes Totaux, *Escherichia coli* et Entérocoques). Parmi les Coliformes totaux se trouve *Echerichia coli* qui est la seule bactérie provenant exclusivement des intestins de mammifères et pouvant potentiellement engendrer des pathologies. Celle-ci est donc mesurée de manière individuelle. Pour une meilleure représentativité, *Escherichia coli* a été soustraite aux Coliforme totaux car ces derniers ne représentent pas de réel danger pour la santé.

L'analyse de la carte suivante (illustration 30) indique que les points d'eau les plus contaminés sont Marigot 1, Pépinière 1, Ravine Saint-Louis 1 et Marigot – Fontaine aux pélicans. Le puits le moins contaminé est Cul-de-Sac 2 en partie hollandaise. Le puits Quartier d'Orléans présente le moins de bactéries pour 100 ml mais la quasi-totalité sont des *Escherichia coli*. Le tableau des résultats est consultable en Annexe 3.

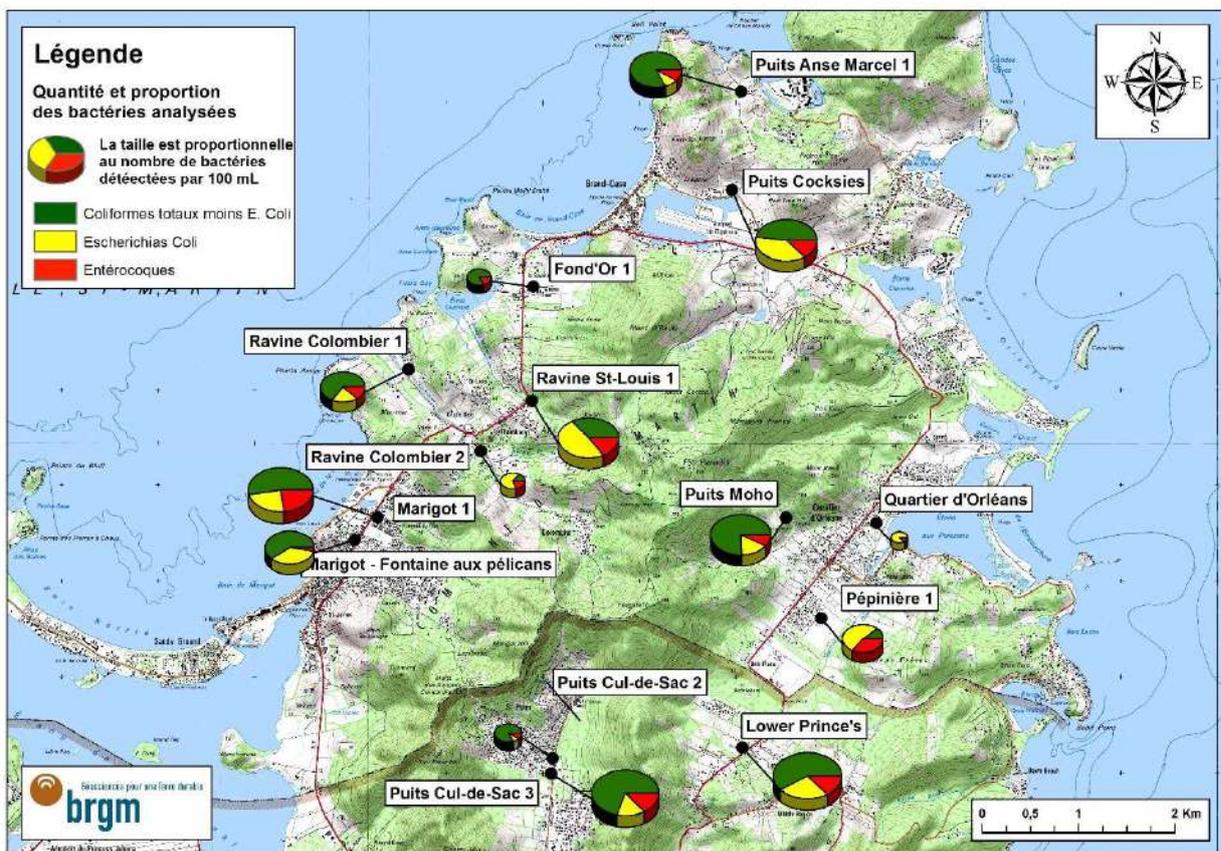


Illustration 30 – Quantité et proportion des bactéries présentes dans les eaux souterraines

d) **Compilation des résultats : SEQ – Eaux Souterraines**

Le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraine (SEQ – Eaux Souterraines), finalisé en 2003 par les Agences de l'eau, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et le BRGM vise à évaluer le plus simplement possible la qualité de l'eau en fonction de son usage. Celui-ci est défini par un certain nombre de paramètres physico-chimiques ou bactériologiques, regroupés en altérations et mesurés sur une eau brute. Les seuils associés à ces paramètres sont consultables dans le rapport de présentation SEQ –Eaux Souterraine (AGENCES DE L'EAU, 2003). L'illustration 31 présente les différentes classes d'aptitude lié à la production d'eau potable.

L'évaluation de la qualité de l'eau brute prélevée est basée sur le plus mauvais résultat obtenu. Le tableau 11 fourni les résultats pour les paramètres les plus sensibles. **A noter que ce tableau est donné à titre indicatif.** En effet, un certain nombre de paramètres n'ont pas été mesuré notamment les pesticides, les hydrocarbures et les micropolluants organiques. D'avantages d'analyses permettrait de mieux contraindre les résultats obtenus.

	Eau de qualité optimale pour être consommée
	Eau de qualité acceptable pour être consommée mais pouvant, le cas échéant, faire l'objet d'un traitement de désinfection
	Eau non potable nécessitant un traitement de potabilisation
	Eau inapte à la production d'eau potable

Illustration 31 – Classes d'aptitude pour l'usage production d'eau potable

Le tableau 11 permet de mettre réaliser les observations suivantes :

- Mis à part le puits Anse Marcel 1, l'ensemble des points d'eau analysés est considéré comme inapte à la production d'eau potable ;
- Les paramètres à l'origine d'une eau inapte à la production d'eau potable sont les suivants :
 - **Chlorure et Sodium** : 14 points sur 15 ;
 - **Bore** : 4 points sur 15 ;
 - **Conductivité et Sulfate** : 3 points sur 15 ;
 - **Manganèse** : 2 points sur 15 ;
 - **Magnésium et Sélénium** : 1 points sur 15.
- Des paramètres sensibles nécessitant un traitement de potabilisation ont également été mis en évidence :
 - **T-coli** : 10 points sur 14 ;
 - **E-coli** : 7 points sur 14 ;
 - **Potassium** : 4 points sur 15 ;
 - **Calcium** : 3 points sur 15 ;
 - **Ammonium** : 2 points sur 14 ;
 - **COD, Ent-Coc, Nitrates et Nitrites** : 1 point sur 15.

Les trois quarts des points d'eau sont rendus inaptes à la production d'eau potable uniquement en raison des teneurs en chlorure et sodium, vraisemblablement liées à l'influence marine ou à un fond géochimique élevé. Il existe de nombreux traitements de potabilisation pour ce type d'eau et ces paramètres ne sont pas, à dire d'expert, un facteur limitant pour la production d'eau potable. L'illustration 32 permet de mieux appréhender l'impact de ces ions sur la qualité de l'eau d'après le référentiel SEQ – Eaux Souterraines et la compilation des résultats et présenté en annexe 4.

Points d'eau	Code BSS	Date	Qualité ESO	Cl (Chlorures) mg/l	Na (Sodium) mg/l	B (Bore) µg/l	Conductivité µS/cm	SO ₄ (Sulfates) mg/l	Mn (Manganèse) µg/l	Mg (Magnésium) mg/l	Se (Sélénium) µg/l
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	21/07/2014	1	80,10	114,50	255,00	830	5,80	931,00	17,50	0,51
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	19/07/2014	1	396,00	444,10	880,00	1819	201,00	39,70	41,40	2,43
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	17/07/2014	1	319,00	218,00	516,00	2566	114,00	21,80	51,20	3,11
Puits Koolbai	Non référencé	18/07/2014	1	368,00	299,60	602,00	1975	85,70	121,00	35,50	0,81
Puits Moho	BSS003XUUK	21/07/2014	1	501,00	290,10	416,00	2530	140,00	0,70	61,10	4,57
Marigot - Fontaine aux Pélicans	BSS002NGHF	18/07/2014	1	223,00	314,90	558,00	1682	59,00	5,96	27,40	2,61
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	19/07/2014	1	398,00	432,10	761,00	2599	170,00	0,47	50,20	3,11
Ravine Colombier 1	BSS0022NGJZ	17/07/2014	1	641,00	503,50	589,00	3263	130,00	3,78	81,70	3,67
Ravine St-Louis	BSS002NGGS	17/07/2014	2	487,00	462,40	665,00	2889	197,00	94,50	83,80	3,75
Marigot 1	BSS002NGJT	18/07/2014	2	530,00	606,10	957,00	3264	175,00	124,00	54,10	0,60
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	18/07/2014	2	854,00	438,90	620,00	3811	293,00	16,80	99,80	8,52
Lower Prince's	Non référencé	18/07/2014	2	569,00	444,10	1032,00	2817	200,00	836,00	52,70	0,42
Fond'or 1	BSS002NGGG	19/07/2014	3	951,00	646,30	1300,00	4215	153,00	3244,00	103,00	4,62
Pépinière 1	BSS002NGHE	21/07/2014	3	1310,00	1333,80	1801,00	7841	1185,00	1367,00	108,70	9,37
Puits Cocksies	BSS002NGGV	17/07/2014	3	2565,00	847,30	1149,00	8950	621,00	84,50	411,40	15,10
Points d'eau	Code BSS	Date	T-Coll /100 mL	E-Coll /100 mL	K (Potassium) mg/l	Ca (Calcium) mg/l	NH ₄ (Ammonium exprimé en NH ₄) mg/l	COD (C.org. dissous) mg/l	Ent-Coc / 100 mL	NO ₃ (Nitrates exprimés en NO ₃) mg/l	NO ₂ (Nitrites exprimés en NO ₂) mg/l
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	21/07/2014	82	8	5,10	40,60	0,59	11,60	8	< LQ	< LQ
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	19/07/2014	8	2	7,10	56,40	< LQ	1,30	2	12,90	0,01
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	17/07/2014	16	13	4,80	88,90	< LQ	1,40	4	9,20	0,02
Puits Koolbai	Non référencé	18/07/2014	No data	No data	2,20	78,00	< LQ	0,90	No data	65,60	0,05
Puits IGN 1	BSS003XUUK	21/07/2014	80	20	3,30	153,00	< LQ	1,30	9	1,70	0,01
Pélicano Marigot	BSS002NGHF	18/07/2014	120	30	2,10	28,70	< LQ	1,20	2	23,10	0,03
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	19/07/2014	100	25	10,60	73,00	< LQ	1,40	20	19,10	< LQ
Ravine Colombier 1	BSS0022NGJZ	17/07/2014	58	15	19,90	92,80	< LQ	1,90	8	16,70	0,09
Ravine St-Louis	BSS002NGGS	17/07/2014	104	60	4,50	77,50	< LQ	2,10	18	34,30	0,53
Marigot 1	BSS002NGJT	18/07/2014	140	35	20,50	66,10	< LQ	4,20	32	17,70	0,12
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	18/07/2014	8	8	5,40	221,50	< LQ	1,40	1	26,50	0,02
Lower Prince's	Non référencé	18/07/2014	64	44	8,80	85,90	0,55	3,60	20	< LQ	0,03
La Savane	BSS002NGGG	19/07/2014	16	0	12,40	129,00	0,29	1,40	3	15,60	0,06
Pépinière 1	BSS002NGHE	21/07/2014	120	30	13,40	148,20	0,17	4,90	20	27,70	0,22
Puits Cocksies	BSS002NGGV	17/07/2014	96	49	10,10	446,10	0,10	1,80	16	15,00	0,02

Tableau 11 – Codes couleurs appliqués aux principaux paramètres physico-chimiques et bactériologiques sensibles dans le cadre du SEQ – Eaux Souterraines

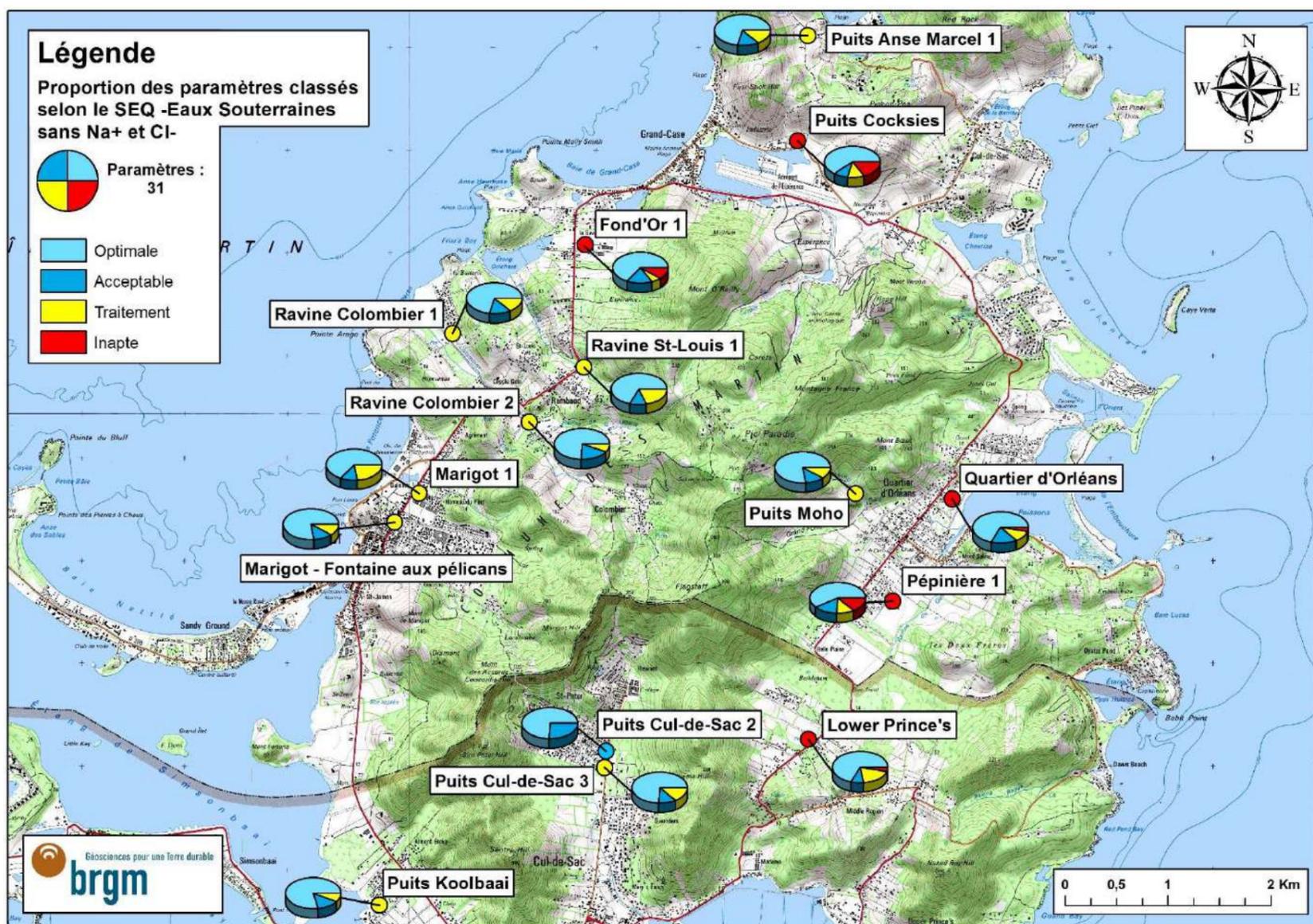
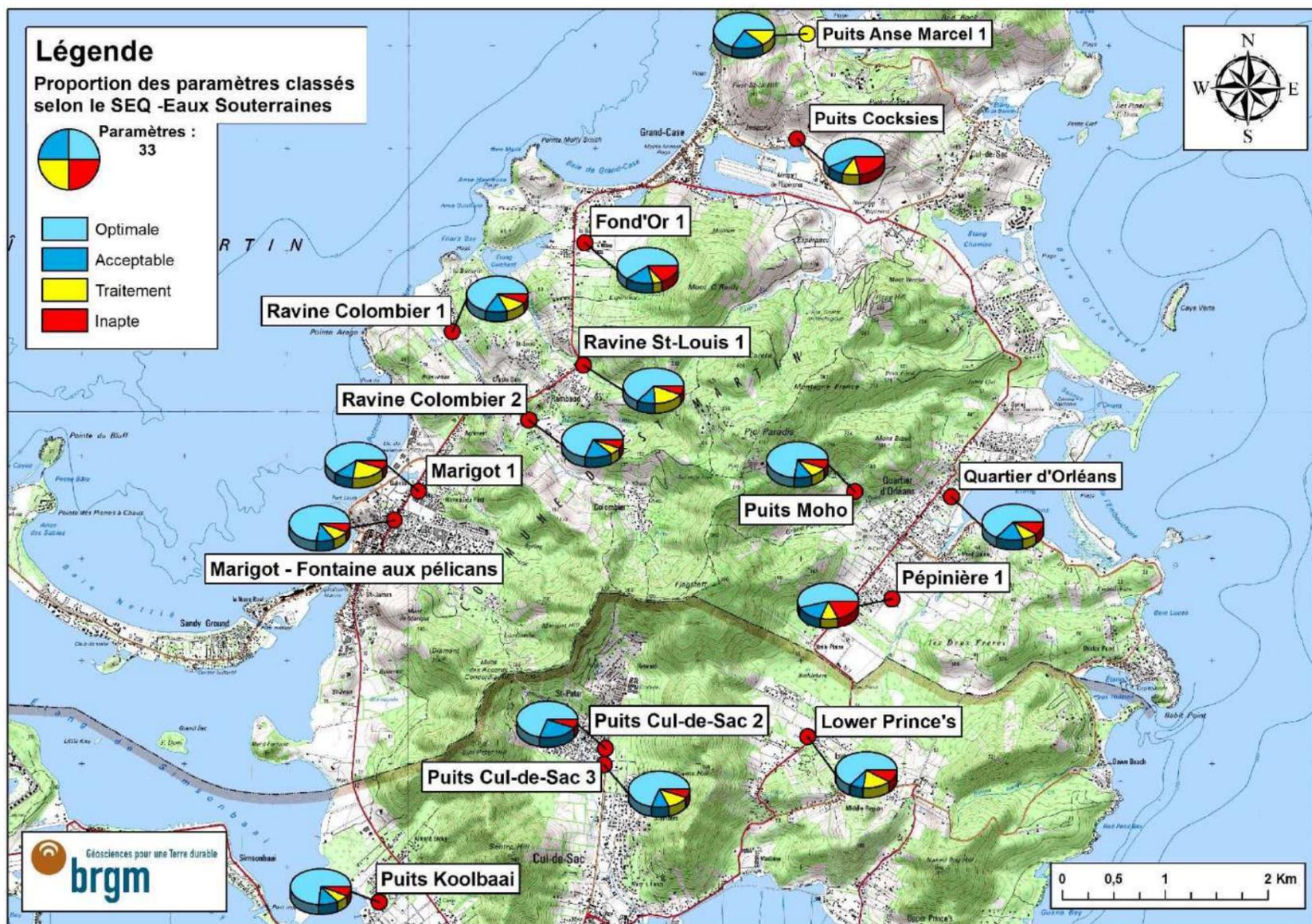


Illustration 32 – Classes d'aptitude pour l'usage production d'eau potable

4. Suites de l'étude

Initialement, la troisième phase de l'étude devait consister en une prospection géophysique par panneaux électriques dont le but était de valider les modèles conceptuels proposés à l'issue des deux premières phases et d'identifier, sans ambiguïté, les zones les plus aptes à recevoir les futurs forages prospectifs, tout en améliorant la connaissance de la géométrie du sous-sol.

Cependant, les contraintes inhérentes à cette méthode n'ont pas permis de la mettre en œuvre à Saint-Martin. En effet, la prospection géophysique par panneaux électrique requiert l'utilisation de câbles de 500 m de longueur munies d'électrodes. Il a donc été nécessaire d'identifier des zones pouvant accueillir des profils de 500 m linéaire facilement accessibles en 4x4. Ceci a fait l'objet d'une reconnaissance de terrain aux mois d'avril et septembre 2015.

Une fois ces zones identifiées, un courrier de demande d'autorisation de passage, rédigé en anglais et en français, a été envoyé aux propriétaires de chaque parcelle recoupée par ces profils, ceci grâce à l'aimable collaboration de M. Lannoy de la Direction générale des Finances publiques de Saint-Martin. Malheureusement, le fort taux de parcelles placées en indivision ainsi que le non signalement des changements de propriétaires auprès du cadastre ont rendu cette tâche inefficace. En effet, sur les 53 parcelles concernées sur l'île, 30% ont fait l'objet d'une réponse affirmative, 21% ont connu un changement de propriétaire sans signalement au cadastre et 49% n'ont fait l'objet d'aucune réponse.

Par conséquent, face aux difficultés rencontrées pour mettre en œuvre cette phase de prospection géophysique, une réorientation technique de l'étude a dû être proposée. Sous réserve de financements, une campagne exploratoire visant à tester la disponibilité de la ressource via la réalisation de forages de reconnaissance sera conduite au droit des zones préférentielles déjà définies pour les besoins de la prospection géophysique.

Ces zones préférentielles ont été hiérarchisées à partir des informations réunies dans les deux premières phases de l'études et de l'interprétation des données et observations de terrain et sont présentées dans l'illustration 33 ci-dessous.

Les terrains publics seront favorisés afin de garantir la pérennité des ouvrages et d'accélérer la mise en œuvre de cette phase de l'étude.

Les résultats de la campagne exploratoire seront présentés dans le rapport final de l'étude.

Enfin, comme prévu initialement, l'étude sera conclue par une phase d'analyse technico économique de l'implantation des nouveaux forages et d'une phase d'assistance scientifique et technique durant les travaux d'exécution des forages.

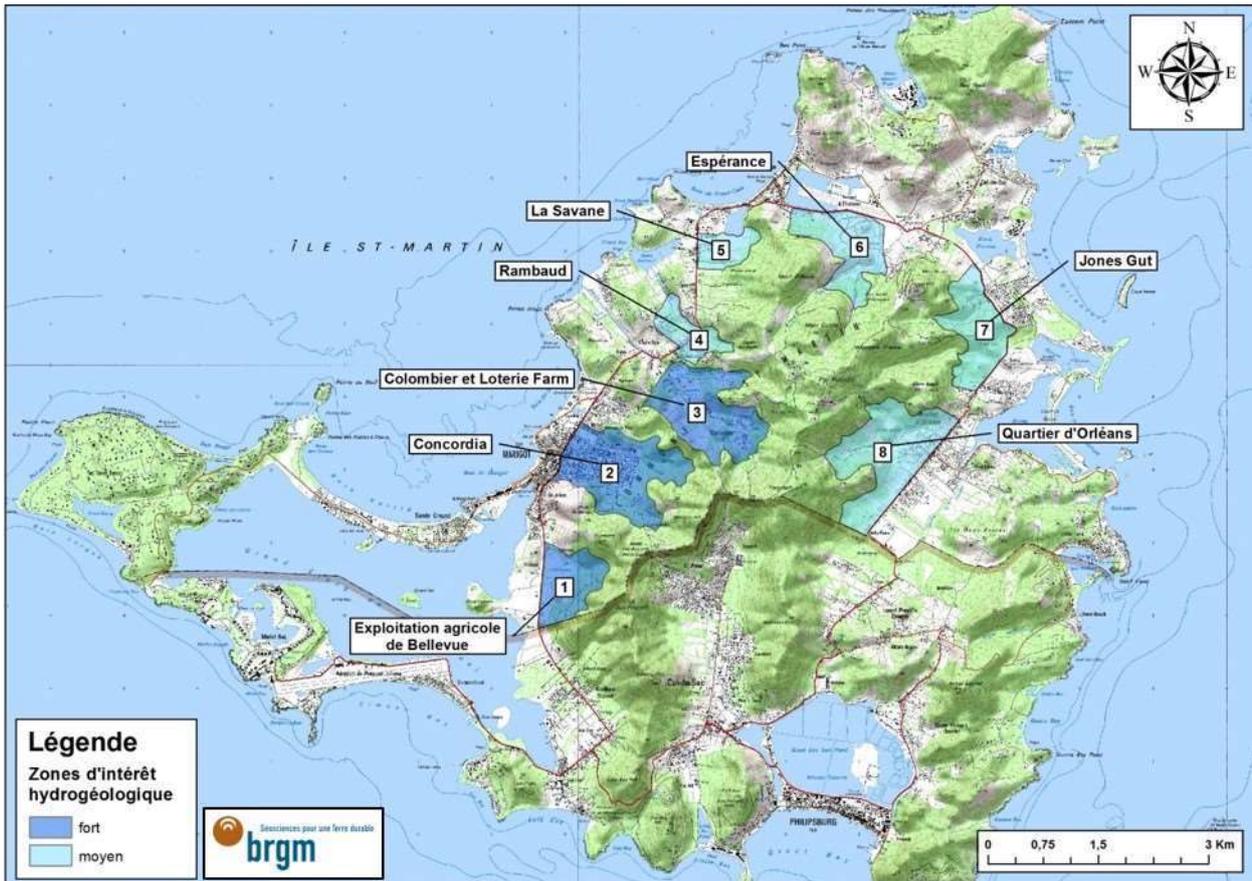


Illustration 33 - Hiérarchisation des zones d'intérêt hydrogéologique

5. Conclusion

Avant le milieu des années 1970, la connaissance relative à la ressource en eau souterraine à Saint-Martin apparaît très restreinte dans la bibliographie ; le territoire est d'ailleurs fréquemment qualifié d'île sèche. Paradoxalement, des témoignages de son existence et de son utilisation dans un passé plus lointain existent dans les documents d'archives et laisse suggérer l'existence de sources ou de nappes exploitables.

Depuis 1975, les différentes études menées par le BRGM ont confirmé cette hypothèse. La compilation de l'ensemble de ces résultats, objet de la première partie de ce rapport, constitue le point de départ de la présente expertise. Les différentes missions de reconnaissance menées à Saint-Martin ont en ce sens permis de vérifier l'exactitude de la carte géologique de 1989 et d'effectuer une mise à jour de l'inventaire des points d'eau présents sur le territoire. Les données récoltées lors de cette deuxième opération ont servi à l'élaboration de deux outils cartographiques pertinents : la **carte d'IDPR** et la **carte piézométrique** de Saint-Martin.

À l'issue de ces reconnaissances, la **disponibilité de la ressource en eau souterraine apparaît clairement établie**, *a minima* pour satisfaire aux usages de l'eau à vocation agricole.

Par la suite, l'état des lieux de la qualité de la ressource a mis en évidence la **forte minéralisation** des eaux souterraines (faciès du type chloruré sodique majoritairement), en liaison avec le contexte insulaire et la nature géologique des formations de l'île. Les analyses laboratoires ont également révélé une **contamination bactérienne généralisée** (pollution anthropique très probablement causée par un défaut des systèmes d'assainissement des eaux usées).

Deux zones du territoire se distinguent néanmoins par la **qualité de leur eau** supérieure à celle des autres points, ainsi que par les **quantités d'eau a priori disponibles** :

- Le secteur de la **vallée du Colombier et de la ravine Loterie** ;
- La zone de **Bellevue / Saint-Jean**, au sud de Marigot.

De plus, la zone de **Concordia** semble présenter des caractéristiques intéressantes du point de vue quantitatif. Aucune donnée qualitative n'est disponible dans ce secteur pour corroborer cette observation, mais l'implantation d'un forage en amont de la vallée et des pressions anthropiques associées permettrait de limiter en partie le risque de pollution.

La campagne de prospection géophysique initialement prévue à la suite de ces deux premières phases **ne pouvant avoir lieu en raison des grandes difficultés d'accès au foncier privé**, une réorientation technique de l'étude est envisagée avec l'EEASM et sera mise en œuvre sous réserve de financements. Il est notamment proposé de conduire une campagne exploratoire élargie, par forages de reconnaissance, prioritairement dans les trois zones préférentielles listées précédemment.

La mise en œuvre de ces travaux prospectifs constitue aujourd'hui un objectif majeur pour la collectivité de Saint-Martin. Le passage du cyclone Irma en septembre 2017 a démontré l'intérêt fondamental de bénéficier de ressources en eau alternatives en cas de crise.

Les résultats des prochaines phases seront présentés dans un rapport distinct.

6. Bibliographie

Références scientifiques

PIPER A.M. (1953) - A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis. Washington D.C.: United States Geological Survey

DAGAIN J., WESTERCAMP D., GARRABÉ F., BONNETON J.-R. (1989) - Carte géologique France (1/50 000), feuille St-Martin (Guadeloupe). - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. - Notice explicative par **DAGAIN J., ANDREIEFF P., WESTERCAMP D., BOUYASSE Ph., GARRABÉ F.** - 1989.

NORMAND M., MARDHEL V., SCHOMBURGK S. (2003) - Influence des eaux souterraines sur le débit des cours d'eau sur le bassin amont de la Seine. BRGM/RP-52582-FR, 150 p., 38 fig., 22 tabl., 6 ann

AGENCES DE L'EAU (2003) - SEQ - Eaux souterraines – Rapport de présentation Version 0.1 - Août 2003

DUMON A., VITTECOQ B., ALLIER D., MOUGIN B., LADOUCHE B. (2009) - Contribution à l'évaluation de la ressource en eau souterraine de la Basse-Terre - Guadeloupe. BRGM/RP-56821-FR.

SIMLER R. - DIAGRAMMES : Logiciel d'hydrochimie multilingage en distribution libre, Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon ; Version 6.1

Références de l'étude historique

Boutroy J.M. (1995) - Le développement des îles du Nord. Mémoire D.E.S.S « Commerce International », Université des Antilles et de la Guyane. 150 pages.

Chevalier Descoudrelles (1775) - Description de l'Isle St-Martin [en ligne]. ISSUU, [consulté le 2 juin 2015]. Disponible sur : <http://issuu.com/xtofsxm/docs/descoudrelles-saint-martin---saint-barth---1775>.

Commandant Militaire Saint Juery (1815) - Mémoire sur la Partie Française de St Martin [en ligne]. ISSUU, [consulté le 17 avril 2015]. Disponible sur : <http://issuu.com/xtofsxm/docs/saint-juery---saint-martin---1815>.

Doorenbos J., Pruitt W. O., Aboukhaled A., Damagnez J., Dastane N. G., Van Den Berg C, Rijtema P. E., Ashford O. M., Frère M., FAO Fiels Staff (1992) - Crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 24 [en ligne]. FAO. [consulté le 8 décembre 2017]. Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/018/s8376e/s8376e.pdf>

Henocq C. (1999) - Revue Saint-Martin Nature, n°3, article « La saga de l'eau », pp. 87-93. *Archives territoriales de Saint-Martin*, 19 PER 3.

Henocq C. (2010) - Revue Héritage, n°12, article « Saint-Martin, 50 ans avant le tourisme », p.11-12.

Ingénieur Conseil Marmoz (1960) - Mission à Saint-Barthélemy. *Archives départementales de Guadeloupe, Fonds Roger Fortuné, 7J67.*

Leblanc B. (2013) - « L'expertise française dans le domaine du dessalement d'eau de mer », Actualité en France n°14, Ministère des Affaires Etrangères, 2 pages.

Ministère de la Construction, Direction départementale de la Guadeloupe (1958) - Île de Saint-Martin, Aménagement, enquête documentaire. *Archives départementales de Guadeloupe, Fonds Roger Fortuné, 7J67.*

M. et Mme PARISIS, groupe de recherche Archéologie industrielle, Université Antilles-Guyane (1989) - Dossier documentaire sur les Habitations de St-Martin. *Archives départementales de Guadeloupe, 22 J 209.*

Mouret C. (1977) - Evaluation des ressources hydrauliques. Résultats de la recherche d'eaux souterraines et du forage d'exploitation réalisé dans la ravine du Colombier commune de Marigot. Ile de Saint-Martin – Guadeloupe. BRGM/77-ANT-001. 52 pages, 11 figures, 5 annexes.

Musée de Saint-Martin - Histoire coloniale [en ligne]. museesaintmartin, [consulté le 17 avril 2015]. Disponible sur : <http://museesaintmartin.e-monsite.com/pages/histoire-coloniale/>

Redon M. (2007) - Migrations et frontière : le cas de *Saint-Martin*, *Études caribéennes* [En ligne], 8 | mis en ligne le 11 juillet 2008, consulté le 20 avril 2015. URL : <http://etudescaribeennes.revues.org/962> ; DOI : 10.4000/etudescaribeennes.962

Van Romondt D.C. (1891) - [en ligne]. ISSUU, [consulté le 17 avril 2015]. Disponible sur : <http://issuu.com/xtofsxm/docs/d-c-van-romondt-1891>.

Yvon T. (2007) - La production d'indigo en Guadeloupe au XVIIème et XVIIIème siècle ou l'archéologie d'une des premières industries du Nouveau Monde.

Annexe 1

Inventaire général des points d'eau de Saint-Martin

Référence	X (WGS84 UTM20N)	Y (WGS84 UTM20N)	Altitude (m)	Margelle (m)	Profondeur ouvrage (m)	Profondeur eau (m)	Cote piézométrique (m NGG)	Date de relevé	Conductivité (µS/cm) données 04/14 données 06/14	pH données 04/14 données 06/14	O ₂ dissous (%) données 04/14 données 06/14	Potentiel Redox (mV) données 04/14 données 06/14	Température (°C) données 04/14 données 06/14	Usages	Commentaires
BSS002NGGG	493 375	2 000 632	8				2,44	16/04/2014							Côté droit de la route.
BSS002NGGH	493 395	2 000 662	6				1,86	16/04/2014							Détruit
BSS002NGGJ	492 489	1 999 095	26												Non retrouvé
BSS002NGGK	492 514	1 999 158	29												Non retrouvé
BSS002NGGN	492 424	1 999 223	20												Cadnassé. Photos Gripple Gate, rapport 2010
BSS002NGGP	492 525	1 998 967	32	0,40	7,08	2,61	29,79	16/04/2014	1 838	6,99	59,1	154,8	27,0	Abreuvement Bétail	Centre équestre; eau pour bétail. Puits aménagé dans un local avec couvercle hermétique.
BSS002NGGQ	492 925	1 998 783	45	0,65	7,43	4,22	41,43	16/04/2014	2 190	6,85	25,8	163,5	27,8		Puits aménagé, couvercle en bois. Puit non étanche
BSS002NGGR	493 061	1 999 449	50		2,37	0,67	49,33	16/04/2014	3 008	7,52	58,0	134,4	27,7	Domestique	Puits aménagé, couvercle en bois.
BSS002NGGS	493 139	1 999 425	50		3,75	1,10	48,90	16/04/2014	2940 28997	7,02 6,59	48,9 2,7	136,4 -51,9	27,9 27,83	Domestique	Puits aménagé
BSS002NGGT	493 096	2 000 080	21												Pas retrouvé
BSS002NGGU	493 325	2 000 654	8												Détruit
BSS002NGGV	495 194	2 001 652	9	0,36		2,94	6,42	14/04/2014	7 210	7,18	66,7	131,0	26,8	Abreuvement Bétail	Usage cheptel confirmé (sceau + corde) ; rénové récemment (aménagement lotissement en cours) ; vulnérabilité pollution (non couvert) Localisation bas de versant
BSS002NGGW	495 494	2 001 356	5	0,00		1,89	3,11	14/04/2014	6 400	7,11	51,2	133,4	27,7	Abreuvement Bétail	Eau très sale, vulnérable pollution ; éboulis de pente
BSS002NGGX	495 395	2 001 318	5	0,97		2,42	3,55	14/04/2014	4 000	7,18	45,9	114,6	Non re	Abreuvement Bétail	Haute margelle mais capot en taule ; usage cheptel potentiel (pas seau) Eboulis de pente
BSS002NGGY	495 820	2 000 940	9	0,50		1,14	8,36	14/04/2014	3 130	7,31	56,5	128,0	28,4		Forage équipé pompe, tête de forage rouillée et trouée
BSS002NGGZ	495 613	2 000 790	14												Non retrouvé. Zone d'activité récente ayant potentiellement recouvert l'ouvrage.
BSS002NGHA	495 531	2 000 449	22												Non retrouvé. Zone proche de la mine réaménagée (chemin) ; peut-être que le puits est détruit.
BSS002NGHB	496 811	2 000 293	12												Non retrouvé.
BSS002NGHC	496 945	1 999 888	22												Non retrouvé. Dans résidence privée. Végétation dense
BSS002NGHD	495 596	1 997 815	30												Non retrouvé mais zone de fort intérêt hydro (chemin Grand Fond à quartier d'Orléans).
BSS002NGHE	496 096	1 996 912	7	0,05	7,70	0,70	6,35	16/06/2014	4 994	7,21	33,1	-200,0	29,4	Aucun	
BSS002NGHF	496 665	1 998 050	6	0,85		2,19	4,66	15/04/2014	3370 4016	6,95 6,77	50,2 25,1	200,7 12,1	29,7 30,67	Domestique et bétail	Puit aménagé avec trappe, pompage.
BSS002NGJL	490 835	1 996 162	8												Non retrouvé. Probablement recouvert (dépot de remblais + arbres coupés).
BSS002NGJM	490 835	1 995 602	13												Inaccessible (acacias...).
BSS002NGJN	490 812	1 995 985	12	0,70	5,10		12,70	15/04/2014							Puis large diamètre. A sec.
BSS002NGJP	490 950	1 996 199	20											Abreuvement bétail	Propriété grillagée. Coordonnées BSS OK. Grande margelle, capot "palette" (vulnérable). Utilisation probable mais à confirmer.
BSS002NGJQ	491 263	1 997 859	8	0,75	5,05	1,71	7,04	16/04/2014	1 779	7,60	54,4	123,6	28,8		Fontaine sur puits, centre ville Marigot, hors usage.
BSS002NGJR	491 245	1 997 915	7												Non retrouvé : les habitants du quartier ne connaissent pas.
BSS002NGJS	491 410	1 998 262	5												Non accessible
BSS002NGJT	491 515	1 998 221	5	0,45	3,00	0,89	4,56	13/06/2014	3 665	7,34	0,0	-70,0	27,8	Domestique	Eau assez sale. Margelle béton, couvercle bois. Potentiellement prélevable mais eau sale.
BSS002NGJU	491 663	1 998 205	8	0,20	3,41	0,94	7,26	16/04/2014	2 009	7,21	61,6	121,4	26,5	Domestique	Puits domestique dans maison, pas de capot. Non prélevable.
BSS002NGJV	491 735	1 998 182	10												Non retrouvé
BSS002NGJW	491 825	1 998 560	8		6,99	4,85	17,15	13/06/2014	1 973	8,15	62,8	138,9	27,1	Domestique	Grille forgée pour couvrir le puits.
BSS002NGJX	491 602	1 998 550	5												Non retrouvé.
BSS002NGJY	491 689	1 999 643	9												Non retrouvé.
BSS002NGJZ	491 859	1 999 786	8	0,40	5,38	2,83	6,57	16/04/2014	3 370	7,09	47,7	120,1	27,9	Domestique	Lavage voiture, pas de couvercle à proprement parler.
Puits Anse Marcel 1	495 292	2 002 679	17	0,76	6,52	4,85 4,49	13,27	14/04/2014	3260 700	7,53	46,4	98,0	28,3	Abreuvement Bétail	Puits aménagé, hermétique + petit bassin pour bétail
Puits Anse Marcel 2	495 214	2 002 786	11	0,79	7,63	3,81	7,98	14/04/2014	7 620	6,95	24,0	139,0	28,6	Abreuvement Bétail	Installation d'une pompe pour abreuver le bétail (supposition) Q = 3L/mn. Cadence minutée probable. Pas de mesures réalisées.
Puits Anse Marcel 3	495 136	2 002 889	7	1,27	4,12	1,43	6,84	14/04/2014	6300 6431	6,83 6,35	60,2 0	100,6 -52,6	27,8 28,79	Abreuvement Bétail	Puits aménagé, pas de capot (couvercle amovible). Mise en place d'une pompe pour abreuver le bétail.
Puits Colombier 1	493 632	1 998 237	69											Domestique	Puits aménagé, margelle en béton. Couvercle. Cadenas sur capot
Source Paradis (Moho)	495 241	1 998 608	197					15/04/2014	2 170	7,22	92,2	147,4	25,4		Q = 1 à 2 L/min Résurgence au droit de dépôts de coulées de laves andésitiques, fracturées : éboulis (lave primaire non visible).
Puits Pépinière 2	496 124	1 996 722	7	0,56	4,25	1,65	5,91	16/06/2014	4 125	7,37	48,0	-210,0	27,0	Aucun	Puits de large diamètre (environ 4 m). Arrêt utilisation il y a 10 ans. Salinisation observée par pompage.
Puits Loterie Farm 1	493 482	1 998 861	75	1,65		1,84	74,81	28/04/2015						Aucun	Ancien puits de la sucrerie. Margelle en maçonnerie.
Puits Loterie Farm 2	493 654	1 998 829	60					28/04/2015						Eau de baignade	Ancien puits de la sucrerie. Margelle en maçonnerie. Q = 11 m3/j.
Puits Loterie Farm 3	493 482	1 998 861	60	0,90		6,01	54,89	28/04/2015							Ancien puits de la sucrerie. Margelle en maçonnerie.
Forage La Coulée Douce	492 577	1 998 966	34		20	16,00	18,00	30/04/2015						Domestique	Colombier, à gauche de la route en face du centre équestre. Privé
Forage lycée des Îles du Nord	491 726	1 997 740	13	0,30		1,15	12,15	30/04/2015						Domestique	Dans la cours du lycée. Ancienne zone marécageuse. Alimente tous les WC du lycée arrosage.
Puits Moho	495 758	1 998 216	42	0,50	3,86	2,72	39,78	15/04/2014	2470 2763	7,03 6,76	50,6 12,9	113,2 7,5	26,3 27,67	Abreuvement Bétail	Puits aménagé, sceau pour bétail, pas de capot. Route devant la chapelle. Monter, suivre "roches gravées du Moho, stop à environ 50 m. Passer par les maisons.

Annexe 2

Résultats des analyses chimiques réalisées à Saint-Martin

Point d'eau	Date	Ag (Argent) µg/l	Al (Aluminium) µg/l	As (Arsenic) µg/l	B (Bore) µg/l	Ba (Baryum) µg/l	Be (Béryllium) µg/l	Br (Brome) µg/l	CO3 (Carbonates) mg/l	COD (C.org. dissous) mg/l	Ca (Calcium) mg/l	Cd (Cadmium) µg/l	Cl (Chlorures) mg/l	Co (Cobalt) µg/l	Cr (Chrome) µg/l	Cu (Cuivre) µg/l	F (Fluorures) mg/l	Fe (Fer) mg/l	HCO3 (Bicarbonates) mg/l
Puits Anse Marcel 1	21/07/2014	< LQ	3,22	8,20	255,00	17,80	< LQ	185,00	< LQ	11,60	40,60	< LQ	80,10	0,71	0,73	0,28	< LQ	1,22	365,00
Puits Cocksies	17/07/2014	0,27	0,77	0,86	1149,00	7,95	< LQ	4691,00	< LQ	1,80	446,10	0,15	2565,00	0,06	< LQ	0,73	< LQ	< LQ	563,00
Ravine St-Louis	17/07/2014	< LQ	0,83	0,99	665,00	3,97	< LQ	769,00	< LQ	2,10	77,50	0,02	487,00	0,17	0,18	0,98	0,50	< LQ	900,00
Ravine Colombier 1	17/07/2014	< LQ	0,93	0,99	589,00	15,40	< LQ	1219,00	< LQ	1,90	92,80	0,03	641,00	< LQ	< LQ	0,78	< LQ	< LQ	583,00
Ravine Colombier 2	17/07/2014	< LQ	0,97	1,52	516,00	7,44	< LQ	522,00	< LQ	1,40	88,90	0,03	319,00	< LQ	< LQ	0,92	0,50	< LQ	473,00
Marigot 1	18/07/2014	< LQ	1,26	2,32	957,00	26,70	< LQ	933,00	< LQ	4,20	66,10	0,04	530,00	0,22	0,14	2,44	< LQ	< LQ	927,00
Marigot 2	18/07/2014	< LQ	1,42	0,94	558,00	0,89	< LQ	414,00	< LQ	1,20	28,70	< LQ	223,00	0,17	< LQ	0,88	1,00	< LQ	645,00
Quartier d'Orléans	18/07/2014	< LQ	0,65	2,19	620,00	6,54	< LQ	1590,00	< LQ	1,40	221,50	0,02	854,00	0,06	0,10	0,44	< LQ	< LQ	487,00
Puits IGN 1	21/07/2014	< LQ	< LQ	3,60	416,00	2,36	< LQ	934,00	< LQ	1,30	153,00	0,09	501,00	< LQ	0,10	0,72	< LQ	< LQ	476,00
La Savane	19/07/2014	< LQ	1,04	1,07	1300,00	104,00	< LQ	1884,00	< LQ	1,40	129,00	0,10	951,00	1,55	< LQ	0,41	< LQ	< LQ	723,00
Pépinière 1	21/07/2014	< LQ	1,95	3,18	1801,00	80,00	< LQ	2761,00	< LQ	4,90	148,20	0,16	1310,00	1,77	0,11	1,53	< LQ	< LQ	617,00
Puits Koolbai	18/07/2014	< LQ	0,65	1,02	602,00	3,44	< LQ	544,00	< LQ	0,90	78,00	0,04	368,00	0,19	< LQ	0,28	< LQ	< LQ	547,00
Puits Cul-de-Sac 2	19/07/2014	< LQ	2,23	1,72	880,00	12,90	< LQ	751,00	< LQ	1,30	56,40	0,01	396,00	0,19	0,52	0,53	0,60	< LQ	634,00
Puits Cul-de-Sac 3	19/07/2014	< LQ	1,04	1,59	761,00	16,60	< LQ	730,00	< LQ	1,40	73,00	0,01	398,00	0,10	< LQ	0,54	0,50	< LQ	707,00
Lower Prince's	18/07/2014	< LQ	1,93	2,22	1032,00	50,90	< LQ	972,00	< LQ	3,60	85,90	0,14	569,00	1,64	< LQ	2,29	1,20	< LQ	593,00
Point d'eau	Date	Hg (Mercure) ng/l	K (Potassium) mg/l	Li (Lithium) µg/l	Mg (Magnésium) mg/l	Mn (Manganèse) µg/l	NH4 (Ammonium exprimé en NH4) mg/l	NO2 (Nitrites exprimés en NO2) mg/l	NO3 (Nitrates exprimés en NO3) mg/l	Na (Sodium) mg/l	Ni (Nickel) µg/l	PO4 (OrthoPhosphates en PO4) mg/l	Pb (Plomb) µg/l	SO4 (Sulfates) mg/l	Sb (Antimoine) µg/l	Se (Sélénium) µg/l	SiO2 (Silice) mg/l	Sr (Strontium) µg/l	Zn (Zinc) µg/l
Puits Anse Marcel 1	21/07/2014	< LQ	5,10	1,65	17,50	931,00	0,59	< LQ	< LQ	114,50	1,30	3,70	0,07	5,80	0,08	0,51	58,50	153,00	1,70
Puits Cocksies	17/07/2014	< LQ	10,10	26,20	411,40	84,50	0,10	0,02	15,00	847,30	0,20	0,20	< LQ	621,00	0,25	15,10	65,30	2866,00	1,96
Ravine St-Louis	17/07/2014	< LQ	4,50	1,20	83,80	94,50	< LQ	0,53	34,30	462,40	0,17	0,30	< LQ	197,00	0,06	3,75	30,50	612,00	3,43
Ravine Colombier 1	17/07/2014	< LQ	19,90	0,68	81,70	3,78	< LQ	0,09	16,70	503,50	0,18	0,50	< LQ	130,00	0,05	3,67	31,60	650,00	1,69
Ravine Colombier 2	17/07/2014	< LQ	4,80	0,97	51,20	21,80	< LQ	0,02	9,20	218,00	0,16	0,70	< LQ	114,00	0,18	3,11	39,50	462,00	1,15
Marigot 1	18/07/2014	< LQ	20,50	1,09	54,10	124,00	< LQ	0,12	17,70	606,10	1,21	1,20	< LQ	175,00	0,50	0,60	29,30	754,00	2,77
Marigot 2	18/07/2014	< LQ	2,10	1,23	27,40	5,96	< LQ	0,03	23,10	314,90	0,22	0,20	< LQ	59,00	0,10	2,61	30,60	247,00	1,33
Quartier d'Orléans	18/07/2014	< LQ	5,40	1,83	99,80	16,80	< LQ	0,02	26,50	438,90	0,22	0,20	< LQ	293,00	0,11	8,52	98,30	909,00	1,97
Puits IGN 1	21/07/2014	< LQ	3,30	4,06	61,10	0,70	< LQ	0,01	1,70	290,10	0,12	< LQ	< LQ	140,00	0,15	4,57	100,00	482,00	4,68
La Savane	19/07/2014	< LQ	12,40	4,77	103,00	3244,00	0,29	0,06	15,60	646,30	0,35	0,90	0,09	153,00	0,06	4,62	41,50	818,00	1,42
Pépinière 1	21/07/2014	< LQ	13,40	2,42	108,70	1367,00	0,17	0,22	27,70	1333,80	4,03	0,30	< LQ	1185,00	0,25	9,37	28,30	1354,00	23,20
Puits Koolbai	18/07/2014	< LQ	2,20	1,93	35,50	121,00	< LQ	0,05	65,60	299,60	0,39	< LQ	< LQ	85,70	< LQ	0,81	37,50	393,00	1,90
Puits Cul-de-Sac 2	19/07/2014	< LQ	7,10	2,38	41,40	39,70	< LQ	0,01	12,90	444,10	0,46	0,10	< LQ	201,00	0,22	2,43	38,40	605,00	1,30
Puits Cul-de-Sac 3	19/07/2014	< LQ	10,60	0,54	50,20	0,47	< LQ	< LQ	19,10	432,10	0,28	0,30	< LQ	170,00	0,08	3,11	37,70	625,00	1,39
Lower Prince's	18/07/2014	< LQ	8,80	5,70	52,70	836,00	0,55	0,03	< LQ	444,10	2,17	1,90	< LQ	200,00	0,07	0,42	27,70	477,00	1,79

Annexe 3

Résultats des analyses bactériologiques réalisées à Saint-Martin

Point d'eau	Date	T-Coli/100 mL	E-Coli/100 mL	Ent-Coc/100 mL	(T-Coli - E-Coli)/100 mL
Puits Cul-de-Sac 2	19/07/2014	8	2	2	6
Quartier d'Orléans	18/07/2014	8	8	1	0
La Savane	19/07/2014	16	0	3	16
Ravine Colombier 2	17/07/2014	16	13	4	3
Ravine Colombier 1	17/07/2014	58	15	8	43
Lower Prince's	18/07/2014	64	44	20	20
Puits IGN 1	21/07/2014	80	20	9	60
Puits Anse Marcel 1	21/07/2014	82	8	8	74
Puits Cocksies	17/07/2014	96	49	16	47
Puits Cul-de-Sac 3	19/07/2014	100	25	20	75
Ravine St-Louis	17/07/2014	104	60	18	44
Puits Pélicano Marigot	18/07/2014	120	30	2	90
Pépinière 1	21/07/2014	120	30	20	90
Marigot 1	18/07/2014	140	35	32	105
Puits Koolbai	18/07/2014	No data	No data	No data	No data

Annexe 4

Résultats compilation SEQ – Eaux Souterraines

Point d'eau	Code BSS	Date	Qualité ESO	COD (C.org. dissous) mg/l	Fe (Fer) mg/l	Mn (Manganèse) µg/l	E-Coli /100 ml	Ent-Coc /100 ml	T-Coli /100 ml	Conductivité µS/cm	Dureté calculée °F	pH	Cl (Chlorures) mg/l	SO ₄ (Sulfates) mg/l	Ca (Calcium) mg/l	F (Fluorures) mg/l	Mg (Magnésium) mg/l
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	21/07/2014	1	11,60	1,22	931,00	8	8	82	830	0,87	7,08	80,10	5,80	40,60	< LQ	17,50
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	19/07/2014	1	1,30	< LQ	39,70	2	2	8	1819	1,51	7,08	396,00	201,00	56,40	0,60	41,40
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	17/07/2014	1	1,40	< LQ	21,80	13	4	16	2566	1,13	7,28	319,00	114,00	88,90	0,50	51,20
Puits Koolbaai	Non référencé	18/07/2014	1	0,90	< LQ	121,00	No data	No data	No data	1975	1,3	7,01	368,00	85,70	78,00	< LQ	35,50
Puits Moho	BSS003XUUK	21/07/2014	1	1,30	< LQ	0,70	20	9	80	2530	1,13	6,94	501,00	140,00	153,00	< LQ	61,10
Marigot - Fontaine aux pélicans	BSS002NGJQ	18/07/2014	1	1,20	< LQ	5,96	30	2	120	1682	1,54	7,53	223,00	59,00	28,70	1,00	27,40
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	19/07/2014	1	1,40	< LQ	0,47	25	20	100	2599	1,68	7,31	398,00	170,00	73,00	0,50	50,20
Ravine Colombier 1	BSS002NGJZ	17/07/2014	1	1,90	< LQ	3,78	15	8	58	3263	1,39	7,15	641,00	130,00	92,80	< LQ	81,70
Ravine St-Louis 1	BSS002NGGS	17/07/2014	2	2,10	< LQ	94,50	60	18	104	2889	2,14	7,12	487,00	197,00	77,50	0,50	83,80
Marigot 1	BSS002NGJT	18/07/2014	2	4,20	< LQ	124,00	35	32	140	3264	2,21	7,67	530,00	175,00	66,10	< LQ	54,10
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	18/07/2014	2	1,40	< LQ	16,80	8	1	8	3811	1,16	6,98	854,00	293,00	221,50	< LQ	99,80
Lower Prince's	Non référencé	18/07/2014	2	3,60	< LQ	836,00	44	20	64	2817	1,41	7,16	569,00	200,00	85,90	1,20	52,70
Fond'Or 1	BSS002NGGG	19/07/2014	3	1,40	< LQ	3244,00	0	3	16	4215	1,72	7,05	951,00	153,00	129,00	< LQ	103,00
Pépinière 1	BSS002NGHE	21/07/2014	3	4,90	< LQ	1367,00	30	20	120	7841	1,47	7,25	1310,00	1185,00	148,20	< LQ	108,70
Puits Cocksies	BSS002NGGV	17/07/2014	3	1,80	< LQ	84,50	49	16	96	8950	1,34	6,98	2565,00	621,00	446,10	< LQ	411,40
Point d'eau	Code BSS	Date	Qualité ESO	K (Potassium) mg/l	Na (Sodium) mg/l	NO ₃ (Nitrates exprimés en NO ₃) mg/l	NH ₄ (Ammonium exprimé en NH ₄) mg/l	NO ₂ (Nitrites exprimés en NO ₂) mg/l	As (Arsenic) µg/l	B (Bore) µg/l	Cd (Cadmium) µg/l	Cr (Chrome) µg/l	Cu (Cuivre) µg/l	Hg (Mercure) ng/l	Ni (Nickel) µg/l	Pb (Plomb) µg/l	Se (Sélénium) µg/l
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	21/07/2014	1	5,10	114,50	< LQ	0,59	< LQ	8,20	255,00	< LQ	0,73	0,28	< LQ	1,30	0,07	0,51
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	19/07/2014	1	7,10	444,10	12,90	< LQ	0,01	1,72	880,00	0,01	0,52	0,53	< LQ	0,46	< LQ	2,43
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	17/07/2014	1	4,80	218,00	9,20	< LQ	0,02	1,52	516,00	0,03	< LQ	0,92	< LQ	0,16	< LQ	3,11
Puits Koolbaai	Non référencé	18/07/2014	1	2,20	299,60	65,60	< LQ	0,05	1,02	602,00	0,04	< LQ	0,28	< LQ	0,39	< LQ	0,81
Puits Moho	BSS003XUUK	21/07/2014	1	3,30	290,10	1,70	< LQ	0,01	3,60	416,00	0,09	0,10	0,72	< LQ	0,12	< LQ	4,57
Marigot - Fontaine aux pélicans	BSS002NGJQ	18/07/2014	1	2,10	314,90	23,10	< LQ	0,03	0,94	558,00	< LQ	< LQ	0,88	< LQ	0,22	< LQ	2,61
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	19/07/2014	1	10,60	432,10	19,10	< LQ	< LQ	1,59	761,00	0,01	< LQ	0,54	< LQ	0,28	< LQ	3,11
Ravine Colombier 1	BSS002NGJZ	17/07/2014	1	19,90	503,50	16,70	< LQ	0,09	0,99	589,00	0,03	< LQ	0,78	< LQ	0,18	< LQ	3,67
Ravine St-Louis 1	BSS002NGGS	17/07/2014	2	4,50	462,40	34,30	< LQ	0,53	0,99	665,00	0,02	0,18	0,98	< LQ	0,17	< LQ	3,75
Marigot 1	BSS002NGJT	18/07/2014	2	20,50	606,10	17,70	< LQ	0,12	2,32	957,00	0,04	0,14	2,44	< LQ	1,21	< LQ	0,60
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	18/07/2014	2	5,40	438,90	26,50	< LQ	0,02	2,19	620,00	0,02	0,10	0,44	< LQ	0,22	< LQ	8,52
Lower Prince's	Non référencé	18/07/2014	2	8,80	444,10	< LQ	0,55	0,03	2,22	1032,00	0,14	< LQ	2,29	< LQ	2,17	< LQ	0,42
Fond'Or 1	BSS002NGGG	19/07/2014	3	12,40	646,30	15,60	0,29	0,06	1,07	1300,00	0,10	< LQ	0,41	< LQ	0,35	0,09	4,62
Pépinière 1	BSS002NGHE	21/07/2014	3	13,40	1333,80	27,70	0,17	0,22	3,18	1801,00	0,16	0,11	1,53	< LQ	4,03	< LQ	9,37
Puits Cocksies	BSS002NGGV	17/07/2014	3	10,10	847,30	15,00	0,10	0,02	0,86	1149,00	0,15	< LQ	0,73	< LQ	0,20	< LQ	15,10
Point d'eau	Code BSS	Date	Qualité ESO	Zn (Zinc) µg/l	Al (Aluminium) µg/l	Sb (Antimoine) µg/l	Ag (Argent) µg/l	Ba (Baryum) µg/l	Be (Béryllium) µg/l	Br (Brome) µg/l	CO ₃ (Carbonates) mg/l	Co (Cobalt) µg/l	HCO ₃ (Bicarbonates) mg/l	Li (Lithium) µg/l	PO ₄ (Ortho-Phosphates en PO ₄) mg/l	SiO ₂ (Silice) mg/l	Sr (Strontium) µg/l
Puits Anse Marcel 1	BSS003YEJQ	21/07/2014	1	1,70	3,22	0,08	< LQ	17,80	< LQ	185,00	< LQ	0,71	365,00	1,65	3,70	58,50	153,00
Puits Cul-de-Sac 2	Non référencé	19/07/2014	1	1,30	2,23	0,22	< LQ	12,90	< LQ	4691,00	< LQ	0,06	634,00	26,20	0,20	65,30	2866,00
Ravine Colombier 2	BSS002NGGP	17/07/2014	1	1,15	0,97	0,18	< LQ	7,44	< LQ	769,00	< LQ	0,17	473,00	1,20	0,30	30,50	612,00
Puits Koolbaai	Non référencé	18/07/2014	1	1,90	0,65	< LQ	< LQ	3,44	< LQ	1219,00	< LQ	< LQ	547,00	0,68	0,50	31,60	650,00
Puits Moho	BSS003XUUK	21/07/2014	1	4,68	< LQ	0,15	< LQ	2,36	< LQ	522,00	< LQ	< LQ	476,00	0,97	0,70	39,50	462,00
Marigot - Fontaine aux pélicans	BSS002NGJQ	18/07/2014	1	1,33	1,42	0,10	< LQ	0,89	< LQ	933,00	< LQ	0,22	645,00	1,09	1,20	29,30	754,00
Puits Cul-de-Sac 3	Non référencé	19/07/2014	1	1,39	1,04	0,08	< LQ	16,60	< LQ	414,00	< LQ	0,17	707,00	1,23	0,20	30,60	247,00
Ravine Colombier 1	BSS002NGJZ	17/07/2014	1	1,69	0,93	0,05	< LQ	15,40	< LQ	1590,00	< LQ	0,06	583,00	1,83	0,20	98,30	909,00
Ravine St-Louis 1	BSS002NGGS	17/07/2014	2	3,43	0,83	0,06	< LQ	3,97	< LQ	934,00	< LQ	< LQ	900,00	4,06	< LQ	100,00	482,00
Marigot 1	BSS002NGJT	18/07/2014	2	2,77	1,26	0,50	< LQ	26,70	< LQ	1884,00	< LQ	1,55	927,00	4,77	0,90	41,50	818,00
Quartier d'Orléans	BSS002NGHF	18/07/2014	2	1,97	0,65	0,11	< LQ	6,54	< LQ	2761,00	< LQ	1,77	487,00	2,42	0,30	28,30	1354,00
Lower Prince's	Non référencé	18/07/2014	2	1,79	1,93	0,07	< LQ	50,90	< LQ	544,00	< LQ	0,19	593,00	1,93	< LQ	37,50	393,00
Fond'Or 1	BSS002NGGG	19/07/2014	3	1,42	1,04	0,06	< LQ	104,00	< LQ	751,00	< LQ	0,19	723,00	2,38	0,10	38,40	605,00
Pépinière 1	BSS002NGHE	21/07/2014	3	23,20	1,95	0,25	< LQ	80,00	< LQ	730,00	< LQ	0,10	617,00	0,54	0,30	37,70	625,00
Puits Cocksies	BSS002NGGV	17/07/2014	3	1,96	0,77	0,25	0,27	7,95	< LQ	972,00	< LQ	1,64	563,00	5,70	1,90	27,70	477,00

LÉGENDE	
	Eau de qualité optimale pour être consommée
	Eau de qualité acceptable pour être consommée mais pouvant, le cas échéant, faire l'objet d'un traitement de désinfection
	Eau non potable nécessitant un traitement de potabilisation
	Eau inapte à la production d'eau potable
	Paramètres non pris en compte dans le SEQ - Eaux souterraines



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Direction régionale Guadeloupe
Parc d'activité de Colin – la Lézarde
97170 – Petit-Bourg – France
Tél. : 05 90 41 35 48