



Maîtrise d'Œuvre pour l'aménagement du bassin de Belle-Plaine

Rapport Géotechnique

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES



SIEGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 Rue DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX

SAFEGE Guadeloupe
ZAC de la LEZARDE – Lieu dit COLIN
Immeuble Centre d'affaires
97170 PETIT-BOURG

SAFEGE Saint-Martin
7 Hope State
Grand-Case
971500 SAINT-MARTIN





Rapport Géotechnique

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES



AMENAGEMENT DU BASSIN DE BELLE-PLAINE

Maîtrise d'œuvre



SIEGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 Rue DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX



SAFEGE Guadeloupe
ZAC de la LEZARDE – Lieu dit COLIN
Immeuble Centre d'affaires
97170 PETIT-BOURG



SAFEGE Saint-Martin
7 Hope State
Grand-Case
971500 SAINT-MARTIN



SOMMAIRE

1.	Introduction.....	3
2.	Le terrain	3
3.	Contexte géologique	3
4.	Caracteristiques géotechniques des différents secteurs.	4

SIEGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 Rue DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX

SAFEGE Guadeloupe
ZAC de la LEZARDE – Lieu dit COLIN
Immeuble Centre d'affaires
97170 PETIT-BOURG

SAFEGE Saint-Martin
7 Hope State
Grand-Case
971500 SAINT-MARTIN



ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES

Synthèse des données et connaissances disponibles

Projet: Aménagement du bassin de Belle Plaine

97150

SAINT-MARTIN

Client: Collectivité de Saint Martin
Affaire no: 214-1268
Auteur : Independent Consulting Engineers N.V.
Ir. Jan J.M. Vanden Eynde &
Lisa Davis-Burnett, géologue, B.A., M.S., M.A.E.
Date : janvier 2015



1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de « l'Aménagement du Bassin de Belle Plaine », une première phase de la mission géotechnique pour le projet consiste en la synthèse des données géologiques et géotechniques disponibles pour la zone concernée.

Depuis à peu près 25 années, Independent Consulting Engineers N.V. et sa filiale ICE SARL ont collecté des données géotechniques par travers la réalisation d'une vingtaine de programmes d'études géotechniques dans la zone.

Ce rapport rassemble les données disponibles pour les différents secteurs distincts de la zone concernée.

Voir figure 1: zone du projet.

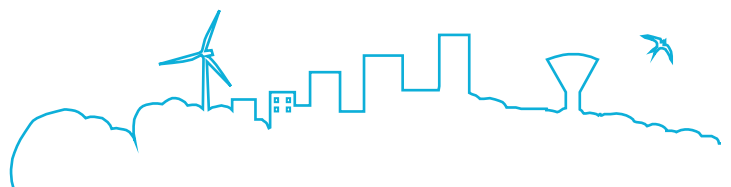
2. LE TERRAIN- topographie générale

La zone relativement plate de la vallée de Belle Plaine est bordée:

- a l'est par la ligne de sommets de collines, orientés sud-nord, allant de Naked Boy Hill en partie néerlandaise, par la Colline des deux Frères, au Mont Saline dans le nord, près de l'Etang aux Poissons.
- à l'ouest par une deuxième ligne de collines, aussi orientés sud- nord, allant de Flagstaff Hill, par Pic de Paradis, jusqu'à Hope Hill dans le nord.
- Au sud, la zone est bordée par la vallée de « Dutch Quarter » en partie néerlandaise, vallée qui est en effet le prolongement de la vallée de Belle Plaine
- Au nord on trouve l'Etang aux Poissons, séparé de la Mer des Caraïbes par une dune de sable. Ainsi, une grande partie de la zone est constituée en effet par des « pieds de colline ».

3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Voir annexe 1.



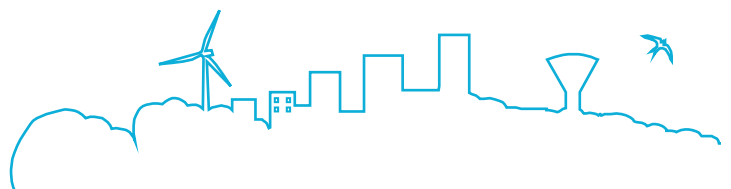
4. CARACTERISTIQUES GÉOTECHNIQUES DES DIFFÉRENTS SECTEURS

Dans le but de caractérisation des différentes zones concernées par le projet de « l'Aménagement du Bassin de Belle Plaine », nous divisons la zone en différents secteurs qui sont susceptibles de:

- Recevoir des ouvrages d'aménagement
- Avoir des caractéristiques géotechniques différents

Nous distinguons (voir plan figure 2):

- Ravine Du Quartier
 - Secteur A: partie basse de la plantation de Bethlehem en partie néerlandaise, a l'ouest de la Illidge Road
 - Secteur B: fond de la vallée, le long de la frontière, jusqu'à la limite de la plantation de Belvédère/ frontière franco-néerlandaise
 - Secteur C: entre frontière et Rue Corossol
 - Secteur D: entre Rue Corossol et Rue de Coralita
 - Secteur E: entre Rue de Coralita et l'Etang aux Poissons
- Ravine du Paradis
 - Secteur F: au-dessus de Rue Cross de Range
 - Secteur G: entre Rue Cross the Range et RN7
 - Secteur H: Entre RN7 et Rue Mullet Fish
 - Secteur I: Entre Rue Mullet Fish et Etang aux Poissons
- Zone entre Ravine du Quartier et RN7: Secteur J
- Zone à l'ouest de RN 7: Secteur K
- Zone basse de la plantation de Belvédère et zone immédiatement au nord-est: Secteur L



CARACTÉRISTIQUES PAR SECTEUR

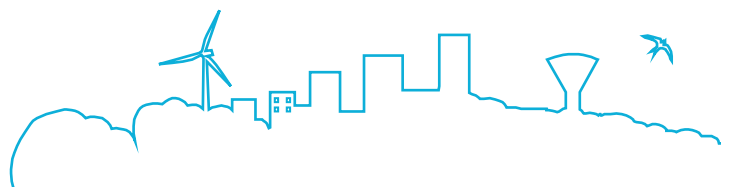
Ravine du Quartier

Secteur A: partie basse de la plantation de Bethlehem en partie néerlandaise, à l'ouest de la Illidge Road

- Près de la surface: terres végétales, épaisseurs variables (variables entre 0.20 et 1.00 mètres).
- En dessous des terres végétales, jusqu'à profondeurs de 1 à 2.10 mètres: sables argileux, parfois pierreux, peu compacts près de la surface, plus compacts plus profond.
- A partir des profondeurs entre 1.00 et 2.20 mètres: roche altérée, devenant plus solide avec la profondeur. Refus sur pénétromètre entre 1.50 et 3 mètres.
- Pénétrations d'eau à des niveaux variables: typiquement au niveau de la séparation entre sable argileux et roche altérée. En période humide on peut rencontrer l'eau près de la surface (profondeurs de 0.30-0.60 m).

Secteur B: fond de la vallée, le long de la frontière, jusqu'à la limite de la plantation de Belvédère

- Près de la surface: terres végétales, épaisseurs variables (variables entre 0.20 et 1.00 mètres).
- En dessous des terres végétales, jusqu'à profondeurs de 1 à 3 mètres: sables argileux, parfois pierreux, peu compacts près de la surface, plus compacts plus profond.
- A partir des profondeurs entre 1.00 et 3 mètres: roche altérée, devenant plus solide avec la profondeur.
- Pénétrations d'eau à des niveaux variables: typiquement au niveau de la séparation entre sable argileux et roche altérée. En période humide on peut rencontrer l'eau près de la surface (profondeurs de 0.30-0.60 m).

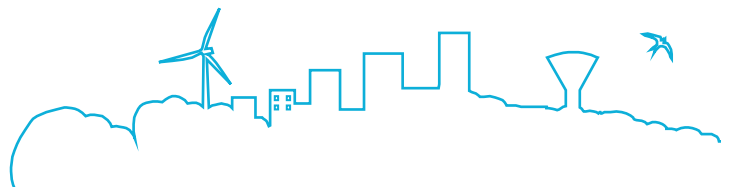


Secteur C: entre frontière franco-néerlandaise et Rue Corossol

- la zone consiste-en:
 - o fond de la vallée
 - o rives, pied de la colline
- Fond de la vallée:
 - o En surface: tourbe ou TV saturée : 0-0.20/0.40 m.
 - o Dessous: sables argileux, souvent saturés et pâteux, contenant blocs/débris/divers.
 - o Plus profond: sables argileux d'altération, souvent contenant blocs, souvent saturés.
 - o Roche altérée à partir de 2-3 mètres de profondeur.
 - o On peut s'attendre à des pénétrations d'eau à des niveaux variables: typiquement au niveau de la séparation entre sable argileux et roche altérée. En période humide on peut rencontrer l'eau près de la surface (profondeurs de 0.30-0.60 m).
- Rives, pied de la colline:
 - o En surface: terre végétale/ sable argileux, souvent avec racines: 0-0.20/0.30 mètres.
 - o En-dessous: sables argileux d'altération, souvent pierreux ou contenant des blocs.
 - o Roche altérée à partir de 1.50-3 mètres de profondeur.

Secteur D: entre Rue Corossol et Rue de Coralita

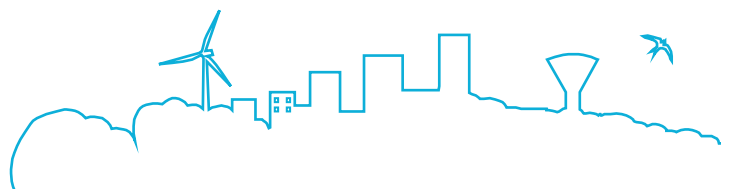
- Fond de la vallée: profil similaire a celui rencontré plus en amont dans la ravine
 - o En surface: tourbe ou TV saturée : 0-0.20/0.40 m.
 - o Dessous: sables argileux, souvent saturés et pâteux, contenant blocs/débris/divers.
 - o Plus profond: sables argileux d'altération, souvent contenant blocs, souvent saturés.
 - o Roche altérée à partir de 2-3 mètres de profondeur.
 - o On peut s'attendre a des pénétrations d'eau à des niveaux variables: Typiquement au niveau de la séparation entre sable argileux et roche altérée. En période humide on peut rencontrer l'eau près de la surface (profondeurs de 0.30-0.60 m).



- Rives, pied de la colline:
 - En surface: terre végétale/ sable argileux, souvent avec racines: 0-0.20/0.30 mètres.
 - En-dessous: sables argileux d'altération, souvent pierreux ou contenant des blocs.
 - Roche altérée à partir de 1.50-3 mètres de profondeur.
 - On peut s'attendre à des infiltrations d'eau à des niveaux très variables: en période humide à moins de 0.60 m de la surface.

Secteur E: entre Rue de Coralita et l'Etang aux Poissons

- Zone près de la Rue Coralita, dans l'alignement des chenaux existants:
 - Jusqu'à des profondeurs de 2-2.50 mètres en dessous du niveau du terrain naturel: sables argileux très peu compacts, ou même vases molles.
 - En-dessous: sables argileux d'altération pierreux compacts.
 - Roche altérée à profondeurs variables: 3 à 6 mètres.
- Zone près de l'Etang aux Poissons:
 - Typiquement on trouve des remblais récents, de la surface du terrain jusqu'à peu près le niveau du lagon. Ces remblais sont très variables, peu compacts, avec débris et autres impuretés.
 - En dessous des remblais: vases molles: fond original du lagon. Epaisseurs de 0 à 2 mètres.
 - En dessous des vases: sables argileux pierreux d'altération.
 - La roche altérée est rencontrée à des niveaux variables (profondeurs de 1.5 à 4 mètres).



Ravine du Paradis

Secteur F: au-dessus de Rue Cross de Range

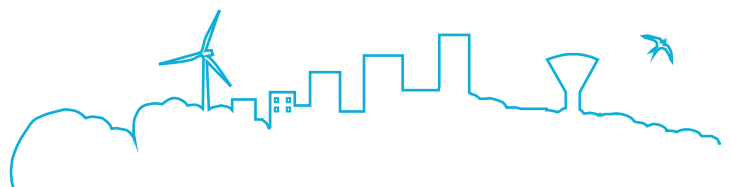
- En surface: terre végétale, épaisseurs variables 0-0.60 m.
- En dessous des TV: sable argileux brun, pierreux: jusqu'à circa 1-3 mètres de profondeur.
- Dessous: roche altérée, relativement dure/ saine.
- En période humide on peut s'attendre à des infiltrations d'eau, surtout sur la séparation entre sable argileux et roche altérée, possiblement à des profondeurs plus faibles.

Secteur G: entre Rue Cross the Range et RN7

- En surface: Terre végétale, épaisseurs variables 0-0.60 m
- En dessous des TV: sable argileux brun, pierreux: jusqu'à circa 2-4 mètres de profondeur.
- Dessous: roche altérée, relativement dure/ saine.
- En période humide on peut s'attendre à des infiltrations d'eau, surtout sur la séparation entre sable argileux et roche altérée, possiblement a des profondeurs plus faibles.

Secteur H: Entre RN7 et Rue Mullet Fish

- En surface: terre végétale, épaisseurs variables 0-0.60 m.
- En dessous des TV: sable argileux brun, pierreux: jusqu'à circa 3-4 mètres de profondeur.
- Dessous: roche altérée, relativement dure/ saine.
- En période humide on peut s'attendre à des infiltrations d'eau, surtout sur la séparation entre sable argileux et roche altérée, probablement à des profondeurs plus faibles.



Secteur I: Entre Rue Mullet Fish et Etang des Poissons

- Près de la Rue Mullet Fish:

Profil similaire a celui de la zone entre RN7 et Rue Mullet Fish:

- En surface: terre végétale, épaisseurs variables 0-0.60 m.
- En dessous des TV: sable argileux brun, pierreux: jusqu'à circa 3-4 mètres de profondeur.
- Dessous: roche altérée, relativement dure/ saine.
- En période humide on peut s'attendre à des infiltrations d'eau, surtout sur la séparation entre sable argileux et roche altérée, probablement à des profondeurs plus faibles.

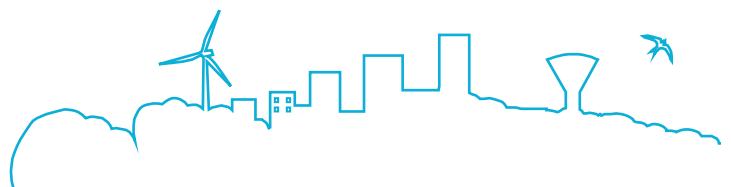
- Près de l'Etang aux Poissons:

- Typiquement on trouve des remblais récents, de la surface du terrain jusqu'à à peu près le niveau du lagon. Ces remblais sont très variables, peu compacts, avec débris et autres impuretés.
- En dessous des remblais: vases molles: fond original du lagon. Epaisseurs de 0 à 2 mètres.
- En dessous des vases: sables argileux pierreux d'altération.
- La roche altérée est rencontrée à des niveaux variables (profondeurs de 1.5 à 4 mètres).

Secteur J: Zone entre Ravine du Quartier et RN7

Profil type:

- En surface: terres végétales, épaisseur type: 0 à 0.60 m.
- Dessous: sables argileux peu compacts: épaisseur type: 0 à 0.90 m.
- En dessous: sables argileux pierreux, parfois avec blocs, compacts
- Roche altérée à 2 à 3 mètres.
- Infiltrations d'eau à des niveaux variables selon saison, typiquement sur séparation sable argileux-roche altérée, en saison humide plus près de la surface.
- Il arrive que la roche altérée soit localement trouvée plus près de la surface.



Secteur K: Zone à l'ouest de RN 7

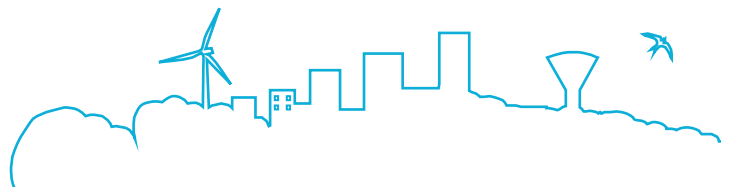
Profil type:

- En surface: terres végétales, épaisseur type: 0 à 0.60 m.
- En dessous: sables argileux pierreux, parfois avec blocs, compacts.
- Roche altérée à 1-3 mètres.
- Infiltrations d'eau à des niveaux variables selon saison, typiquement sur séparation sable argileux-roche altérée, en saison humide plus près de la surface.
- Il arrive que la roche altérée soit localement trouvée plus près de la surface.

Secteur L: Zone Basse de la plantation de Belvédère et zone immédiatement au nord-est

Profil type:

- En surface: Terres Végétales, épaisseur type : 0 à 0.60 m.
- En dessous: sables argileux pierreux, parfois avec blocs, compacts.
- Roche altérée à 1-3 mètres. La roche altérée est rencontrée plus près de la surface dans la partie est de la zone , près des collines à l'est.
- Infiltrations d'eau à des niveaux variables selon saison, typiquement sur séparation sable argileux-roche altérée, en saison humide plus près de la surface.
- Il arrive que la roche altérée soit localement trouvée près de la surface.



1.1.1 RESUMÉ

Pour presque la zone entière concernée par le projet on trouve des profils de sol très similaires:

En surface des terres végétales, remblais ou sables argileux peu compacts, sur des épaisseurs maximales de moins d'un mètre. Au fond de la Ravine du Quartier: tourbe, sables argileux saturés.

En dessous: des sables argileux d'altération relativement compacts, souvent pierreux ou avec des blocs.

Une roche altérée est rencontrée à des profondeurs variables: parfois près de la surface, dans la plupart des cas à 1.50-3.00 mètres de profondeur, parfois plus profond.

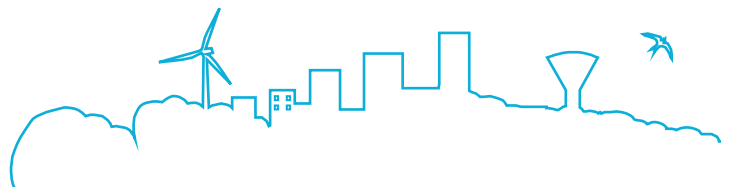
Ces roches altérées se prêtent dans la plupart des cas à la réalisation relativement facile de travaux de terrassements, sans utilisation de marteaux piqueurs.

Le niveau auquel des infiltrations sont rencontrées est très variable suivant la saison: en saison sèche l'eau sera rencontrée typiquement sur la séparation entre sables argileux et roche altérée (exception faite pour les zones déjà plus hauts sur les pieds de colline où l'eau n'est pas rencontrée à ces profondeurs. En saison humide les infiltrations d'eau sont rencontrées près de la surface dans les zones basses (Ravine du Quartier et partie basse de la Ravine du Paradis): parfois à 0.30 mètres ou moins.

La nature des sols indique qu'ils ne sont pas susceptibles de risque de liquéfaction, avec l'exception des zones de remblais en dessus de vases près de l' Etang aux Poissons.

Les zones près de l'Etang aux Poissons consistent souvent en remblais dans le lagon. Ces remblais consistent en matériaux très divers, et parfois débris et autres impuretés. En dessous des remblais on trouve les vases molles originales du fond du lagon. En dessous de ces vases on trouve le même profil que dans le reste de la zone: sables argileux

au-dessus d'une roche altérée.



RAPPORT GÉOTECHNIQUE

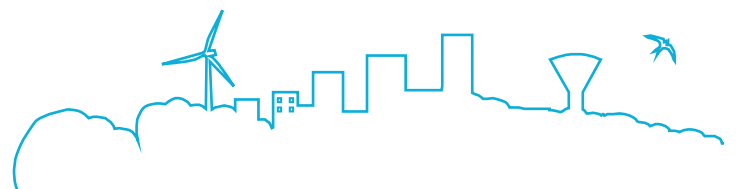
ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES

Aménagement du bassin de Belle-Plaine

Maîtrise d'œuvre



Figure 1: Zone du projet



RAPPORT GÉOTECHNIQUE

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES

Aménagement du bassin de Belle-Plaine

Maîtrise d'œuvre

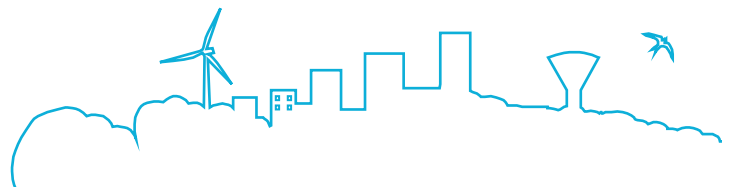


Figure 2: Secteurs



ANNEXE 1:

CONTEXTE GÉOLOGIQUE



Projet : Aménagement du bassin de Belle Plaine

ÉTUDE GEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE BELLE PLAINE

97150

SAINT-MARTIN

Client: Collectivité de Saint Martin
Affaire no: 214-1268
Auteur : Independent Consulting Engineers NV
Ir. Jan J.M. Vanden Eynde
Lisa Davis-Burnett, géologue, B.A., M.S., M.A.E.
Date : janvier 2015



1.1 INTRODUCTION

Ce rapport a l'intention de définir le contexte et caractéristiques géologiques de la zone considérée dans la partie Est de l'île de Saint Martin/ Sint Maarten, connu localement comme Belle Plaine, Quartier d'Orléans ou French Quarter. L'extension de cette zone en partie néerlandaise est connu sous le nom Bethlehem et Belvédère.

La zone concernée représente un bassin versant naturel, et n'est donc pas limitée par des limites politiques.

Pour raisons de simplicité ce rapport fera référence à l'île comme St Martin. La surface de la zone recherchée est de circa 7.5 km².

Ce rapport présente la distribution des différents types de sols et roches constituant le sol du bassin. Nous incluons des estimations des caractéristiques mécaniques des types de roche. En outre les structures géologiques présentes dans la zone seront discutées.

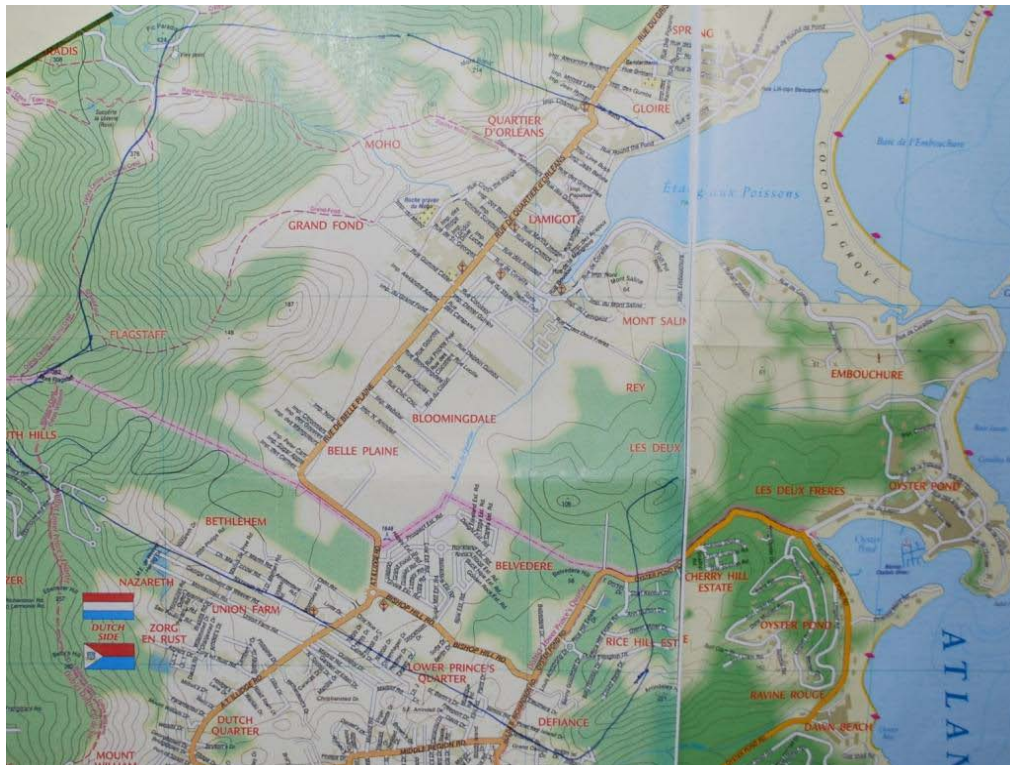


Figure 1. Limites de la zone concernée à Saint Martin.

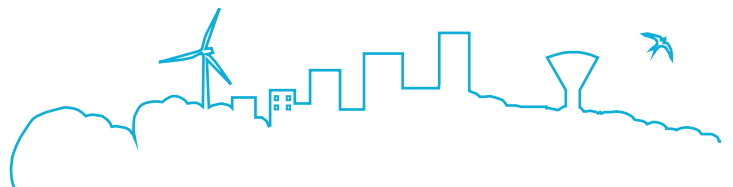




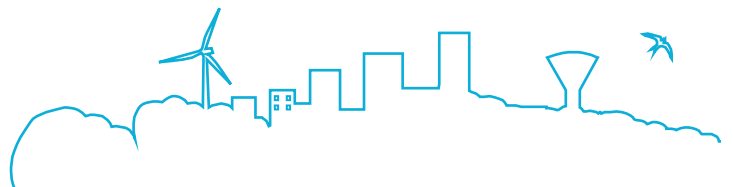
Figure 2 : Vue générale sur la zone de Belle Plaine, Quartier d'Orléans, Saint Martin

1.2 GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE DE LA ZONE

La côte est de l'île se Saint Martin monte à partir du niveau de la mer vers une pente douce avec les communautés de Quartier d'Orléans, Belvédère et Dutch Quarter (élévation 15-30 mètres au-dessus du niveau de la mer, et après monte avec une pente plutôt raide jusqu' une ligne de collines avec des élévations à plus de 370 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le drainage d'eaux pluviales peut poser danger à ces communautés, cette étude ultimement propose différentes méthodes afin d'aménager le drainage de ces eaux pluviales.

Les formations rocheuses les plus anciennes dans la zone d'étude sont de l'éocène moyen de la Formation de Pointe Blanche. Cet ensemble de strates consiste de couches denses et peu épaisses (2-8 cm en épaisseur). Ces couches inégales représentent des milliers d'années d'accumulation de cendres volcaniques et sédiments calcaires. Durcis par les effets de métamorphose par soulèvement et intrusion, la formation de Pointe Blanche est souvent vue couvrant les collines



dans la partie orientale de l'île, en raison de sa résistance à l'érosion. Quand elle érode, elle casse typiquement en grands blocs, qui tombent vers le bas de la pente.

Avec le temps, les couches brun-léger à vert vont oxyder vers une couleur plus rouge/brune. Cette formation est le mieux observée dans les falaises de la péninsule de Pointe Blanche, et apparaît dans la zone concernée seulement dans la zone la plus au nord et n'a pas d'influence importante dans la zone concernée.

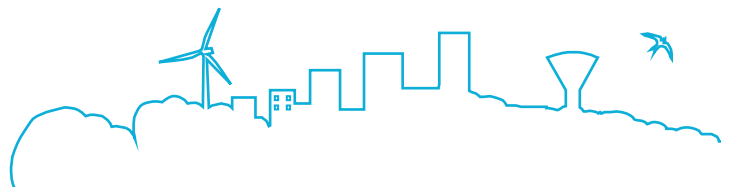
Les collines sur la limite ouest de la zone de l'étude sont composés géologiquement par des masses de roches ignées, recouverts de sols sableux et pierreux/rocheux, jusqu'à circa 2 mètres de profondeur. Herbes et broussailles sur les pentes raides font que l'accès aux substrats sera difficile.

Selon la carte géologique (Dagain ea, 1989, Source BRGM), les sols aux élévations plus importantes consistent principalement en andésite porphyrique qui datent de l'éocène inférieur. La carte géologique appelle cette formation de roche la « Formation du Mont des Accords ». Ce rapport fera référence à cette formation comme « andésite porphyrique ».

En dessous de l'andésite porphyrique, une masse intrusive ignée (batholite) consistant d'un granodiorite s'étend dans toute la topographie inférieure vers le sud et l'est. Cette masse de roche date de l'Oligocène, et représente une période instable dans l'histoire géologique de la région. Par l'intrusion du magma granodioritique dans la roche préexistante (andésite porphyrique et formations plus anciennes), la condition de ces matériaux était affectée. Ils étaient fracturés, métamorphisés et soulevés, formant une grande partie des structures montagneuses de la partie est de l'île. L'hypothèse existe que cette intrusion batholitique forme la fondation de l'île et la raison primaire pour son élévation au-dessus du niveau de mer.

La roche granodiorite même est phanéritique en structure, ce qui veut dire que les minéraux composantes de la roche sont suffisamment larges pour être visibles sans magnification, dans ce cas circa 2-3 mm. La roche peut facilement être reconnue par son apparence « sel et poivre ». Typiquement la roche sera altérée par exposition aux conditions de surface, produisant un sol sableux connu comme grus. Des minéraux d'argile seront aussi produits en quantités réduites. Ces matériaux détritiques composent la surface des terrains par travers les élévations plus basses, surtout notables dans la Ravine du Quartier, traversant la zone du sud-ouest au nord-est et conduit les eaux pluviales vers l'Etang aux Poissons.

La section nord de la zone a une configuration plus complexe de roches et caractéristiques géologiques. Une série de failles tectoniquement dormants orientés du nord-ouest au sud-est ont



été cartographiées (Dagain, J, ea, 1989, avec juxtaposition l'Eocène Moyen de la formation de Pointe Blanche a l'Andésite Porphyrique de l'Eocène Inferieur.

Une autres formation joue un rôle dans les sections au nord, notamment celui des brèches volcanoclastiques ou hyaloclastiques bien soudées. Cette formation a reçu le nom de « Formations de Red Pond ». Exposée seulement dans quelques zones, le texture unique de la Red Pond Formation peut être facilement reconnu par une abondance de roches étrangères, incorpores dans un matrix volcanique. Ceci donne une surface noueuse avec différents couleurs et modèles évidents.

Aussi dans la zone du nord, des autres failles intersectent avec la fracture dominante en angles droites. La plupart de ces failles ne parait pas affecter la topographie du terrain. Certaines digues intrusives de granodiorite sont notées dans la Formation de Red Pond. Ces digues mettent en miroir l'orientation du deuxième ensemble de failles. Ces failles ne sont pas actives mais elles représentent des anciens mouvements qui ont stressés et déformés la croute pendant la Période Tertiaire de l'histoire géologique.

Ces anciennes failles permettent des eaux de surface à drainer plus profond sous la surface. Elles auront la tendance d'éroder plus facilement que les zones non- fracturées, ce qui résulte en une topographie qui reflète la structure en-dessous. On remarquera une végétation concentrée autour de ces failles, à cause de la disponibilité augmentée d'eau dans ces zones.

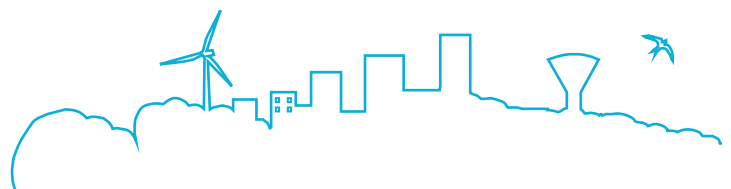




Figure 3. Carte géologique montrant formations de roche et structures dans la zone concernée. :

Rose : Oligocène Granodiorite

Bleu : Eocène Moyen, Formation de Pointe Blanche

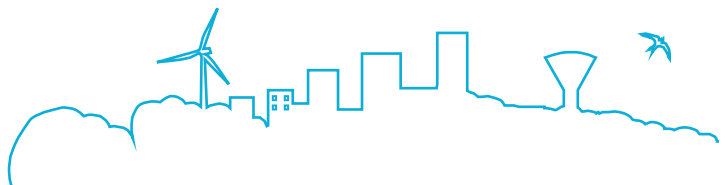
Vert : Eocène Moyen, formation de Red Pond

Vert bleu : Eocène inférieur, Andésite Porphyrite

Source : BRGM



Figure 4. Hyaloclastics Eocène, exposés près de l'Etang Aux Poissons



1.3. METHODOLOGIE

En utilisant la carte géologique (Dagain, ea, 1989), la zone concernée a été inspecté concernant la précision. Nous n'avons pas notés de divergences, bien que l'accès fût limité aux élévations moyennes et basses. Des photos ont été pris et échantillons collectés ou possible. L'Andésite Porphyrique Eocène dans la zone de l'étude n'était pas accessible à cause de limitations de temps. Our cette raison un échantillon de cette formation rocheuse était collecté dans un autre endroit out elle venait à la surface (Waymouth Hills)

Les autres échantillons de roche collectés représentent les expositions proéminentes dans la zone. Ensemble avec des échantillons de la roche dans leur état « frais » (le moins érodé), un effort a été fait afin de collecter des roches dans un état plus altérée.

Cinq échantillons ont été collectés : Granodiorite Frais, Granodiorite Très Altéré, Hyaloclastic Peu Altéré, et Andésite Porphyrique Peu Altéré. Aucun échantillon a été prélevé de la Formation de Pointe Blanche puisqu' elle ne concerne qu'une petite partie de la zone concernée et n'est pas considéré comme critique pour le projet.

La densité spécifique des échantillons a été déterminée au laboratoire. Ces valeurs et les observations concernant la dureté sont données en table 2

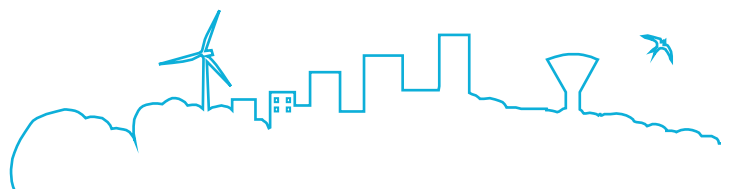


Table 1. Résistance de la roche intacte, en utilisant marteau géologique standard (approx. 1kg)

[Hack et al, 1971].

Résistance	field rating	détermination de la roche intacte
< 1.25 MPa	I	effrité a la main
1.25 – 5 MPa	II	pièce mince casse facilement dans la main
5 - 12.5 MPa	III	pièce mince casse par pression dure à la main
12.5 - 50 MPa	IV	pièces fractures par coups légers avec marteau
50 – 100 MPa	V	pièces fractures par coups durs avec marteau
100 - 200 MPa	VI	pièces écaillées seulement sous coups durs de marteau
> 200 MPa	VII	Roche sonne sous coups de marteau, étincelles

1.4 PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES FORMATIONS ROCHEUSES

La dureté observée fait référence au système de « field rating » connu comme l'échelle IRS (Intact Rock Strength) (Hack, ea, 2002) montré dans la table 1. Chaque échantillon reçoit une valeur de dureté de I-VII. Les comparaisons publiées (Hack, ea, 2002 ; Quane & Russel, 2005 ; Siratovich, ea, 2012) offrent une estimation fiable des déterminations plus techniques de la résistance de la roche connu comme UCS (Uniaxial Compressive strength). Cette mesure est réalisée en laboratoire, les résultats sont donnés en MPa (megapascal). Les valeurs extrapolées UCS pour nos échantillons de roche sont donnés en Table 3.

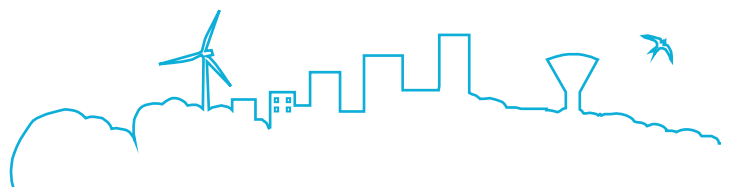


Table 2. Caractéristiques des roches dans la zone étudiée (observation / mesurée)

Roches unités (Avec âge, nom)	IRS	Densité spécifique
Granodiorite Frais (Oligocène)	VI	2.8 g / ml
Granodiorite Altéré (Oligocène)	I	2.3g / ml
Hyaloclastic (Miocène, Red Pond Fm.)	IV	2.4g / ml
Porphyritic Andésite Frais (Miocène, Mt. Accord Fm)	V	2.5g / ml
Porph. Andésite Altéré (Miocène, Mt. Accord Fm)	IV	2.4g / ml

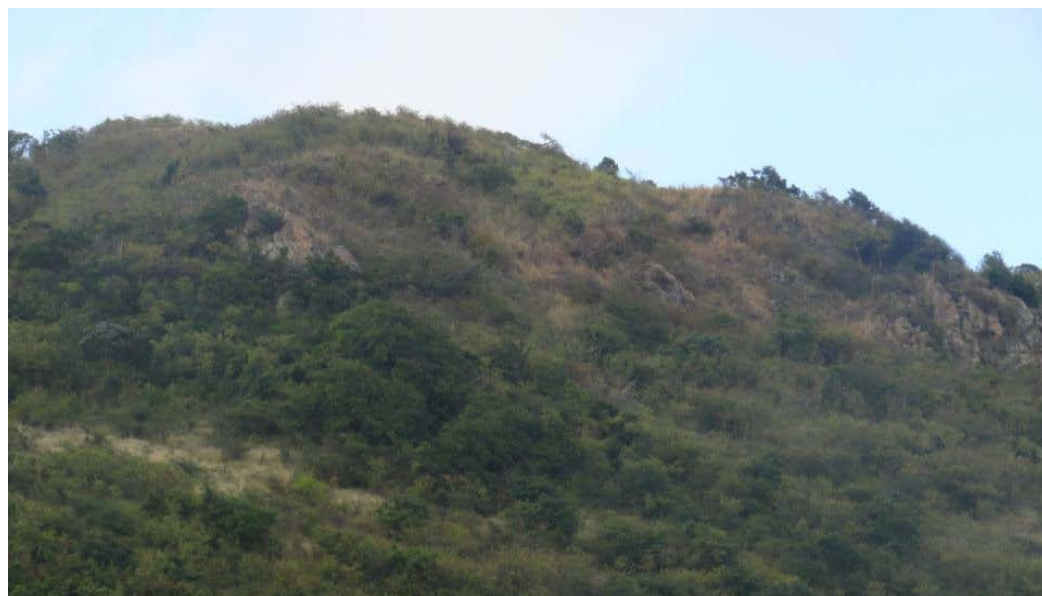


Figure 5. Formation de collines hautes au-dessus de la zone étudiée, la carte montre celle – ci comme composé d'Andésite Porphyrique



**Table 3. Caractéristiques des roches dans la zone étudiée
(extrapolation des observations)**

Roches unités (Avec âge, nom, IRS)	UCS	Reference
Granodiorite Frais (Oligocène VI)	175MPa	Hack & Huisman, 2002
Granodiorite Altéré (Oligocène, I)	125MPa	Hack & Huisman, 2002
Hyaloclastic (Miocène, Red Pond Fm, IV)	80MPa	Quane et al, 2005
Porphyritic Andésite Frais (Miocène, Mt. Accord Fm, V)	120MPa	Siratovich, P.A. et al, 2012
Porph. Andésite Altéré (Miocène, Mt. Accord Fm, IV)	70MPa	Siratovich, P.A. et al, 2012



Figure 6: Close-up du Granodiorite prélevé dans la zone



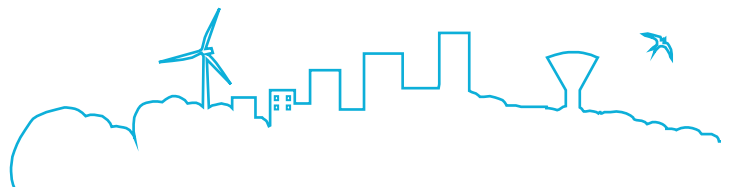
1.5 TYPES DE SOLS ET DISTRIBUTION

Les terrains plats du bassin de Belle Plaine montrent sur des épaisseurs de 0.5 à 3.5 mètres (estimation) un sol relativement gras en surface. Ces sols sont relativement riches en argile, à cause de leur création par l'érosion naturelle chimique du granodiorite mafique. Sables et fines sont présents dans un moindre degré, souvent dans des zones de dépôt puisque le sable est plus facilement transporté par les eaux pluviales, laissant les argiles derrière, qui accumuleront dans le temps. Pertes de vitesse et énergie de l'eau causeront des dépôts concentrés des grains de sable plus lourds.

Malgré ce phénomène les sédiments sont plutôt constants en consistance, caractérisés par des morceaux angulaires de matériaux rocheux, intermelés dans les horizons de sols en surface. Pluies et gravité sont les facteurs primaires concernant la présence de débris rocheux dans les sols de la plaine, en amenant ces roches des collines.



Figure 7. Sol horizon de Belle Plaine, riche en argiles, gras et rocheux.



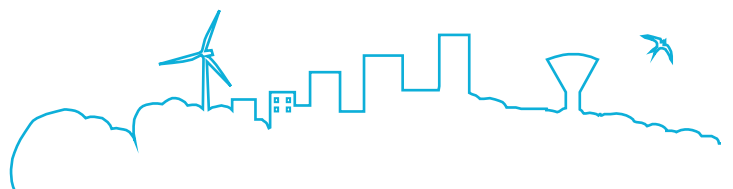
Dans certains endroits des accumulations de roches arrondis de granodiorite sont observés ; Ces accumulations ont été créées par l'homme afin de créer des barrages ou des murs de démarquage des limites de propriété. Ces blocs presque sphériques sont le produit naturel de l'intrusion batholitique du magma granodioritique. Ils représentent la relâche lente et régulière de la pression exercé sur la masse de magma (maintenant roche) du a l'érosion de la roche superposée.

Les terrains plats de la Belle Plaine contiennent une quantité considérable d'argiles. Les sols riches en argiles sont souvent problématiques comme fondation pour des projets de construction. Ils sont souvent sujet d'expansion et rétrécissement, suivant la variation de leur contenu d'eau. Pendant des périodes humides les minéraux d'argiles peuvent incorporer des molécules H₂O dans leur structure chimique et peuvent ainsi montrer une expansion jusqu'à douze fois leur volume originale. Pendant des périodes sèches ils peuvent reprendre leur volume normal. Ceci peut causer des tassements imprévisibles et différentiels des fondations des structures.

Bien que les sols considérés n'ont pas été analysés concernant leur contenu minéralogique exacte, suivant Wallace-Kuhl & Associates (2006, référence en www.rocklin.ca.us/civic) les sols dérivés de granodiorite altéré possèdent un potentiel limité concernant expansion-rétrécissement.



Figure 8. Type de sol typique dérivé de granodiorite altéré



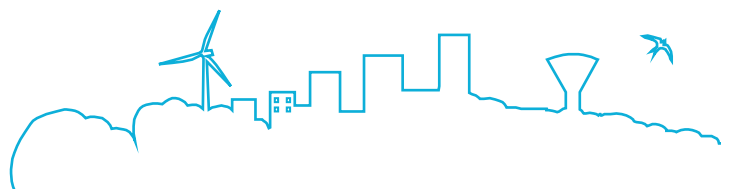
Les zones plus élevées du Quartier d'Orléans ont des sols plus sableux, plus rocheux et plus minces que ceux observés dans la Plaine même. Ils représentent des matériaux qui ont été exposés et altérés récemment de la roche originale. Ces sols sont facilement décollés des pentes des collines, avec chaque averse ou par gravitation et bioturbation quotidienne. Finalement ces matériaux seront rajoutés aux sols épais des terrains plus bas.

1.6 MODELES DE DRAINAGE

Le climat dans la région est souvent sec, démontre par la présence de cacti. Par contre il est souvent variable et il n'est pas rare de voir des pluies fortes et averses à n'importe quelle période de l'année. Des pluies fortes causent des drainages e surface suivant le chemin de moindre résistance, vers les niveaux plus bas. Ces chemins de moindre résistance amènent à des chenaux naturels qui sont faciles à détecter en étudiant la carte topographique ou simplement en étudiant les pentes des collines. Le modèle est un modèle typique de drainage dendritique, caractéristique pour les masses uniformes ignées intrusives comme le granodiorite batholite.

Dans ce bassin les collines à l'ouest envoient l'écoulement des eaux pluviales vers l'est dans des affluents orientés généralement vers le sud-est. Ceux –ci dirigent l'eau vers le drainage principal connu comme Ravine du Quartier. La limite est du bassin est créé par le Mont Saline (126 mètres au-dessus du niveau de mer) et les collines plus modérées entre Rice Hill et Oyster Pond (220 mètres au-dessus du niveau de mer).

Ravine du Quartier collectionne les eaux pluviales depuis le Mt William Hill, Middle Region en partie néerlandaise. Les aménagements apportés aux infrastructures de Dutch Quarter et Belvédère envoient les eaux pluviales vers ce drainage. Tous ces affluents finalement se vident dans l'Etang aux Poissons, qui a son tour est connecté avec la mer.



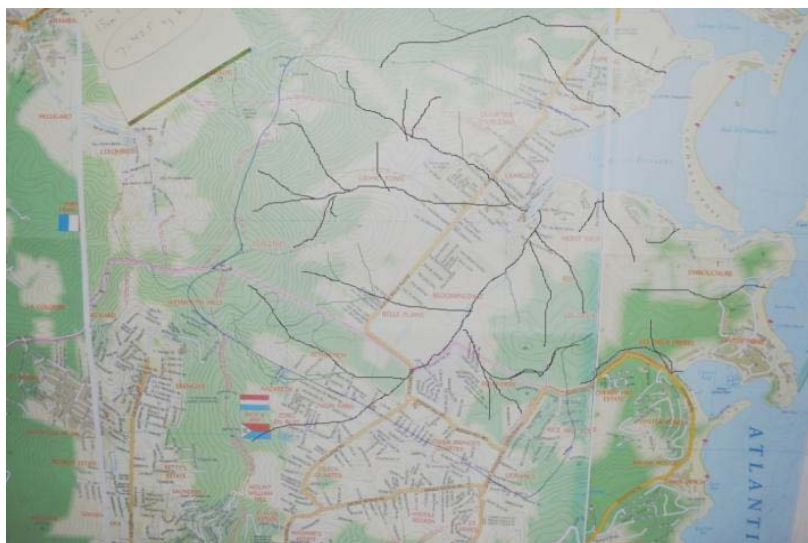


Figure 9 : linges de drainage par chenaux naturels conducteurs des drainages en surface.

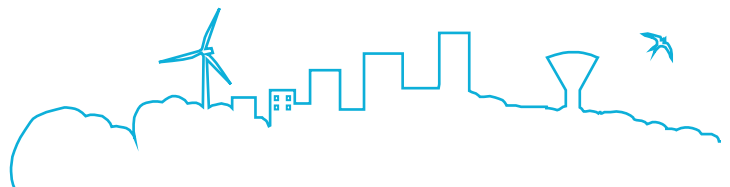


Figure 10 : drainage de Dutch Quarter vers Belle Plaine en direction nord-est.

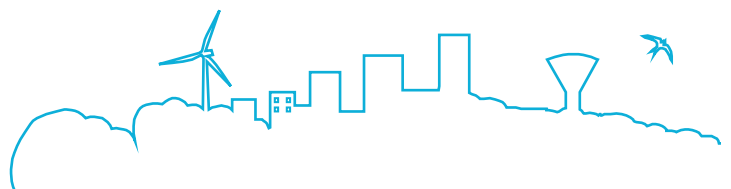


1.7 LISTE DES REFERENCES

- Adebayo, B., Opafunso, Z.O., and Akande, J.M., 2010, Drillability and Strength Characteristics of selected rocks in Nigeria. Dept of Mining Engineering, Federal University of Technology, Akure, Nigeria. AU J.T. 14 (1): 56-60.
- Beaufort, D. Westercamp, D, Legendre, O., and Meunier, A., 1990, The fossil hydrothermal system of Saint Martin, Lesser Antilles. Journal of Volcanology and Geothermal Research, vol 40, #3.
- Christman, Robert A., 1953, Geology of St. Bartholomew, St. Martin and Anguilla, Lesser Antilles. GSA Bulletin, vol 64, #1, pp 65-96.
- Dagain, J., Andreieff, P., Westercamp, D., Bouysse, P., and Garrabe, F., 1989, Saint-Martin Carte Géologique a 1/50 000, Dept de la Guadeloupe, BRGM, Service Géologique National.
- Hack, Robert & Huisman, Marco, 2002, Estimating the intact rock strength of a rock mass by simple means. Engineering Geology for developing countries – Proceedings of the 9th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment. Durban, South Africa, 16-20.
- Hoek, Evert, personal communication, February 1, 2015, via email.
- James, Keith H., 2005, A simple synthesis of Caribbean Geology. Transactions of the 16th Caribbean Geological Conference, Barbados. Caribbean Journal of Earth Science, 39, pp 69-82.
- Pindell, J.L., 1994, Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean: in Donovan S.K. and Jackson, T. A. (eds.) Caribbean Geology: an introduction, University of the West Indies Publishers Association/University of the West Indies Press, Kingston, Jamaica, p. 13-39.
- Pindell, J. L. and Barrett, S. F., 1990, Geological evolution of the Caribbean region: a plate tectonic perspective in Dengo, G., and Case, J. E., (eds.), The Caribbean, Volume H, Decade of North American Geology, Geological Society of America, Boulder, Colorado, p.404-432
- Quane, Steven L. & Russell, James K., 2003, Rock strength as a metric of welding intensity in pyroclastic deposits. European Journal of Minerals, V.15, 855-864.



- Quane, Steven L. & Russell, James K., 2005, Ranking welding intensity in pyroclastic deposits, Bulletin of Volcanology V. 67, 129-143.
- Siratovich, P.A., Davidson, J., Villeneuve, D.G., Kennedy, B., Cole, J, Wyering, L. and Price, L., 2012, Physical and mechanical properties of the rotokawa andesite from production wells RK 27, L2, RK 28 and RK 30, New Zealand Geothermal Workshop Proceedings.
- <https://www.rocklin.ca.us/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=11653>
- https://www.itc.nl/library/Papers/arti_conf_pr/hack_huisman.pdf
- <http://www.uwichill.edu.bb/bnccde/grenada/conference/papers/LH.html>



Janvier 2015
14MGU030



Maîtrise d'Œuvre pour l'aménagement du bassin de Belle-Plaine

Rapport Géotechnique

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES

ADDENDUM 1



SIEGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 Rue DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX

SAFEGE Guadeloupe
ZAC de la LEZARDE - Lieu dit COLIN
Immeuble Centre d'affaires
97170 PETIT-BOURG

SAFEGE Saint-Martin
7 Hope State
Grand-Case
971500 SAINT-MARTIN



SAFEGE, CONCEPTEUR DE SOLUTIONS D'AMENAGEMENT DURABLE



Rapport Géotechnique

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES

ADDENDUM 1

**AMENAGEMENT DU BASSIN DE BELLE-
PLAINE**

Maîtrise d'œuvre



Supprimé : <sp>

SOMMAIRE

1.	Introduction.....	3
2.	Coupes	3
3.	Zone lelong de la zone c , a l' est de la Ravine du Quartier	3
4.	Annexes	



ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE SITE G1-ES

Synthèse des données et connaissances disponibles

ADDENDUM 1

Projet: Aménagement du bassin de Belle Plaine

97150

SAINT-MARTIN

Client: Collectivité de Saint Martin
Affaire no: 214-1268
Auteur : Independent Consulting Engineers N.V.
Ir. Jan J.M. Vanden Eynde
Date : mars 2015



1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de « l'Aménagement du Bassin de Belle Plaine – Etude Géotechnique de site G1-ES », des informations additionnelles sont données suivant demande reçue.

2. COUPES sur différents secteurs

Coupes sont données en annexe 1 a ce rapport

3. Zone Lelong de la zone C, est de la Ravine du Quartier

Plan de situation : Voir annexe 2

Nous n'avons pas de données spécifiques provenant de programmes d'études de sols dans la zone.

Nous estimons que la zone sera similaire en profil que le zones des secteurs K et L

- En surface : terres végétales, épaisseur variable : 0 à 0.60 m ?
- En dessous : sables argileux pierreux, parfois blocs et roche
- Roche altérée à 1m ?-3m ?
- Infiltrations d'eau typiquement à l'intersection entre sables argileux et roche altérée, plus près de la surface en saison humide
- Occasionnellement la roche altérée sera rencontrée près de la surface, surtout dans les zones près du pied de la colline à l'Est



Annexe 1 : Coupes



Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : A-partie basse de la plantation de Bethlehem, partie neerlandaise, Ouest de Illidge Road

Sector : A- low section of Bethlehem Plantation, Dutch part, west of Illidge Road

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau		Terres vegetales topsoils
0.20-1.00		sables argileux, parfois pierreux clayey sands, wth gravels/ stones
1.00-2.20	water penetrations penetrations eau	roche alteree weathered rock
1.50-3.00		roche alteree dure hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : B- Fond de la vallee, lelong de la frontiere, jusqu'a la limite de plantation Belvedere

Sector : B - low part of the valley, along border, as far as limit of Belvedere plantation

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau		Terres vegetales topsoils
0.20-1.00		sables argileux, parfois pierreux clayey sands, wth gravels/ stones
1.00-3.00	water penetrations penetrations eau	roche alteree weathered rock plus solide avec profondeur more solid with increasing depth

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : C- fond de la vallee
Sector : C- bottom of the valley

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground	Description
0		TN terrain surface
	max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau	Tourbe/ Terres vegetales saturees mud/ saturated topsoils
0.20-0.40		sables argil., satur'es, pateux, blocs-debris-divers clayey sands, often saturated, paste consistency, stones/ debris sables argil. d' alteration, satures, blocs clayey sands, orig. from weathered rock, wth gravels/ stones
2.00-3.00	water penetrations penetrations eau	roche alteree weathered rock
		roche alteree dure hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : C-pied de la colline

Sector : C-foot of the hill

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description	
0 0.20-0.30 1.50-3.0	max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau water penetrations penetrations eau	TN	terrain surface
		Terres vegetales/ sables argileux, racines	topsoils/ clayey sands, roots
		sables argil. d' alteration, souvent pierreux, blocs	clayey sands, orig from weathered rock often wth rocks/ stones
		roche alteree	weathered rock
		roche alteree dure	hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : D-pied de la colline
Sector : D-foot of the hill

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description	
0 0.20-0.30 1.50-3.0	max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau water penetrations penetrations eau	TN	terrain surface
		Terres vegetales/ sables argileux, racines	topsoils/ clayey sands, roots
		sables argil. d' alteration, souvent pierreux, blocs	clayey sands, orig from weathered rock often wth rocks/ stones
		roche alteree	weathered rock
		roche alteree dure	hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : D- fond de la vallee
Sector : D-bottom of the valley

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description	
0	max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau	TN	terrain surface
		Tourbe/ Terres vegetales saturees	mud/ saturated topsoils
0.20-0.40		sables argil., satures, pateux, blocs-debris-divers sables argil. d' alteration, satures, blocs	clayey sands, often saturated, paste consistency, stones/ debris clayey sands, orig. from weathered rock, wth gravels/ stones
2.00-3.00	water penetrations penetrations eau	roche alteree	weathered rock
		roche alteree dure	hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : E- entre Rue Coralita et Etang aux Poissons- pres de Rue Coralita
Sector : E between Rue Coralita and Etang aux Poissons- close to Rue Coralita

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
		sables argileux peu compacts/ vases molles clayey sands, soft/ soft mud
2.00-2.50		sables argileux d' alteration, pierreux, compacts clayey sands/ heavily weathered rock - gravels/ stones
3.00-6.00		roche alteree weathered rock
		roche alteree dure hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : E- entre Rue Coralita et Etang aux Poissons- pres de l' Etang aux Poissons
Sector : E between Rue Coralita and Etang aux Poissons- close to Etang aux Poissons

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
0-??		remblais recents recent backfill
0-2.00		vases molles soft muds
1.50-4.00		sables argileux pierreux d' alteration clayey sands wth stones/ gravels (heavily weathered rock
		roche alteree weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : F- au-dessus Rue Cross The range

Sector : F-above Rue Cross The Range

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description	
= 0 = 0.6 = 1.00-3.00 =		TN	terrain surface
		Terres vegetales	topsoils
		sables argileux, parfois pierreux	clayey sands, wth gravels/ stones
		roche alteree, rel dure	weathered rock, rel hard
		roche alteree dure	hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : G- entre Rue Cross The Range et RN7
Sector : G- Between Rue Cross the Range and RN7

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
0.6		Terres vegetales topsoils
2.00-4.00	infiltrations d' eau	sables argileux, parfois pierreux clayey sands, wth gravels/ stones
		roche alteree, rel dure weathered rock, rel hard
		roche alteree dure hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : H- entre RN7 et Rue Mullet Fish
Sector : H- between RN7 and Rue Mullet Fish

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
0-0.60		Terres vegetales topsoils
3.00- 4.00	water penetrations penetrations eau	sables argileux, parfois pierreux clayey sands, wth gravels/ stones
		roche alteree, relativement dure weathered rock, relatively hard
		roche alteree dure hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : I-entre Rue Mullet Fish et Etang des Poissons- pres de Rue Mullet fish

Sector : I - between Rue Mullet Fish and Etang des Poissons- close to Rue Mullet Fish

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d'eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
0-0.60		Terres vegetales topsoils
3.00- 4.0	water penetrations penetrations eau	sables argileux, parfois pierreux clayey sands, with gravels/ stones
		roche alteree, relativement dure weathered rock, relatively hard
		roche alteree dure hard weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : I-entre Rue Mullet Fish et Etang aux Poissons- pres de l' Etang aux Poissons

Sector : I- between Rue Mullet Fish and Etang aux Poissons- close to Etang aux Poissons

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN terrain surface
		remblais recents recent backfill
0-??		vases molles soft muds
0-2.00		sables argileux pierreux d' alteration clayey sands wth stones/ gravels (heavily weathered rc
1.50-4.00		roche alteree weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : J-entre Ravine du Quartier et RN7
Sector : J- between Ravine du Quartier and RN7

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0	max waterlevels 0.30-0.60 niv max eau	TN terrain surface
		Terres vegetales topsoils
0-0.60		sables argileux, peu compacts rel. soft clayey sands
0-1.50		sables argileux pierreux, compacts, blocs clayey sands,compact, stones & rocks
2.00-3.0		roche alteree weathered rock
	water penetrations penetrations eau	

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : K, ouest de RN 7
Sector : K, west of RN7

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN Terrain surface
0.00-0.60		Terres Vegetales top soils
1.00-3.00	water penetrations penetrations d' eau	sables argileux, pierreux, compacts. Blocs Clayeye sands, compact, with stones and rock: roche alteree weathered rock

Coupes per Secteur / Sections per sector

Secteur : L- Zone Basse de la Plantation Belvedere et zone immediatement au nord- est
Sector : L-Low area of the Belvedere plantation and zone immediately to the north-east

Coupe / Sections

Niveau / Level	Niveau typique pénétration d' eau / Typical level of ground water penetration	Description
0		TN Terrain surface
0.00-0.60		Terres Vegetales top soils
1.00-3.00	water penetrations penetrations d' eau	sables argileux, pierreux, compacts. Blocs parfois roche Clayeye sands, compact, with stones and rocks sometimes rock
		roche alteree weathered rock

Annexe 2 : plan de situation



