

DOSSIER : 09 GEO 7276



P.A.G.

EXTENSION SUD DES TERRE-PLEINS

SYNTHESE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

BAIE DE POINTE-A-PITRE



Rapport N°09-2135 - B/MT/MG			RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE			
Indice	Date	Etabli par	Vérifié par	N° page	Modification - Observations	Contrôlé par
B	19/05/2009	M. TANGUY	S. DUMOULIN	65	Première diffusion	P. PARAIN
A	05/05/2009	G. MOLLLET	M. TANGUY	65	Première diffusion	S. DUMOULIN

✉ **PAG**
 A l'attention de **M. BATAILLE**

✉ **BP 485**
GARE MARITIME
97198 POINTE A PITRE Cedex

1 GENERALITE

A la demande et pour le compte du PAG, la société GEOMAT Antilles a réalisé une synthèse des données géotechniques et géologiques disponibles relative au projet d'extension des terre-pleins de la Pointe Jarry, sur la commune de Baie-Mahault.

D'après les documents transmis par le PAG (plan Projetphase1CAP.dwg) et les informations fournies lors des différentes réunions de travail, le projet prévoit :

- La construction d'un quai destiné à recevoir des navires marchands à fort tirant d'eau ;
- La mise en œuvre de terre-pleins réalisés par remblaiement hydraulique dans des digues d'enclôture. Ils devraient être calés vers + 3.0 NH soit environ 1 m au dessus des autres plateformes du PAG de Jarry ;
- Le dragage du chenal d'accès et de la zone d'accostage des navires jusqu'à la cote – 15.5 m NH dans une première phase puis -17.5 m NH dans une seconde phase.

2 MISSION DE GEOMAT Antilles

La mission confiée à GEOMAT Antilles suivant le cahier des charges établi par le PAG comprend :

- La réalisation d'une **synthèse des données géotechniques et géologiques** disponibles ;
- La **cartographie** du toit du **substratum rocheux** ;
- L'analyse des impacts due à la **sismicité** et en particulier à la **liquéfaction des sols** ;
- L'analyse des **conditions de dragage et de réemploi** des matériaux du chenal ;
- La détermination des **investigations complémentaires** nécessaires.

Le présent rapport s'attache à réaliser une synthèse géologique et géotechnique générale de la Baie de Pointe à Pitre basée sur l'ensemble des données d'archive disponibles dans cette zone.

Les analyses détaillées des problématiques liées à l'ouvrage, aux digues d'enclôture et aux terre-pleins, au dragage, au réemploi des matériaux dragués et à la stabilité des talus ont par ailleurs été traitées dans les rapports spécifiques de GEOMAT Antilles n°09-2076D et n°09-2105.

3 PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

A cet effet, les investigations suivantes ont été réalisées :

- Une étude bibliographique des écrits géologiques et géotechniques de la zone.
- Des visites de sites avec relevés géologiques et géotechniques.

4 APERÇU TOPOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

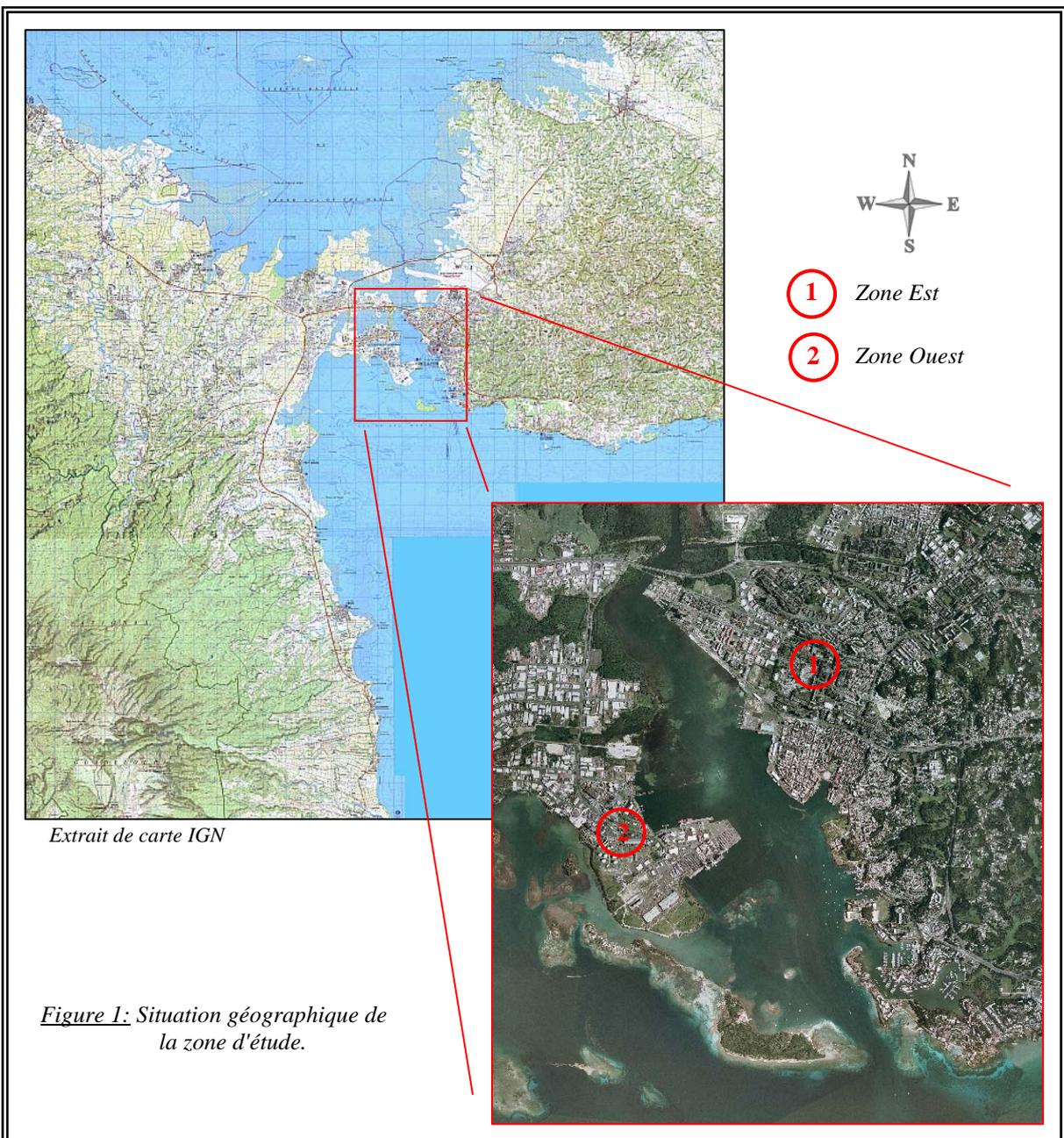
La zone d'étude est située sur les communes de Pointe à Pitre et de Baie Mahault.

Elle est définie au Nord par le pont de la Gabarre, au Sud par l'îlet à Cochons, à l'Ouest par l'îlet Petreluzzi nommée îlet Boissard et à l'Est par la ville de Pointe-à-Pitre.

Sa superficie est comprise entre 1200 et 1300 hectares.

La zone d'étude est composée d'un **secteur maritime** et d'un **secteur terrestre** décrits ci-dessous.

La Figure 1 ci-dessous présente la situation géographique du site :



4.1 LE SECTEUR MARITIME

La topographie sous marine apparaît variable en fonction des secteurs.

Le secteur central correspondant au chenal d'accès aux différents quais présente une topographie relativement plane callée entre les côtes -9 m NH et -12 m NH. Ce secteur est dénivé des autres par des talus d'environ 8 m à 10 m de hauteur sur l'ensemble de son pourtour. Il s'agit d'une topographie résultant des dragages réalisés dans la baie pour l'accès des navires marchands.

Les autres secteurs présentent une topographie chaotique, soit sculptée pas les courants, soit d'origine anthropique.

Notamment, on distingue le « Banc Provençal » ou « Banc des Couillons » correspondant à l'emprise des futurs terre-pleins. Sa topographie présente un haut fond au nord séparé de la zone draguée par un talus d'environ 7 m de hauteur. Au Sud, il présente une pente modérée vers l'îlet à Cochons jusqu'à la côte -7 m NH.

A noter également au Sud du « Banc Provençal » la présence d'une zone qui a visiblement fait l'objet d'une extraction de matériaux vraisemblablement pour une utilisation en remblai lors de la réalisation des terre-pleins de la Pointe Jarry. Cette zone est située entre le Banc Rose et le Banc Appolon. Le bas de cette zone est calé à la côte -9 m NH environ. Elle est séparée du reste par des talus de pente modérée à forte d'environ 6 m à 8 m de hauteur.

Les cartes géologiques de la Guadeloupe ne présentent pas de données sur les zones maritimes.

4.2 LE SECTEUR TERRESTRE

Il présente une topographie relativement plane. Il peut être séparé en deux parties. Une située à l'Est correspond à la **ville de Pointe-à-Pitre** et ses alentours, l'autre située à l'Ouest correspond à la **Pointe Jarry**. Ces deux zones sont notées respectivement 1 et 2 sur la Figure 1 précédente.

La Pointe Jarry est une zone industrielle gagnée sur la mer et sur la mangrove. Son altitude est comprise entre 0 et 5m NH. Sa topographie est globalement quasi plate.

La partie correspondant à Pointe-à-Pitre est une zone urbaine construite soit sur des terre-pleins gagnés sur la mer à l'Ouest de la ville, soit sur des mornes calcaires caractéristiques de la Grande-Terre, à l'Est de la ville, le long de la côte Sud-Est de la zone d'étude. L'altitude maximale dans ce secteur est de l'ordre de +35 mètres NGG.

Les cartes géologiques de la Guadeloupe indiquent dans ce secteur:

- ⊗ Des **bioconstructions et accumulations fossilisées de polypiers** correspondant au niveau marin + 5 m au niveau de l’Ilet Boissard et de l’Ilet à Cochons ;
- ⊗ Des **calcaires à polypiers** datant du Pléistocène inférieur.
- ⊗ Des **formations superficielles récentes** constituées de remaniements anthropiques avec ou sans remblais au niveau de la Pointe Jarry, de Lauricisque, de Bergevin et de Darboussier ;

Ces remaniements anthropiques constituent la majorité des terrains superficiels émergés de la Baie de Pointe à Pitre.

Une bonne compréhension du contexte géologique et géotechnique de la zone nécessite une analyse de l’évolution temporelle et géographique des terrains de recouvrement d’origine anthropique. Elle est présentée au paragraphe 5 suivant.

5 EVOLUTION TEMPORELLE ET GEOGRAPHIQUE DES TERRAINS DE RECOUVREMENT D’ORIGINE ANTHROPIQUE

Au cours de son histoire récente, c'est-à-dire au cours du XX^{ème} siècle, la Baie de Pointe à Pitre a fait l’objet d’aménagements importants aussi bien au niveau des berges Ouest correspondant à la Pointe Jarry qu’au niveau de la ville de Pointe-à-Pitre à l’Est.

Ces aménagements ont considérablement modifié le paysage de la Baie notamment avec d’importantes extensions sur la mer.

Ainsi, l’**extension de Pointe à Pitre** s’est faite majoritairement en remblayant les mangroves littorales avec les matériaux de déblai disponibles extraits des mornes calcaires alentours lors des travaux d’urbanisation au Nord et à l’Est.

L’**extension de Jarry** sur la mer s’est faite quant à elle en remblayant par poldérisation les mangroves existantes et les zones côtières avec des matériaux de type remblais hydrauliques dragués dans la baie. Il s’agissait notamment de sable provenant du banc situé au Nord-Ouest de l’îlet à Cochon malgré la présence d’intercalations vaseuses.

Ces remblaiements importants et récents à l’échelle géologique expliquent la présence :

- ⊗ **De sols sous consolidés ou tout juste consolidés** dans la baie qui correspondent généralement aux remblais hydrauliques ;
- ⊗ **De tourbe sur des épaisseurs importantes** sous les remblais. Il s’agit en général de l’ancienne mangrove remblayée qui se décompose.

Ces terrains accueillent des structures généralement fondées sur des fondations profondes du fait des faibles caractéristiques mécaniques des terrains et de leur caractère souvent liquéfiable.

Des photographies aériennes de la Baie de Pointe à Pitre entre 1947 et 1989 sont jointes en **Annexe B**.

La Figure 2 suivante présente une cartographie des principales zones remblayées sur la mangrove d'après les informations issues des données bibliographiques à notre disposition.

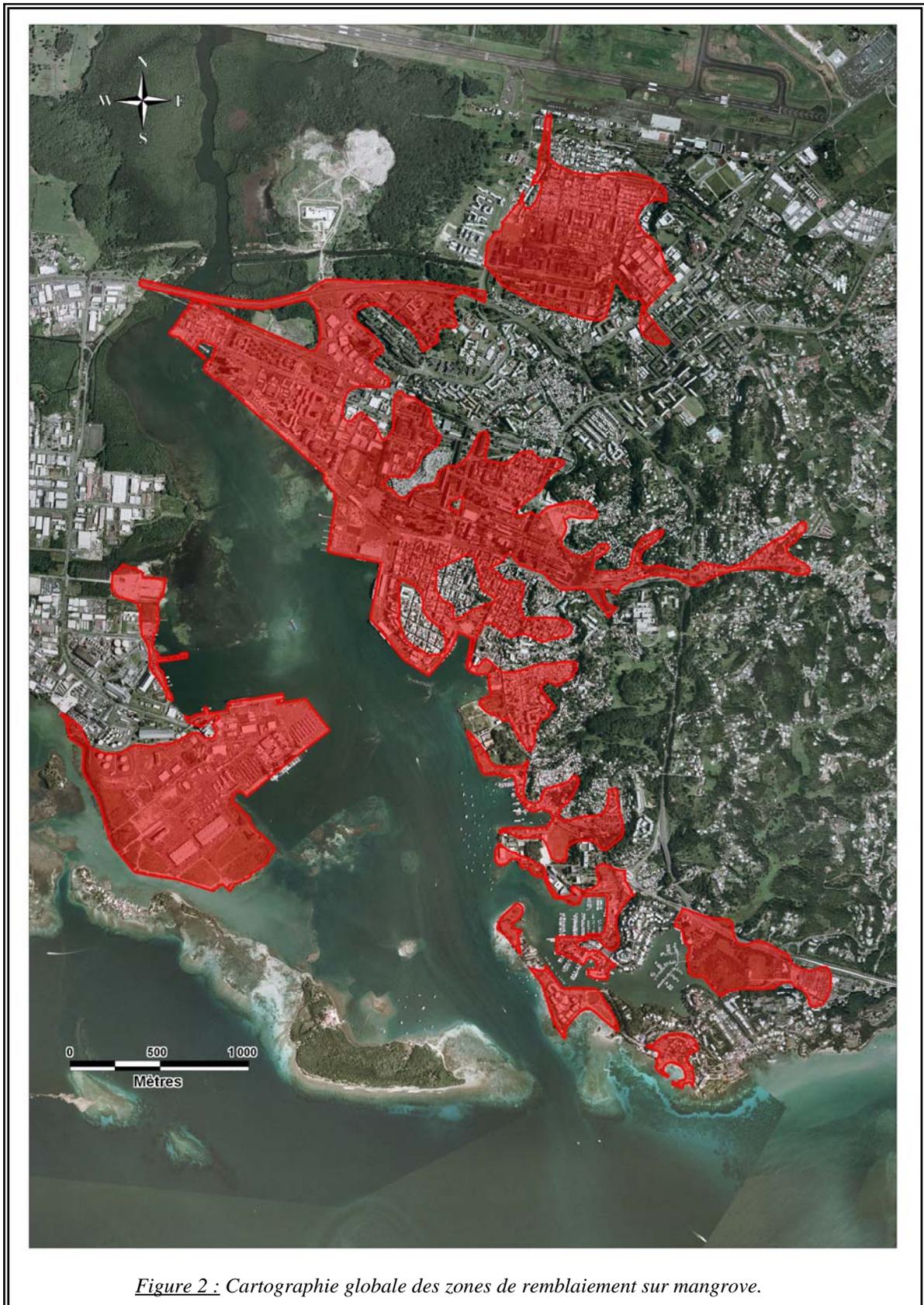


Figure 2 : Cartographie globale des zones de remblaiement sur mangrove.

6 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

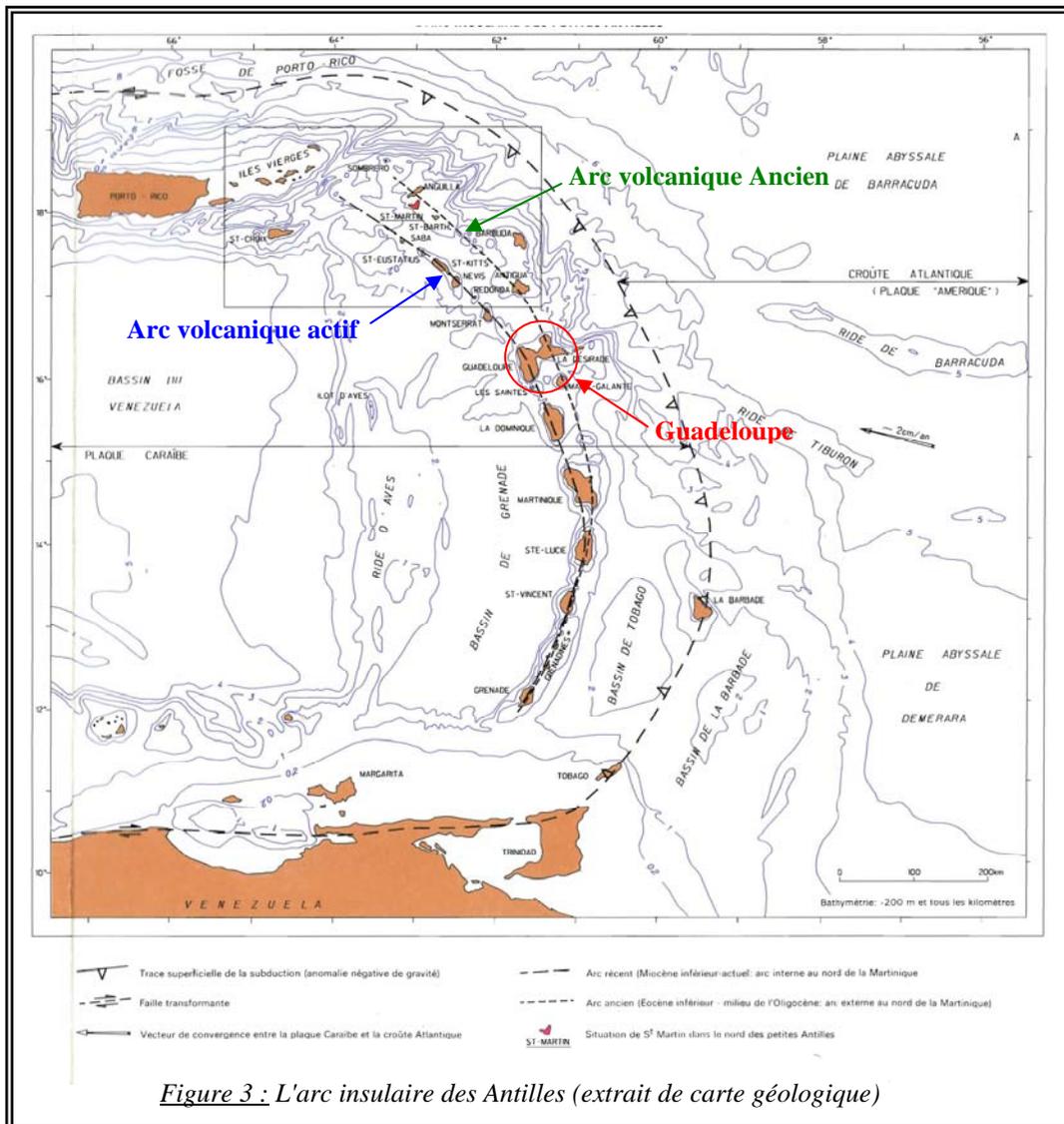
6.1 ANALYSE GEOLOGIQUE DE LA BAIE DE POINTE A PITRE

La baie de Pointe-à-Pitre présente une histoire et une structure géologique complexe. Pour comprendre sa formation et sa géologie actuelle, il convient de rappeler le contexte général des Antilles et de l'Archipel guadeloupéen.

6.1.1 Le domaine Caraïbe et l'arc insulaire des petites Antilles

Les Caraïbes constituent une petite plaque coincée entre la plaque de l'Atlantique-Ouest et la plaque Cocos du Pacifique-Est. Dans les Caraïbes, on distingue la mer des Antilles, les Grandes Antilles, et les Petites Antilles.

La Figure 3 suivante présente l'arc insulaire des Antilles :



Les limites de la plaque Caraïbe sont définies :

- ⊗ Au nord par les Grandes Antilles,
- ⊗ A l'Ouest par l'Amérique Centrale,
- ⊗ Au sud par le Venezuela,
- ⊗ A l'Est par l'arc insulaire des Petites Antilles.

L'arc insulaire volcanique des Antilles s'est formé par subduction. La Croute Atlantique plonge sous la Plaque Caraïbe avec une vitesse moyenne estimée à 2 cm par an.

Ce phénomène crée un volcanisme de subduction qui se traduit en surface par des volcans à l'origine des îles des Antilles.

La zone de subduction est également le siège d'une activité sismique intense.

L'Archipel des Petites Antilles forme la partie émergée de la structure tectonique reliant le Nord-Est de l'Amérique du Sud aux îles Vierges à l'Est de Porto-Rico. Il est constitué d'une vingtaine d'îles principales sur une distance de 900 km séparant la mer des Antilles de l'océan Atlantique.

Il est composé de deux arcs volcaniques bien distincts au Nord qui se confondent ensuite vers le Sud de l'Archipel. Il s'agit :

- ⊗ De l'**Arc volcanique actif** à l'Ouest ;
- ⊗ De l'**Arc volcanique ancien** à l'Est.

6.1.2 L'Archipel Guadeloupéen

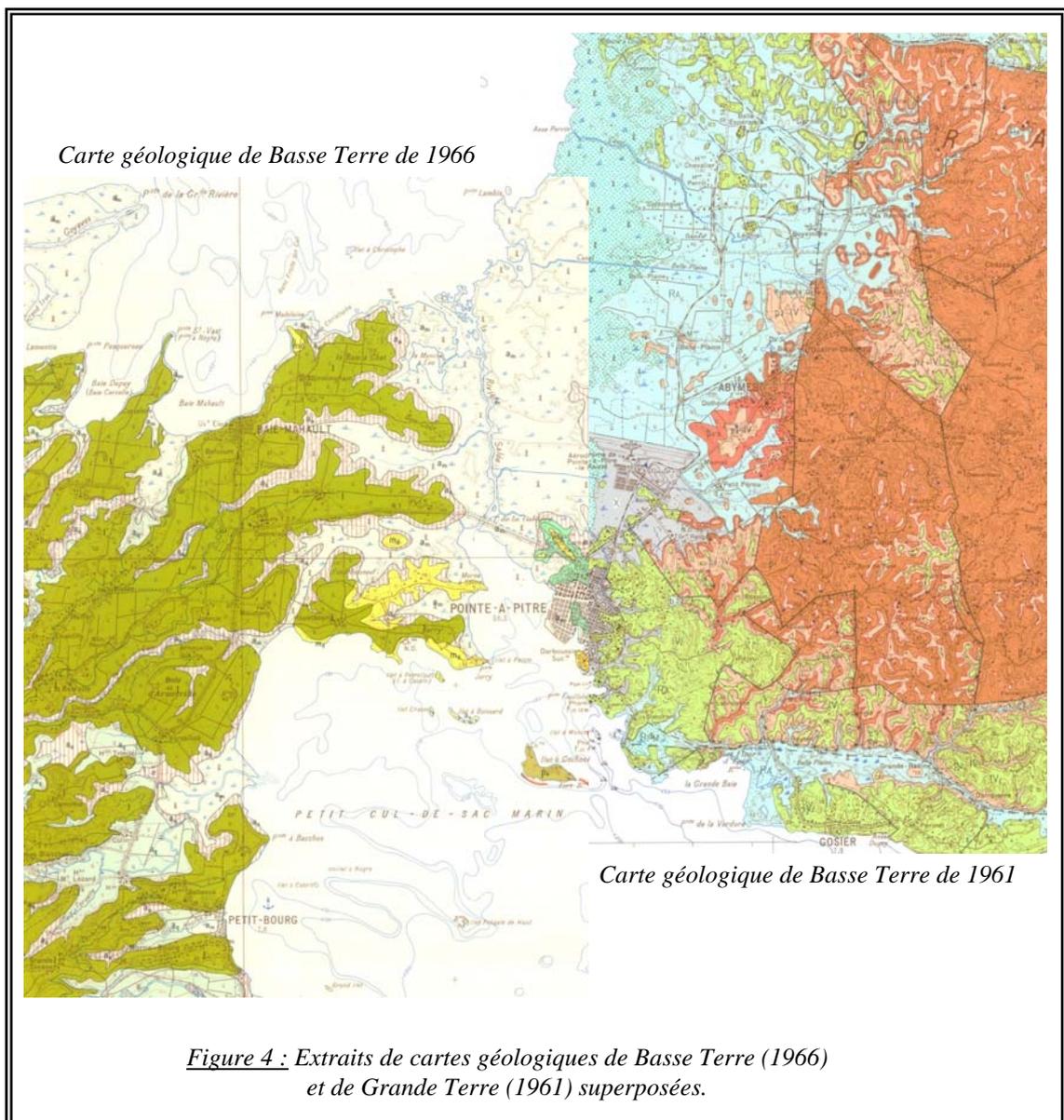
L'Archipel Guadeloupéen comprend huit îles principales. Il s'agit de :

- ⊗ **Saint Martin et Saint Barthélemy au Nord.** Ces îles sont constituées de terrain calcaire et de terrain volcanique.
- ⊗ **Les Saintes au Sud** de la Basse Terre sont entièrement volcaniques. Elles appartiennent à l'arc actif.
- ⊗ **La Basse Terre** correspondant à la partie Ouest de l'île principale. Elle a un système volcanique explosif. Il est à l'origine de coulées volcaniques terrestres ou sous-marines, sur les flancs des volcans.
- ⊗ **La Grande Terre** correspondant à la partie Est de l'île principale. Elle est constituée de calcaire d'origine récifale.
- ⊗ **La Désirade** est recouverte d'un calcaire datant du pléistocène (partie inférieure de l'ère Quaternaire). Ce calcaire surmonte des intrusions volcaniques du type arc ancien.
- ⊗ **Marie-Galante** est recouverte de calcaire d'origine récifale.

6.1.3 Structure géologique générale de la baie de Point-à-Pitre

La zone d'étude correspond à un isthme. Il s'agit d'une bande de terre entourée au Nord par le Grand Cul de Sac Marin et au Sud par le Petit Cul de Sac Marin, reliant les deux domaines géologiques différents que sont la Basse-Terre et la Grande-Terre.

La présence de cet isthme explique la répartition des cartes géologiques de 1961 et 1966 de part et d'autre de cette zone. Elles sont présentées juxtaposées en Figure 4 suivante :



La baie de Pointe-à-Pitre correspond d'un point de vue géologique et structural à un fossé d'effondrement ou à une paléovallée séparant la Basse-Terre de la Grande-Terre.

Des calcaires d'origine récifale forment le substratum de ce fossé. Dans ces calcaires, des niveaux interstratifiés de tuf volcanique ont été localisés. Ils proviennent de l'érosion, de glissement et de l'altération des flancs des volcans ou des mornes.

Plus récemment, le fossé d'effondrement a été comblé par des alluvions et des dépôts organiques d'origine fluvio-continentale et marine. Il s'agit de dépôts carbonatés provenant des récifs coralliens dans un environnement marin de plate-forme.

Ces modes de dépôt variés et complexes sont à l'origine de nombreuses imbrications et de variation latérale et verticale de faciès. Ainsi la cartographie de la zone d'étude donnera des indications globales mais l'existence d'anomalies localisées n'est pas à exclure.

6.1.4 Synthèse géologique globale des reconnaissances in situ

La présente synthèse géologique et géotechnique de la baie de Pointe-à-Pitre se base sur les sondages carottés et pressiométriques et des essais de pénétration statique et dynamique qui ont été réalisés au cours des dix dernières années dans la zone d'étude.

Ils ont mis en évidence, du haut vers les bas, les trois unités géologiques principales suivantes :

- ⊗ **Les dépôts récents ;**
- ⊗ **Les sédiments anciens ;**
- ⊗ **Le substratum.**

Ces différentes formations sont décrites plus en détail ci-dessous.

6.1.4.1 Les dépôts récents

Il s'agit d'une formation récente pour laquelle la genèse s'est faite en milieu marin ou de mangrove. On distinguera trois sous familles de natures géologiques différentes. Il s'agit :

- ⊗ **D'argile vasarde, d'argile sableuse coquillée ou d'argile sablo vasarde** comportant localement des passées à forte teneur en matière organique. La teinte de cette formation est généralement grise à noirâtre. Ce sont les formations les plus récentes qui tapissent les fonds sous-marins. Leur épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. En profondeur, les sables sont généralement plus fins et peuvent contenir des vases.
- ⊗ **De tourbes ou de tourbes argileuses.** La teinte de cette formation est généralement noirâtre à brunâtre. Elle présente des végétaux en décomposition et parfois des éléments coquillés. Cette formation est constituée d'une grande quantité de matière organique. Fréquemment, la partie supérieure de cette formation est constituée de tourbe franche et fibreuse alors que la partie inférieure est constituée de tourbe argileuse à texture plus lâche.
- ⊗ **D'un recouvrement sableux** présent généralement sous forme de lentilles localisées ou de bancs d'extension variable mais globalement limitée.

6.1.4.2 Les sédiments anciens

Il s'agit de formations sédimentaires dont la genèse s'est réalisée à priori hors d'eau vraisemblablement lors du retrait du niveau marin. Ces formations peuvent être de deux natures différentes. Il peut s'agir :

- ⊗ **Soit d'argiles plastiques de teinte grisâtre à bleue-verdâtre.** Il s'agit vraisemblablement dans ce cas d'un sol sédimentaire autochtone correspondant à de l'argile d'altération du substratum calcaire ;
- ⊗ **Soit d'argile marron a bariolée silteuse** correspondant vraisemblablement à un sol volcano sédimentaire allochtone c'est-à-dire sédimenté après transport. Il s'apparente au complexe volcanique antémiocène existant sur la Basse-Terre. Ces argiles bariolées comportent des grains de quartz limpide.

6.1.4.3 Le substratum calcaire

Il est constitué en tête par des calcaires récifaux qui font partie de la série des calcaires à polypiers datant du Plio-Pléistocène (-1.8Ma à -700 000 ans) qui existent en surface sur la Grande-Terre. Parmi eux deux faciès sont à différencier. Il s'agit du haut vers le bas :

- ⊗ **Des calcaires à Acropora** au sommet notés **R2**. Ils sont composés de deux faciès superposés séparés par une surface d'immersion :
 - **Le sablo-calcaire.** Il forme des lentilles sédimentaires, constitué de sables, de grès calcaires bioclastiques, d'éléments volcaniques fins et de constructions coralliennes. Les carbonatés proviennent de gastéropodes, de bilvalves et de coraux de genres *Agaricia* et *Acropora*. Cette couche repose sur les calcaires à *Agaricia* (R1) ;
 - **Les calcaires Acropora.** Ils sont situés au dessus de l'ensemble des sablo-calcaires et sont formés par des colonies coralliennes appartenant majoritairement au genre *Acropora*. A cause de la surface d'érosion/émersion (R1), les calcaires à *Acropora* peuvent reposer directement sur les calcaires à *Agaricia*. Le sommet des *Acropora* est érodé et peut être localement karstifié. Ces karsts sont remplis de micro-conglomérat d'origine volcanique ainsi que d'argiles brunes. Ils peuvent provenir de la baisse du niveau marin. Cela souligne la présence d'une seconde surface d'érosion aérienne (S2) qui daterait de 330 000 ans ;
 - **La surface d'érosion/émersion** aérienne notée **S1**. Elle sépare les calcaires à *Agaricia* des calcaires à *Acropora*. Il s'agit d'une discontinuité majeure. Elle se repère par des troncatures de colonies coralliennes, des encoches karstiques et localement par un encroûtement de paléosol calcaire. Il est possible qu'une régression du milieu marin de 50 à 60 mètres ait eu lieu dans ce secteur des Caraïbes ;

- ⊗ **Des calcaires à Agaricia** à la base notés **R1**. Il s'agit des calcaires bioclastiques blancs et massifs, légèrement pulvérulents et à grains fins. Ils renferment des colonies coralliennes en place, au sein de la matrice et appartenant à trois principaux genres : Agaricia, Diploria, Montastrea. Le reste de la faune est composé de gastéropodes de milieux récifaux, de spongiaires et de bilvalves. Des rhodolites, de nodule centimétrique, sont moins abondants vers le sommet de la formation. La base du récif date d'environ 750 000 ans ;
- ⊗ **Des calcaires à rhodolithe P3 puis le calcaire volcano-sédimentaire P2 en dessous**. ce niveau regroupe les sédiments marins riches en rhodolites ou en éléments volcaniques mis en place lors d'une activité volcanique. L'abondance de foraminifères prouve que le niveau P2 s'est sédimenté sous l'eau. Il forme des intrusions dans le substratum calcaire.

Toutes ces formations sont sujettes à karstification, altération et remplissage argileux.

Un log stratigraphique présenté en Figure 5 page suivante illustre l'enchaînement des différentes séries lithologiques de marno calcaires. Cette analyse est basée sur l'observation de différents affleurements des Grand Fonds de Grande Terre par des géologues chercheurs¹.

¹ Université Antilles-Guyane, J.L. Léticée, J.F. Lebrun, Ph. Munch...

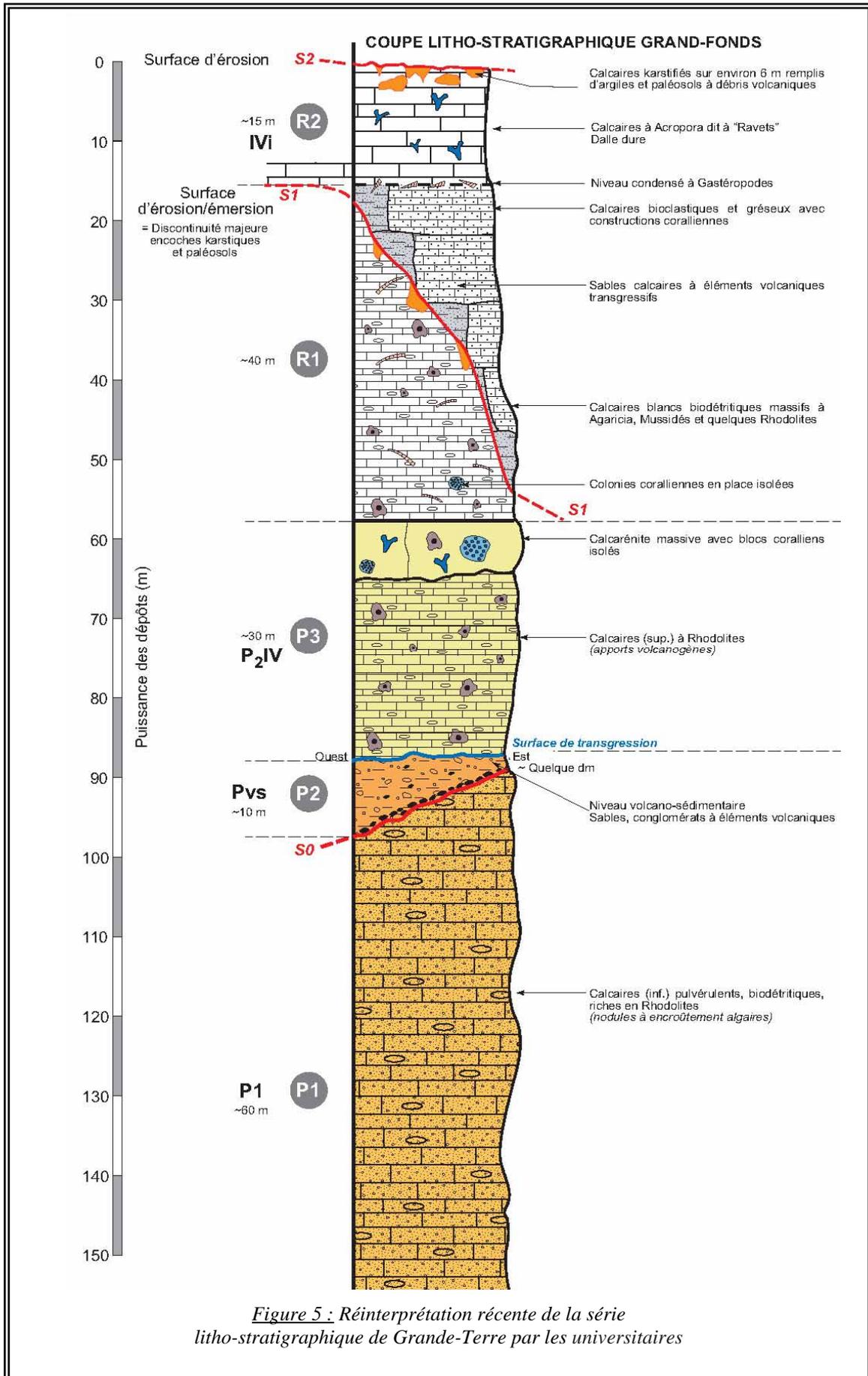
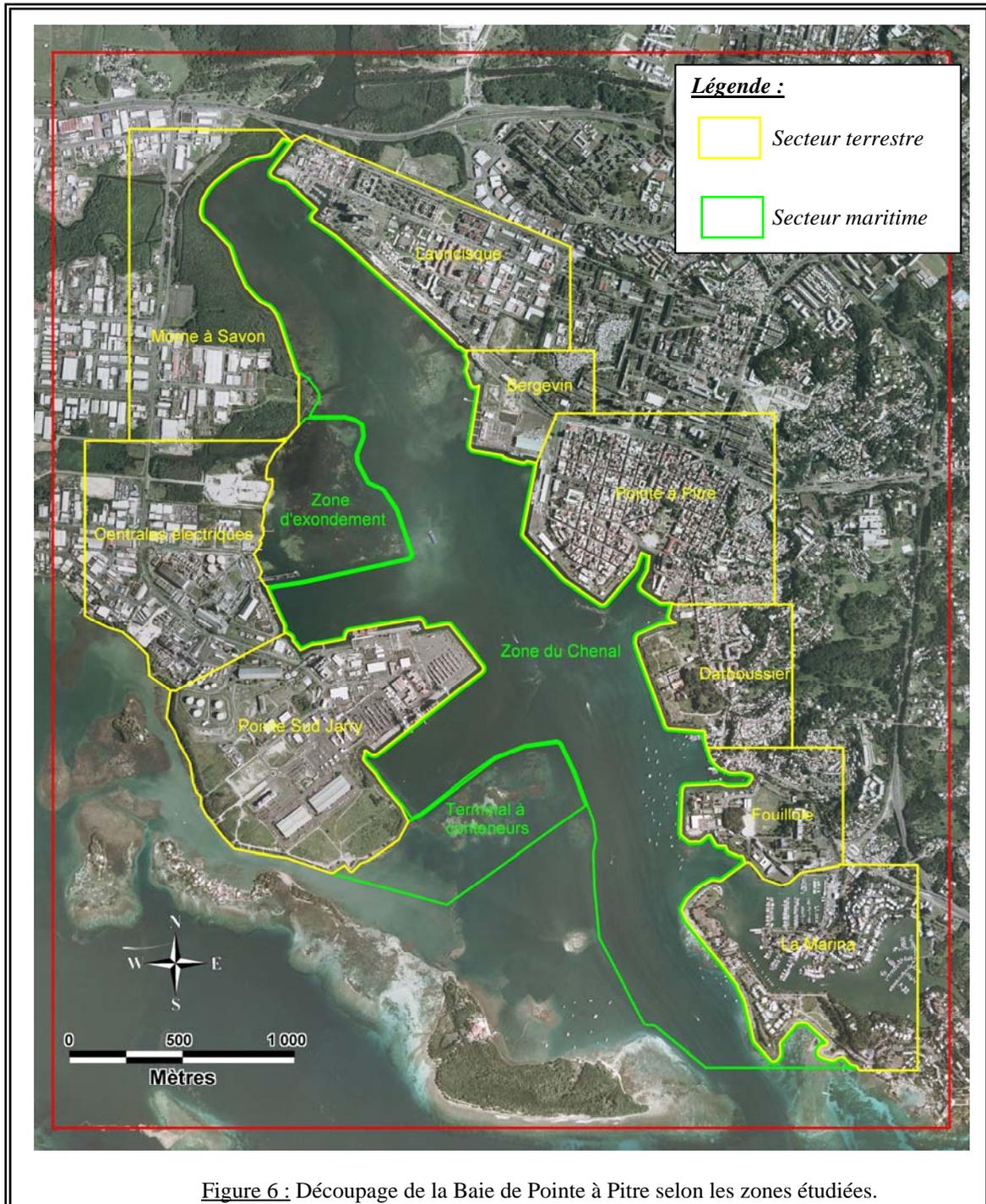


Figure 5 : Réinterprétation récente de la série litho-stratigraphique de Grande-Terre par les universitaires

6.1.5 Description de la géologie de la baie de Pointe-à-Pitre selon la côte et le quartier

Compte tenu des natures et origines variables des sols notamment entre les côtes Est et Ouest de la baie mais également plus localement par quartier, une analyse de la géologie par zone a été réalisée dans la suite de ce rapport sur la base des archives disponibles dont les références bibliographiques sont jointes en *Annexe C*.

La situation géographique des différentes zones étudiées est présentée par la Figure 6 suivante :



6.1.5.1 La côte Est

6.1.5.1.1 Le quartier de Lauricisque

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **35 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ☒ **Des remblais.** L'épaisseur de remblais est plus importante coté Ouest vers la mer que coté Est vers les terres. Elle est en moyenne de 3 mètres ;
- ☒ **Des vases et les tourbes.** Elles ont été reconnues sur des épaisseurs moyennes de l'ordre de 5 m environ. Ces formations correspondent aux anciennes mangroves soit remblayées soit décomposées. Elles rentrent dans la famille géologique des dépôts récents ;
- ☒ **Des argiles plastiques grise ou marron rouge.** Leur puissance est comprise entre 2 et 10 mètres environ. Il s'agit des formations géologiques de type sédiments anciens ;
- ☒ **Du substratum calcaire.** Le toit du calcaire présente un pendage relativement régulier vers l'ouest. Il est quasi subaffleurant à l'Est et a été reconnu vers 20 mètres de profondeur le long du littoral. Il présente une altération plus ou moins marquée en tête sur des épaisseurs pouvant atteindre plusieurs mètres.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le quartier de Lauricisque :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	2 à 5	3.5 à 8.5	2 à 10	/
Côte (m NGG)²	0	-2 à -11	-6 à -20	-7.5 à -20

Tableau 1 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le quartier de Lauricisque.

6.1.5.1.2 Le quartier de Bergevin

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **61 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

² Cote NGG du haut de la couche.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais** sur une épaisseur allant jusqu'à 15 m sur la partie côtière de Bergevin. Plus à l'intérieure des terres, l'épaisseur de remblais est apparue moins importante ;
- ⊗ **Des vases, argiles et tourbes** présentes dans ce secteur sous forme de lentilles plus ou moins étendues. Leur épaisseur varie de 2 m à 3 m pour les vases et de 1 m à 2 m pour les tourbes. **Une lentille d'argile sableuse** de 1 m à 5 m d'épaisseur a été reconnue à proximité de la côte ;
- ⊗ **Des argiles plastiques** présentant une puissance globale variant de 3 m à 10 m environ. Cette formation repose par endroit sur une couche d'argile **plastique marron rouge** de 2 m à 6 m de puissance environ, notamment le long de la côte actuelle ;
- ⊗ **Le substratum calcaire**. Dans un premier temps, le substratum calcaire apparaît **altéré** sur 2 m à 10 m d'épaisseur environ. En dessous, le calcaire **sain** a été reconnu globalement entre les cotes -20 m NGG à -30 m NGG. De la même façon qu'à Lauricisque, le calcaire présente un pendage généralement vers l'Ouest.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le quartier de Bergevin :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	4 à 15	2 à 7	5 à 16	/
Côte (m NGG)³	0	-4 à -17	-6 à -23	-13 à -30

Tableau 2 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le quartier de Bergevin.

6.1.5.1.3 Le centre de Pointe-à-Pitre

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **14 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais**. Le centre de Pointe-à-Pitre a été construit pour partie sur des **remblais** d'épaisseur variable entre 0 et 11 m environ selon les secteurs ;
- ⊗ **Des vases et les tourbes** reconnues sur des épaisseurs variant entre 1 m et 2 m environ ;
- ⊗ **Des argiles plastiques grise**. La puissance de cette formation est comprise entre 4 m et 8 m environ d'après les sondages réalisés dans ce quartier ;
- ⊗ **Le substratum calcaire** proche de la surface. Il a été reconnu d'après les archives entre 0 et -12 m NGG. Il apparaît relativement **altéré** en tête. La partie Est de Pointe-à-Pitre proche des mornes repose dans la majorité des cas directement sur le substratum calcaire.

³ Cote NGG du haut de la couche.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le centre de Pointe-à-Pitre :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	0 à 11	0 à 1	4 à 8	/
Côte (m NGG)⁴	0	-3 à -5	-3 à -11	0 à -12

Tableau 3 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le centre de Pointe à Pitre.

6.I.5.I.4 Le quartier de Darboussier

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **11 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais** présents sur des épaisseurs variant entre 0 m en haut du morne et 6 m au niveau des terre-pleins en bas du morne calcaire. L'épaisseur de remblais est plus importante coté Ouest vers la mer que coté Est vers les terres ;
- ⊗ **Des dépôts récents** reconnus sur environ 2 m à 9 m d'épaisseur dont 2 m à 5 m de **tourbes**. Le bas de la couche a été mis en évidence jusqu'aux côtes -5 m à -8,5 m NGG environ ;
- ⊗ **Des argiles plastiques grises**. Leur épaisseur moyenne est de l'ordre de 3 m. Elles ont été reconnues majoritairement entre le morne et la côte. Le bas de la couche a été mis en évidence jusqu'à la côte -8 m NGG environ ;
- ⊗ **Le substratum calcaire**. L'altitude de son toit est très variable. Il est affleurant au niveau du morne et peut atteindre la côte -15 m NGG à -25 m NGG au niveau des logements sociaux au Nord du site.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le quartier de Darboussier :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	0 à 6	2 à 9	0 à 3	/
Côte (m NGG)⁴	+2	-3 à -6	-5 à -8	+17 à -20

Tableau 4 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le quartier de Darboussier.

⁴ Cote NGG du haut de la couche.

6.I.5.I.5 Le quartier de Fouillole

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **24 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais** essentiellement localisés près du front de mer. A cet endroit, ils présentent des épaisseurs de l'ordre de 3 à 5 mètres ;
- ⊗ **Des vases, argiles et tourbes** correspondant à des lentilles d'extension généralement limitées et essentiellement localisées au Nord de Fouillole et au Sud de Darboussier. Toutefois, l'un des sondages étudié a reconnu une lentille d'environ 1 m de **tourbe** vers la côte -5 m NGG à l'extrémité Ouest de la pointe de Fouillole ;
- ⊗ **Le substratum calcaire** est subaffleurant sur la quasi-totalité de la zone. Il présente une **altération marquée**.

Remarque : contrairement aux autres secteurs ou quartiers, la couche d'argile correspondant à l'unité géologique de type sédiments anciens n'a pas été reconnue dans la zone de Fouillole.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le quartier de Fouillole :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	3 à 5	0 à 1	/	/
Côte (m NGG)⁵	0	-5	/	-1 à -15

Tableau 5 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le quartier de Fouillole.

6.I.5.I.6 Le quartier de Bas du Fort et de la Marina

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **16 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des vases et les tourbes** situées majoritairement à l'Est du lagon. Une faible couche de d'environ 0.3 m d'épaisseur de **vase** a été mise en évidence par endroit. Le reste est constitué de **tourbes** variant de 3 m à 5 m d'épaisseur ;
- ⊗ **Des argiles plastiques** également situées majoritairement à l'Est du lagon. La puissance de la couche apparaît relativement importante avec notamment 3 m à 7 m **d'argile assez molle** et 6 m à 8 m **d'argile plastique** ;

⁵ Cote NGG du haut de la couche.

- ⊗ **Le substratum calcaire.** Il est subaffleurant à proximité des mornes. Dans le lagon, il a été reconnu jusqu'à plus de 15 m de profondeur environ. Il apparaît relativement altéré.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le quartier de la Marina :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	/	3 à 5	8 à 18	/
Côte (m NGG)⁶	/	0	-3 à -5	0 à -17

Tableau 6 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le quartier de la Marina.

6.1.5.2 La côte Ouest

6.1.5.2.1 Entre La Jaille et Morne à Savon

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **10 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais.** Les zones construites sont situées sur une épaisseur de **remblais** variable pouvant atteindre 3 m d'épaisseur environ par endroit ;
- ⊗ **Des tourbes** sur 1 m à 4 m d'épaisseur selon les endroits ;
- ⊗ **Des argiles plastiques grises.** Leur puissance varie de 3 m à 8 m ;
- ⊗ **Le substratum calcaire.** Son toit apparaît variable, oscillant entre -5 et -12 m NGG. Il laisse place à un calcaire plus **sain** en profondeur.
- ⊗ **Les volcano-sédiments.** Il est possible de rencontrer une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur entre les sédiments anciens et le substratum calcaire.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans la zone située entre La Jaille et Morne à Savon :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	0 à 3	1 à 4	3 à 8	/
Côte (m NGG)⁶	0	-0,5 à -4	-4 à -12	-5 à -12

Tableau 7 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le quartier de la Jaille et de Morne à Savon.

⁶ Cote NGG du haut de la couche.

6.I.5.2.2 Jarry Sud : zone d'exondement et de cabotage

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **23 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais sur des** épaisseurs variant de 1 m dans les terres à 6 m à proximité de la mer ;
- ⊗ **Des dépôts récents.** Cette formation est composée d'une couche de **vases** d'environ 1 m à 5 m d'épaisseur coiffant des **tourbes** reconnues sur des épaisseurs variant de 4 m à 14 m environ ;
- ⊗ **Des argiles plastiques grises** de 1 m à 4 m d'épaisseur environ coiffant une couche **d'argiles plastiques marron rouge** de 1 m à 10 m d'épaisseur environ. Ces couches correspondent à l'unité géologique des sédiments anciens ;
- ⊗ **Le substratum calcaire.** Il apparaît altéré en tête sur une épaisseur de 2 m à 6 m environ.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs vers la zone d'exondement et de cabotage :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	1 à 6	4 à 14	2 à 14	/
Côte (m NGG)⁷	0	0 à -19	-8 à -20	-11 à -26

Tableau 8 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le secteur de la zone d'exondement et de cabotage.

6.I.5.2.3 Jarry Sud : Les alentours de la centrale électrique

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **11 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais** de 4 à 8 mètres d'épaisseur en moyenne ;
- ⊗ **L'argile silteuse volcano-sédimentaire** reconnue sur des puissances de l'ordre de 2 m à 6 m environ ;
- ⊗ **Le substratum calcaire.** Il a été reconnu à partir des côtes -4 m NGG à -8 m NGG environ.

⁷ Cote NGG du haut de la couche.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs aux alentours de la centrale électrique de Jarry :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	4 à 8	/	2 à 6	/
Côte (m NGG)⁸	0	/	-12 à -15	-4 à -8

Tableau 9 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le secteur de la centrale électrique de Jarry.

6.1.5.2.4 La pointe de Jarry

Pour ce secteur, l'analyse bibliographique a porté sur un total d'environ **11 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des remblais.** Leur épaisseur varie de 1 m à 10 m environ selon les secteurs. Il s'agit généralement de remblais hydrauliques ou de remblais de tufs calcaire ;
- ⊗ **Des vases, argiles, tourbes et lentilles de sable.** Les **vases** forment une couche de l'ordre de 3 m à 10 m d'épaisseur. Les **argiles sableuses** sont comprises selon les endroits entre 1 m et 13 m d'épaisseur environ. L'épaisseur des **tourbes** est estimée selon les secteurs entre 3 m et 10 m environ. Des **lentilles de sable** localisées de 1 m à 4 m d'épaisseur ont également été mises en évidence dans ce secteur ;
- ⊗ **Des sédiments anciens** constitués d'argile plastique grise, d'argile plastique marron rouge à rognons calcaires et d'argile volcano sédimentaire de type complexe volcanique antémiocène. Ils ont été reconnus sur des puissances de l'ordre de 2 m à 15 m selon les secteurs.
- ⊗ **Le substratum calcaire.** Son toit apparaît variable en altitude et présente généralement une altération marquée. Il a été reconnu à partir de 4 m à 31 m de profondeur environ.
- ⊗ **Les volcano-sédiments** sont apparus par endroit dans les zones karstiques du substratum calcaire altéré. Cette inclusion volcanique dans le substratum peut présenter des épaisseurs de l'ordre de 3 m à 10 m.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs aux alentours de la pointe de Jarry :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	1 à 10	1 à 10	2 à 15	/
Côte (m NGG)⁸	0	0 à -14	-1 à -25	-4 à -31

Tableau 10 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le secteur de la Pointe Jarry.

⁸ Cote NGG du haut de la couche.

6.1.5.2.5 Projet de terminal à conteneurs

Pour ce secteur, l’analyse bibliographique a porté sur un total de **10 sondages** (sondages carottés et pressiométriques) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d’études antérieures.

Ils ont mis en évidence la stratigraphie suivante du haut vers le bas :

- ⊗ **Des dépôts récents** de 0 à 11 mètres d’épaisseur environ ;
- ⊗ **Des sédiments anciens** reconnue sur des puissances de l’ordre de 0 à 24 m environ ;
- ⊗ **Le substratum calcaire.** Il a été reconnu à partir des côtes -10 m NGG à -29 m NGG environ.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs aux alentours de la centrale électrique de Jarry :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	/	0 à 11	0 à 24	/
Côte (m NGG)⁹	/	-0.5 à -7.5	-4 à -10	-10 à -29

Tableau 11 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le secteur de la centrale électrique de Jarry.

6.1.5.2.6 Le chenal d’accès

Peu de données ont été retrouvées dans les archives pour ce secteur.

L’analyse bibliographique a porté sur un total d’environ **4 sondages** (sondages carottés, pressiométriques ou essais de pénétration statique) réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d’études antérieures et **3 profils de sismique réflexion** à l’entrée du chenal.

Les éléments retrouvés ont permis de mettre en évidence une géologie de la zone caractérisée par un recouvrement sableux, vaseux ou sablo vaseux coiffant le substratum calcaire corallien du plio pléistocène. Ce dernier est de couleur gris clair à blanc et comprend quelques coraux ou rognons de calcaire.

Les sables sont apparus très fins avec quelques coquilles éparées.

De manière synthétique, le tableau ci-dessous reprend les différentes couches et leurs épaisseurs dans le chenal d’accès :

	<i>Remblais</i>	<i>Dépôts récents</i>	<i>Sédiments anciens</i>	<i>Substratum Calcaire</i>
Epaisseur (m)	/	0 à 28	/	/
Côte (m NGG)⁹	/	-2 à -13	/	-4 à -28

Tableau 12 : Synthèse des épaisseurs des différentes couches de sol dans le secteur du chenal.

⁹ Cote NGG du haut de la couche.

6.1.6 Les failles actives

La principale faille active reconnue à proximité de la zone d'étude correspond à la **faille de Gosier**. Elle fait partie du système de faille correspondant au **graben ou rift de Marie Galante**. Son existence est connue depuis les années soixante environ. A l'Ouest de Gosier, la faille se divise et se découpe, pour se prolonger vers Pointe-à-Pitre et le Petit Cul de sac marin en **divers segments** sous forme de « **queue de cheval** ».

L'existence d'un segment de cette faille au niveau de la Pointe Jarry, notamment au droit des sites de la SARA et de EDF a été traitée en 2007 par GEOTER.

L'existence d'un segment au droit de l'ancienne usine de Darboussier est actuellement à l'étude par GEOTER.

6.1.6.1 Le graben ou rift de Marie Galante

Ce sont les systèmes de failles les plus actifs de Guadeloupe.

Il s'agit d'un graben de type fossé d'effondrement dont l'axe est orienté d'Est en Ouest. La profondeur du compartiment central effondré par failles normales est de l'ordre de 1500 m sous le niveau de la mer.

Les parties hautes du graben correspondent aux Grands Fonds au Nord et à Marie Galante au Sud soit environ 30 km à 40 km de largeur pour une longueur estimée à environ 200 km.

Au niveau de Marie Galante, la limite séparant le premier compartiment effondré des terrains non effondrés correspond à la faille normale de Morne Piton au Nord de Marie Galante présenté en Figure 7 suivante :



Figure 7 : Vue aérienne de l'escarpement de Morne Piton à Marie Galante.

Au niveau de Grande Terre, la limite séparant le premier compartiment effondré des terrains non effondrés correspond à la faille normale de Gosier au Sud des Grands Fonds.

6.I.6.2 Le système de failles de Gosier à proximité de la zone d'étude

Les failles composant le système de faille de Gosier mesurent environ 15 km dont 11 km sont à terre.

Leur direction est globalement Est-Ouest.

Elles sont à l'origine de l'affaissement du compartiment Sud de Gosier.

Le cheminement de ce système de failles est discontinu :

☒ **A l'Ouest** du Fort Fleur d'Epée, on peut différencier plusieurs branches principales :

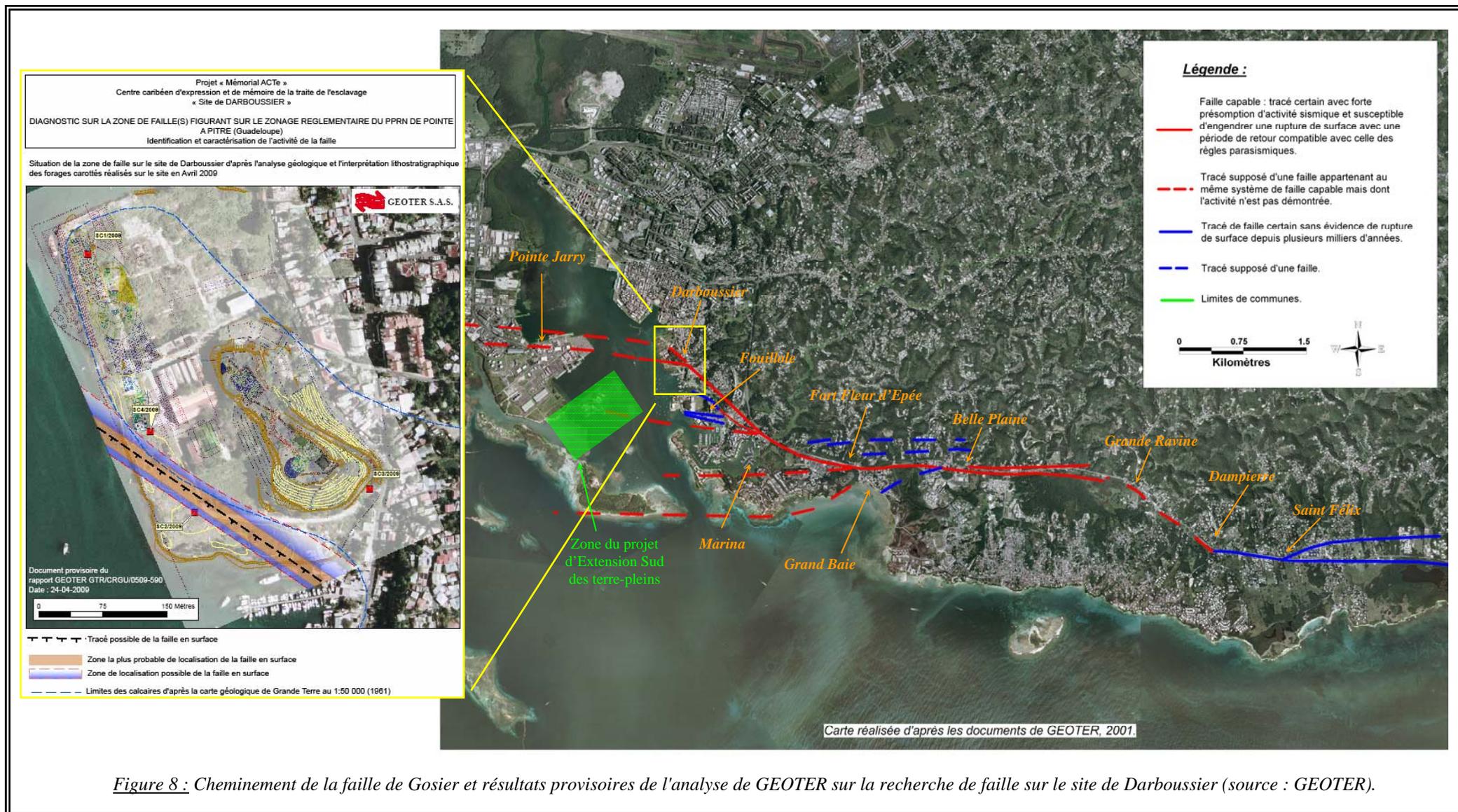
- **Au Nord** le tracé suit globalement la RN4 entre Fort Fleur d'Epée et le rond point de Blanchard. Il arrive ensuite vers Fouillole et Darbousier en suivant un tracé encore incertain. Le prolongement de ce système de failles vers le port autonome et la Pointe de Jarry n'apparaît plus fondé sur aucune réalité géologique compte tenu de l'absence de données géologiques dans ce secteur. Toutefois, l'étude de GEOTER en 2007 sur l'existence d'un segment de faille au droit des sites de la SARA et de EDF de la pointe Jarry a montré l'absence de faille à cet endroit. Le segment serait vraisemblablement plus au Sud. Une récente étude menée par GEOTER vient d'être effectuée à Darboussier. Elle a pour but de déterminer le prolongement de la faille vers l'Ouest. D'après les premiers résultats, la faille de Gosier se prolongerait par un segment situé au pied du morne de Darboussier. La synthèse graphique de cette étude est présentée en page suivante ;
- **Au Sud** d'autres segments pourraient exister. Il s'agirait des segments de Grand Baie/Ilet à Cochon, de Bas du Fort/Marina et du Sud de la Pointe Fouillole.
- **Le séisme du 29 avril 1897** de magnitude proche de 6 et d'épicentre localisé en mer dans le Petit Cul de Sac marin a pu se produire suite à la rupture d'un système de faille de Gosier.

☒ **Vers l'Est**, entre Fort Fleur d'Epée et Belle Plaine, une faille principale longe la RN4. Entre Belle Plaine et la Grande Ravine, plusieurs segments de failles orientés Est-Ouest sont situés en arrière au Nord et au Sud de la RN4.

☒ **Entre la Grande Ravine et Dampierre**, un segment orienté Ouest Nord Ouest-Est Sud Est longe le talweg le long de la RN4. Après Dampierre et jusqu'à Saint-Félix, le segment s'oriente à nouveau Est-Ouest. après Saint Félix.

☒ **De Saint-Félix à la mer**, le segment se sépare en deux tracés parallèles orientés Est Ouest et situés de part et d'autre de la RN4 délimitant ainsi la plaine des Salines.

La Figure 8 présentée en page suivante illustre le cheminement potentiel de la faille de Gosier et présente les résultats provisoires de l'étude de faille active menée par GEOTER en 2009 sur le site de Darboussier.



Les données géologiques et sismologiques montrent qu’il s’agit d’une faille active.

Du point de vue morphologique, le rejet vertical du segment principal de la faille de Gosier (Bas du Fort, Grande Ravine) est de 40 mètres cumulés sur une période d’environ 220 000 ans.

Les marqueurs géologiques ainsi que l’interprétation de sondages géotechniques et géophysiques haute résolution montrent un décalage vertical compris entre 10 m et 25 m pour chaque segment de faille.

Le rejet de faille cumulé atteint un décalage compris entre 50 et 60m. D’après ces valeurs, un taux de glissement moyen a été estimé à 0.2mm/an pour le système de faille de Gosier.

6.1.6.3 La Pointe Jarry

Seuls deux sondages profonds de Géostock situés au niveau de la Pointe Jarry fournissent des informations exploitables sur ce secteur. Les autres reconnaissances géotechniques d’une profondeur usuelle de 20 m à 45 m apportent des données limitées pour l’étude des failles compte tenu du contexte géologique de la zone.

L’acquisition de nouvelles données sur ce secteur apparaît indispensable pour statuer sur l’existence de faille dans ce secteur.

Un extrait du Projet de PPR des communes de Pointe à Pitre et de Baie Mahault est joint en **Annexe C**.

Il présente les zones de failles actives potentielles correspondant aux bandes d’incertitude de localisation des failles. **Le projet apparaît concerné par l’une de ces zones**. Il conviendra donc d’effectuer une **étude spécifique** pour affirmer ou infirmer l’existence d’une faille active au droit du projet.

6.1.6.4 Sismicité associée

La sismicité associée au système de faille de Gosier correspond à une **sismicité superficielle**.

Les séismes correspondant au mouvement des failles ont leur hypocentre dans la partie supérieure de la croûte terrestre. Il en résulte des séismes localisés d’intensité au foyer relativement faible au regard des séismes de subduction (sismicité intermédiaire et profonde). Toutefois, leur caractère superficiel engendre des intensités à l’épicentre pouvant s’avérer grandes et des mouvements en surface relativement importants.

6.1.7 Synthèse de l'analyse géologique

Le site présente une géologie complexe liée à sa position géographique. En effet, dans ce secteur, les formations volcaniques de la Basse-Terre et les terrains sédimentaires de la Grande-Terre se rejoignent.

Toutefois, trois unités géologiques principales se distinguent. Il s'agit des **dépôts récents** constituant le recouvrement des **sédiments anciens**. Ces derniers coiffent le **substratum calcaire** généralement altéré en tête.

Les dépôts récents se débitent en tourbe ou tourbe argileuse, en sable plus ou moins vasard ou lâche et en argile molle plus ou moins limoneuse ou silteuse. Sa nature et son épaisseur se sont avérées fortement hétérogènes, notamment en fonction des zones considérées.

Les sédiments anciens sont constitués soit d'argile d'altération du substratum calcaire soit de sédiments d'altération volcanique allochtones. Leurs épaisseurs variables sont vraisemblablement dues à l'érosion lors de la période de retrait du niveau marin.

Le substratum calcaire présente de fortes variations de profondeur du toit de la couche. En effet, sur la partie Ouest de la zone d'étude (Jarry), le toit du substratum calcaire serait similaire au relief actuel formé de mornes et de vallons observés dans les Grands Fonds, avant le comblement par les dépôts volcano-détritiques continentaux et les formations de vases et de tourbes récentes. Dans les secteurs reconnus pour le projet, son toit a été reconnu :

- ⊗ **Pour la zone du projet de terminal conteneur** entre -10 m NH et -29 m NH ;
- ⊗ **Pour la zone d'exondement** entre -10 m NH et -28 m NH ;
- ⊗ **Pour le chenal d'accès**, aucun sondage carotté ne recoupe le toit du substratum calcaire. Il est situé à priori sous la cote -15 m NH.

Ailleurs (Côte Est par exemple), il peut s'agir aussi d'un **pendage plus ou moins régulier**, d'un **phénomène de paléovallées** au encore de la **présence potentielle de failles**.

Compte tenu de l'étendue de la zone et du nombre actuel de reconnaissances réalisées, il serait délicat et prématuré de statuer quant à l'origine de ces variations.

Par endroit, des inclusions provenant de **volcano-sédiments** s'intercalent au sein du substratum calcaire. Ces intrusions forment des poches d'épaisseur et d'emplacement variables.

Une cartographie en courbes d'iso épaisseur du toit calcaire a été réalisée sur la base des sondages existants, des archives bibliographiques de la zone d'étude et de notre connaissance du site. Elle est jointe en **Annexe D**.

6.2 ANALYSE HYDROGEOLOGIQUE

Une analyse hydrogéologique permet de définir les éléments en rapport avec l'hydrométrie. Nous définissons dans les paragraphes suivants la fluctuation du niveau de la mer, les couches de sol aquifère, les mangroves, et les ravines.

6.2.1 Fluctuation du niveau de la mer

D'après les indications fournies par le Cabinet de Géomètre OPSIA, le niveau des plus basses eaux est défini à 0 m NH et le niveau des plus hautes eaux à + 0.9 m NH avec une moyenne située vers +0.5 m NH.

6.2.2 Les aquifères

Les zones karstiques, les bancs de sables et les tourbes constituent les couches aquifères de la Baie de Pointe à Pitre. L'eau de ces systèmes est généralement de l'eau de mer. Toutefois, ils pourra s'agir également localement d'eau douce provenant des Grands Fonds et captive des karsts du calcaire, notamment à proximité des mornes à l'Est de la Baie mais aussi à l'Ouest où des phénomènes d'artésianisme ont été rencontrés par le passé (vers le CWTC et le stockage de gaz).

6.2.3 La mangrove

Elles sont très présentes dans la zone industrielle de Jarry. Elles ont été en grande partie remblayées afin d'agrandir la zone industrielle.

6.2.4 Les ravines

Dans le secteur situé entre Pointe-à-Pitre et Bas du Fort, des **ravines** découpent les nombreux mornes existants. Il s'agit de réseaux hydrographiques présentant généralement des débits faibles à nuls en régime courant. Les bassins versant recoupés peuvent être de grande ampleur et provoquer de brusques quantités d'eau en régime exceptionnel.

6.3 ANALYSE GEOTECHNIQUE

Les caractéristiques géotechniques ont été mesurées par les essais in situ réalisés dans la zone par GEOMAT Antilles depuis plus de 10 ans. Parmi ces essais in situ, on retrouve les essais pressiométriques et les essais de pénétration statique et dynamique.

L'ensemble de l'analyse porte sur un total d'environ **210 sondages** réalisés par GEOMAT Antilles dans le cadre d'études antérieures dont les références bibliographiques sont jointes en *Annexe C*.

6.3.1 Caractéristiques mécaniques

Du point de vue géomécanique, trois familles significatives se dégagent :

- ☒ Des **formations compressibles** correspondant globalement aux dépôts récents décrits au paragraphe 6.1. On distinguera toutefois deux sous familles :
 - Les **tourbes et les tourbes argileuses** ;
 - Les **autres formations compressibles** (argile vasarde, argiles sableuses, sables, remblais, ...) ;
- ☒ Les **argiles surconsolidées** correspondant aux sédiments anciens, décrit au paragraphe 6.1 ;
- ☒ Le **substratum marno calcaire**, décrit au paragraphe 6.1.

Afin de caractériser chaque type de sol rencontré, nous avons synthétisé les résultats des essais In Situ et les essais de laboratoire de mécanique des sols et des roches.

6.3.1.1 Les formations compressibles

6.3.1.1.1 Les tourbes

Les tourbes sont composées d'une fraction très importante de matière organique. Par conséquent, ces matériaux sont **extrêmement compressibles et évolutifs dans le temps**.

D'une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques mécaniques :

	<i>Moyenne</i>	<i>Fourchette</i>
Q_C (MPa)	/	/
Q_D (MPa)	<0,5	/
P_L (MPa)	0,2	0,05 à 0,4
E_M (MPa)	1,3	0,4 à 3,2

Tableau 13 : Synthèse des caractéristiques mécaniques des tourbes.

Les caractéristiques mécaniques des tourbes sont estimées **très faibles à faibles**.

6.3.I.1.2 Les argiles vasardes, vases et sables

Les argiles vasardes sont composées d’une fraction plus ou moins importante de vases. Ce sont des matériaux de nature **très compressible**.

D’une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques mécaniques déterminées :

	<i>Moyenne</i>	<i>Fourchette</i>
Q_C (MPa)	0,1	/
Q_D (MPa)	<0,5	/
P_L (MPa)	0,2	0,1 à 0,4
E_M (MPa)	1,3	0,5 à 3

Tableau 14 : Synthèse des caractéristiques mécaniques des vases.

Les caractéristiques mécaniques des argiles vasardes sont estimées **très faibles à faibles**.

6.3.I.2 Les argiles surconsolidées

Parmi les sédiments anciens peuvent être composés soit d’argiles plastiques grises, soit d’argiles plastiques marron rouge soit d’argiles silteuses volcano-sédimentaire.

D’une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques mécaniques déterminées dans les argiles plastiques.

	<i>Moyenne</i>	<i>Fourchette</i>
Q_C (MPa)	4	0 à 10
Q_D (MPa)	/	/
P_L (MPa)	0,65	0,4 à 1,4
E_M (MPa)	4	2,9 à 6

Tableau 15 : Synthèse des caractéristiques mécaniques des argiles surconsolidées.

Les caractéristiques mécaniques de cette formation sont estimées **médiocres à moyennes**.

6.3.I.3 *Le substratum calcaire*

Selon les endroits, le substratum calcaire peut apparaître **sain ou altéré**.

6.3.I.3.I **Le substratum calcaire altéré**

Sa forme altérée correspond à une argile d’altération contenant plus ou moins de rognons ou de blocs calcaire.

D’une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques mécaniques.

	<i>Moyenne</i>	<i>Fourchette</i>
Q_C (MPa)	/	0,2 à 10
Q_D (MPa)	/	0,5 à 25
P_L (MPa)	1,5	0,3 à 3,2
E_M (MPa)	20,4	2,9 à 65

Tableau 16 : Synthèse des caractéristiques mécaniques du substratum altéré.

Les caractéristiques mécaniques du substratum calcaire altéré sont estimées **moyennes à bonnes**.

6.3.I.3.2 **Le substratum calcaire sain**

D’une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques mécaniques.

	<i>Moyenne</i>	<i>Fourchette</i>
Q_C (MPa)	/	>10
Q_D (MPa)	/	>30
P_L (MPa)	3,2	1,5 à 5,2
E_M (MPa)	39,8	20 à 128

Tableau 17 : Synthèse des caractéristiques mécaniques du substratum sain.

Les caractéristiques mécaniques du substratum calcaire sain sont estimées **bonnes à élevées**.

6.3.2 Caractéristiques physiques générales

Les caractéristiques physiques générales ont été mesurées par des essais de mécanique des sols et des roches réalisés en laboratoire. Le but de ses essais est de mesurer :

- les densités,
- les teneurs en eau,
- les contraintes effectives,
- les indices de plasticité, les limites de liquidité et de plasticité,
- les indices de compression et de gonflement,
- les coefficients de compression secondaire.

6.3.2.1 Les formations compressibles

6.3.2.1.1 Les tourbes

Leurs teneurs en eau sont extrêmement élevées. Elles peuvent atteindre près de 530 % pour des échantillons prélevés en mer. La moyenne reste élevée de l'ordre de 380 %. Les masses volumiques sèches sont comprises entre 2 et 10 kN/m³ ce qui est très faible à faible. Le coefficient rhéologique (α) des tourbes est de 1. Le taux de matière organique est élevé.

D'une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques physiques générales.

	<i>Moyenne</i>	<i>Fourchette</i>
γ_d (kN/m ³)	3	2 à 10
γ_h (kN/m ³)	11,5	10 à 12
σ'_p (kPa) ¹⁰	38,3	10 à 65
$W_{\%}$ (%)	383,4	110 à 530
e	8,8	2,8 à 11,2
W_l	115	/
W_p	/	/
I_p	69	/
C_c	2,9	0,3 à 4,8
C_s	0,3	0,2 à 0,7

Tableau 18 : Caractéristiques physiques générales des tourbes.

¹⁰ σ'_p sera pour ces formations égale à σ'_h compte tenu du caractère normalement consolidé de ces sols.

6.3.2.1.2 Les argiles vasardes, les vases et les sables

Les argiles vasardes ont une teneur en eau très élevée avec une moyenne de l'ordre de 120 %. Comme les tourbes, la masse volumique sèche est très faible à faible avec une moyenne de 5 kN/m³. Le coefficient rhéologique (α) des vases est de 1.

D'une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques physiques générales.

	Moyenne	Fourchette
γ_d (kN/m ³)	5	2,5 à 9,2
γ_h (kN/m ³)	14,8	12 à 16
σ'_p (kPa) ¹⁰	27,6	23 à 94
W% (%)	146,8	67 à 234
<i>e</i>	3,6	1,2 à 6,5
W _l	210	/
W _p	90	/
I _p	123	/
C _c	2,4	0,1 à 7,7
C _s	3,3	0,08 à 14,3

Tableau 19 : Caractéristiques physiques générales des vases.

6.3.2.2 Les argiles surconsolidées

Leur teneur en eau est comprise entre 50 % et 80 % avec une moyenne de l'ordre de 60 %. La masse volumique sèche est comprise entre 9 kN/m³ et 17 kN/m³. Par ailleurs, leurs contraintes effectives de consolidation σ'_p sont globalement supérieures à 80 kPa. Le coefficient rhéologique (α) des sédiments anciens est de 0,66.

D'une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques physiques générales.

	Moyenne	Fourchette
γ_d (kN/m ³)	13,2	8,6 à 16,2
γ_h (kN/m ³)	9	0,9 à 17
σ'_p (kPa) ¹⁰	79	39 à 200
W% (%)	57,7	50 à 80
<i>e</i>	1,8	/
W _l	134	130 à 140
W _p	70	/
I _p	69	68 à 70
C _c	0,6	0,2 à 0,7
C _s	0,1	0,04 à 0,2

Tableau 20 : Caractéristiques physiques générales des argiles surconsolidées.

6.3.2.3 Le substratum calcaire

La densité sèche du calcaire est comprise entre 12,5 kN/m³ et 18 kN/m³ avec une moyenne de 15 kN/m³. Le coefficient rhéologique (α) du substratum calcaire est de 0,5.

D'une manière synthétique, le tableau ci-dessous présente une moyenne et une fourchette des caractéristiques physiques générales.

	Moyenne	Fourchette
γ_d (kN/m ³)	15	12,5 à 18
γ_h (kN/m ³)	20	12,5 à 22

Tableau 21 : Caractéristiques physiques générales du substratum calcaire.

6.3.2.4 Cohésion et angle de frottement

La cohésion non drainée C_u , la cohésion effective C' et l'angle de frottement effectif φ' des matériaux **tirés des documents d'archive à notre disposition pour l'ensemble de la Baie** sont évalués à :

⊗ Dans les sols compressibles :

- **Pour la tourbe**, la cohésion non drainée C_u est comprise entre 6 kPa à 20 kPa avec une moyenne d'environ 9 kPa ;
- **Pour les autres sols compressibles**, la cohésion non drainée C_u est comprise entre 0 et 30 kPa avec une moyenne d'environ 14 kPa ;
- **Pour les sables**, on considèrera une cohésion non drainée négligeable et un angle de frottement compris entre 10° et 35° selon la fraction de fine du sol

⊗ Dans les argiles surconsolidées : $C_u = 15$ kPa à 100 kPa avec une moyenne d'environ 50 kPa. La cohésion effective C' est comprise entre 10 kPa et 30 kPa avec une moyenne de l'ordre de 20 kPa.

⊗ Le substratum calcaire pourra être considéré comme incompressible.

6.3.2.5 *Analyse de la liquéfaction des sols en place*

La liquéfaction des sols concerne essentiellement les lentilles de sable. Trois zones distinctes divisent la zone d'étude. Il s'agit :

- ☒ **De la Pointe Jarry.** Elle est constituée de remblais hydrauliques comportant un taux élevé de sables. Cette zone a un **fort potentielle de liquéfaction.**

- ☒ **Du chenal d'accès.** Le sondage pressiométrique SP3 réalisé pour l'extension des terre-pleins sud présente une **formation sableuse d'environ 2 m d'épaisseur susceptible de répondre à ces critères.** Il s'agit vraisemblablement d'une lentille ou d'un dépôt ponctuel de faible puissance comme indiqué dans le rapport d'étude de GEOMAT Antilles n°09-2076-C.

- ☒ **Du reste de la zone d'étude.** Des lentilles de sable ont été mises à jour par quelques sondages. Ces lentilles sont éparées et locales.

Toutefois, compte tenu de l'étendu du projet et du nombre de sondages réalisés à ce jour, **d'autres anomalies de ce type peuvent exister** sur la zone d'étude. Il conviendra d'effectuer des reconnaissances complémentaires pour évaluer leur étendue et leur caractère liquéfiable pour statuer de façon fiable sur cet aléa.

6.4 SYNTHÈSE DES RESULTATS OBTENUS

Compte tenu des résultats présentés précédemment on pourra retenir pour les calculs un modèle géotechnique général à trois couches constitué :

- ⊗ Des **formations compressibles** généralement normalement consolidées à légèrement **sous-consolidées**. On distinguera toutefois deux sous familles :
 - Les **tourbes et les tourbes argileuses** caractérisées par une forte teneur en eau ;
 - Les **autres formations compressibles** (argile vasarde, argiles sableuses, sables, remblais, ...)
- ⊗ Des **argiles relativement fermes** généralement **sur-consolidées** ;
- ⊗ Du **substratum calcaire** pouvant s'avérer **altéré par endroits**.

Par ailleurs, les différentes altitudes du toit du substratum calcaire mettent en évidence la complexité de la zone d'étude. Dans sa partie Ouest correspondant à la Pointe Jarry, le toit du substratum calcaire serait similaire au relief actuel formé de mornes et de vallons observés dans les Grands Fonds avant leur comblement par les dépôts volcano-détritiques continentaux et les formations de vases et de tourbes récentes.

De façon synthétique, nous proposons de retenir les **valeurs caractéristiques globales** suivantes pour chaque couche **sur l'ensemble de la Baie de Pointe à Pitre** :

- ⊗ Dans les formations compressibles :
 - $(P_1 - P_o)_{\text{moyen}} \# 0.2 \text{ MPa}$
 - $(E_M)_{\text{moyen}} \# 1.3 \text{ MPa}$
 - $C_u \# 9 \text{ kPa}$ (tourbes) et 14 kPa (autres formations compressibles)
 - $\alpha = 1.00$
- ⊗ Dans les formations argileuses sur-consolidées :
 - $(P_1 - P_o)_{\text{moyen}} \# 0.65 \text{ MPa}$
 - $(E_M)_{\text{moyen}} \# 4 \text{ MPa}$
 - $C_u \# 50 \text{ kPa}$
 - $\alpha = 0.66$
- ⊗ Dans le substratum calcaires :
 - $(P_1 - P_o)_{\text{moyen}} \# 3.2 \text{ MPa}$
 - $(E_M)_{\text{moyen}} \# 40 \text{ MPa}$
 - $\alpha = 0.50$

7 ANALYSE DES DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES LIEES AU DRAGAGE

7.1 DESCRIPTION GENERALE

Le projet prévoit le dragage de la zone d'accès au futur quai. Il s'agit :

- ⊗ De la **zone d'accostage** entre le quai existant et le futur quai pour laquelle on distinguera la **berge à l'Ouest** et l'implantation du **futur quai** ;
- ⊗ Du **cercle de retournement** situé au centre de la zone d'étude ;
- ⊗ De la partie **Nord du chenal** d'accès située à l'Ouest de Darboussier ;
- ⊗ De la partie **Sud du chenal** d'accès située entre l'Ilet à Cochons et la Marina.

7.2 DRAGAGE DES MATERIAUX

En première approche, le dragage des sols compressibles (dépôts récents de type vase, argile vasarde, tourbes, ...) ne devrait pas poser de problème avec des **dragues suceuses** de type dragues à élingues flottantes par exemple.

Les couches d'argile surconsolidées et le substratum marno calcaire nécessiteront l'emploi de matériel de **dragage mécanique lourd** par exemple de type drague à disque désagrégateur ou drague à cutter puissante pour le moins.

Remarques :

- *Pour le toit de la couche d'argiles surconsolidées, des techniques mixtes de type dragues hydraulique/dragues suceuses pourront éventuellement s'avérer possibles. Elles présentent toutefois un fort aléa à ce stade de l'étude.*
- *Le marno calcaire pourra localement présenter des points durs pour lesquels il pourrait s'avérer nécessaire d'envisager l'emploi soit de dragues plus puissantes, soit d'explosifs.*

7.3 REEMPLOI DES MATERIAUX DRAGUES

Les matériaux dragués pourront être constitués :

- ⊗ Soit de sols compressibles ;
- ⊗ Soit d'argile surconsolidée ;
- ⊗ Soit de marno calcaire.

Selon la nature du sol extrait, il pourra être envisagé différent réemploi des matériaux.

7.3.1 Sols compressibles

Les sols compressibles pourront être :

- ☒ Soit de type **tourbe ou tourbe argileuse** ;
- ☒ Soit de type **sol compressibles indifférenciés**.

Les sols de type tourbe ne pourront pas faire l'objet d'un réemploi comme matériaux de construction ou de remblai.

Ils devront faire l'objet d'un stockage à terre ou d'un relargage en mer dans une zone adaptée.

Les sols compressibles indifférenciés sont constitués :

- ☒ Soit de sable vasard ou lâche ;
- ☒ Soit d'argile molles plus ou moins limoneuse ou silteuse ;
- ☒ Soit d'un mélange sablo argileux mou ou vasard plus ou moins limoneux ou silteux.

Au droit des quelques sondages réalisés dans les secteurs dragués, ils ont été reconnus sur des épaisseurs de 1 m à 11 m environ.

Les essais d'identification réalisés montrent qu'il s'agit d'une formation très hétérogène en fonction des zones considérées. Ils pourront être :

- ☒ Franchement sableux avec un pourcentage de passant à 80 μm de l'ordre de 20 % ;
- ☒ Franchement limono argileux avec un pourcentage de passant à 80 μm de l'ordre de 80 % ;
- ☒ Franchement vaseux.

Les vases ne pourront pas être réemployées en première approche et devront faire l'objet du même traitement que les sols organiques.

Les autres pourront faire l'objet d'un réemploi en remblai pleine masse pour les terre-pleins dans la mesure où leur fraction sableuse s'avère suffisamment importante au regard de la fraction argileuse pour que leur consolidation s'effectue dans des délais raisonnables.

La méthodologie de mise en œuvre dépendra de la nature effective des matériaux. Ils pourront être directement mis en œuvre pour les plus sableux. Ils nécessiteront un traitement particulier pour les plus argilo limoneux.

La proportion de chaque formation n'est pas quantifiable compte tenu du manque de données géotechniques.

Il s'agit toutefois de la formation qui présente les meilleurs critères de réemploi en quantité a priori importante. La campagne d'investigation complémentaire devra s'attacher à reconnaître sa nature, sa profondeur et la quantité disponible.

7.3.2 Argiles surconsolidées

Un réemploi de ces sols en remblais amènerait des délais de consolidation des terre-pleins importants voire irréalistes.

Ils feront en première approche l'objet d'un stockage ou d'un relargage en mer au même titre que les sols compressibles de type tourbes et vases.

La quantité de ces matériaux dépendra des épaisseurs de sols compressibles présents en couverture. Elle est donc difficile à appréhender en l'état. Elle devrait toutefois être limitée.

7.3.3 Marno calcaire

Le marno calcaire pourra faire l'objet d'un réemploi en remblai pleine masse pour les terre-pleins moyennant un traitement préalable.

Il pourra également être réemployé en digue ou en couche de forme en fonction de sa nature et du traitement opéré. Toutefois, sa quantité devrait être assez limitée.

Dans tous les cas où le réemploi des matériaux s'avèrera à priori envisageable, des essais d'identification devront être entrepris pour classer les matériaux.

Remarque : Quelque soit le type de matériau retenu, un traitement de sol devrait être nécessaire pour en assurer une bonne mise en œuvre sans trop de tassement. Ce traitement sera d'autant plus nécessaire si la qualité du matériau mis en œuvre est mauvaise.

7.3.4 Aspect liquéfaction des matériaux réemployés

Les remblais hydrauliques seront constitués à priori en majorité de matériaux dragués.

Il conviendra de s'assurer qu'ils ne présentent **pas de caractère liquéfiable** au sens des règles du PS92.

Le cas contraire, il conviendra d'envisager des dispositions spécifiques pour se prémunir des phénomènes de liquéfaction. Il pourra s'agir :

- ⊗ Soit de **décaler le fuseau granulométrique** des matériaux hors de celui correspondant à des sols suspects de liquéfaction aux sens des règles du PS92 (par exemple par ajout de fines, de graves, ...).
- ⊗ Soit d'envisager des **traitements de sol** après la mise en place des terre-pleins, par exemple par un réseau de colonnes ballastées ou par vibrocompactage.

7.4 STABILITE DES BERGES APRES DRAGAGE

7.4.1 Dans le cas général

La stabilité au grand glissement des talus constitués dans le substratum marno calcaire sera assurée en première approche pour des pentes maximales de **1H/1V**.

De manière générale, la stabilité au grand glissement des talus constitués d'argile surconsolidée sera assurée en première approche pour des pentes maximales de **2H/1V**.

7.4.2 Zone d'accostage

7.4.2.1 Berge Ouest¹¹

Dans ce secteur, les épaisseurs de sols compressibles reconnues sont de l'ordre de 8 m à 10 m dont 4 m à 5 m de tourbe environ.

A partir d'une pente maximale de **5H/1V** dans les sols compressibles, la stabilité de la berge au grand glissement sera assurée en première approche dans ce contexte.

Le talus de la berge sera par ailleurs stable au grand glissement sans dispositions spécifiques pour une distance de la crête du talus dragué à la berge de l'ordre de **45 m à 50 m**.

7.4.2.2 Quai d'accostage

A partir d'une pente maximale de **2H/1V** dans les sols compressibles, la stabilité au grand glissement des talus provisoires au droit du quai d'accostage sera assurée en première approche.

Remarque : Compte tenu du caractère provisoire des talus sous marins, un raidissement des pentes à **1H/1V** dans les argiles surconsolidées pourra être envisagée selon la durée des travaux.

7.4.3 Zone de Darboussier¹¹

D'après les éléments bibliographiques, les épaisseurs de sols compressibles de ce secteur sont de l'ordre de 8 m à 9 m au maximum dont une épaisseur cumulée de tourbe de l'ordre de 4 m à 5 m.

Dans ce contexte, à partir d'une pente maximale de 4H/1V dans les sols compressibles, la stabilité au grand glissement des berges de Darboussier sera à priori assurée. On considèrera en première approche une pente de **5H/1V**.

¹¹ Une surcharge répartie de 4.5 t/m² a été intégrée au calcul pour modéliser un éventuel chargement des berges.

Le talus de la berge sera par ailleurs stable au grand glissement sans dispositions spécifiques pour une distance de la crête du talus dragué à la berge de l'ordre de **20 m à 25 m** environ.

Le dragage du cercle de retournement ne devrait pas à priori déstabiliser les berges du secteur de Darboussier.

7.4.4 Zone Sud du chenal

D'après les éléments bibliographiques, les épaisseurs de sols compressibles de ce secteur sont de l'ordre de 9 m à 10 m au maximum dont 4 m à 5 m de tourbe environ.

Dans ce contexte, la stabilité au grand glissement des berges Sud du chenal sera assurée en première approche pour des pentes de talus n'excédant pas **5H/1V** au maximum dans les sols compressibles.

Le talus de la berge sera par ailleurs stable au grand glissement sans dispositions spécifiques pour une distance de la crête du talus dragué à la berge de l'ordre de **30 m à 40 m** environ.

Le dragage de la zone Sud du chenal ne devrait pas à priori déstabiliser les berges.

7.4.5 Synthèse de l'analyse de stabilité

Le tableau de synthèse ci-dessous récapitule les caractéristiques assurant en première approche la stabilité des talus après dragage :

		<i>Berge Ouest</i>	<i>Quai d'accostage</i>	<i>Berge de Darboussier</i>	<i>Sud du chenal</i>
<i>Pentes</i>	<i>Sols compressibles</i>	5H/1V	5H/1V	5H/1V	2H/1V ¹²
	<i>Argile Surconsolidée</i>	2H/1V			
	<i>Marno calcaire</i>	1H/1V			
<i>Géométrie</i>	<i>Distance mini berge/crête de talus</i>	40 m à 45 m	20 m à 25 m	30 à 40 m	/ ¹³
	<i>Distance projet berge/pied de talus</i>	100 m à 115 m	75 m à 95 m	50 m à 110 m	/ ¹³
	<i>Emprise du talus</i>	60 m à 70 m	55 m à 70 m	20 m à 70 m	25 m à 35 m

Tableau 22 : Synthèse des pentes et de la géométrie des talus consécutifs au dragage.

¹² Valeur liée au caractère provisoire des pentes considérées et à la faible épaisseur de la couche.

¹³ Absence de berges.

Remarque : L'ensemble des cas étudiés présente au maximum des épaisseurs de sols compressibles de l'ordre de 10 m dont 5 m de tourbe dans les cas les plus défavorables. La présence de tourbe sur des épaisseurs supérieures à 5 m n'est pas à exclure. Dans ce cas, il pourra s'avérer nécessaire de prévoir des pentes de talus plus douces. Il conviendra donc d'analyser la stabilité au grand glissement au cas par cas.

Les caractéristiques des pentes décrites ci-dessus assurent leur stabilité au grand glissement sans traitement spécifique.

Si ces préconisations s'avéraient incompatibles avec le projet, il y aura lieu d'envisager des mesures confortatives pour les pentes des talus par exemple des enrochements.

8 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Le contexte géologique et géotechnique de la zone d'étude s'avère complexe notamment à cause de son histoire géologique ancienne et récente et de son caractère marin.

Afin de réduire les incertitudes et d'affiner les analyses, il conviendra d'envisager la réalisation de sondages complémentaires. Ces sondages porteront sur quatre problématiques principales à savoir :

- ⊗ Préciser les caractéristiques mécaniques à retenir au droit du futur quai ;
- ⊗ Réduire les incertitudes concernant l'analyse des terre-pleins et des digues d'enclôture ;
- ⊗ Définir les caractéristiques géométriques (extension, profondeur maximale, ...) et géotechniques liées aux anomalies géologiques comme celle rencontrée au niveau du sondage pressiométrique SP3 au cours de la campagne de reconnaissances de février à mars 2009 ;
- ⊗ Compléter les connaissances stratigraphiques et géologiques du chenal et des berges pouvant être impactées par le dragage.

8.1 *AU DROIT DU FUTUR QUAI*

Actuellement, 3 sondages ont été réalisés au droit de l'ouvrage. Il s'agit de deux sondages pressiométriques (SP1 et SP2) aux extrémités et un sondage carotté (SC1) au centre pour une longueur totale de l'ouvrage d'environ 400 m soit 1 sondage tous les 200 m.

Il conviendra d'affiner le maillage en le réduisant à 1 sondage tous les 50 m. Il s'agira de **sondages pressiométriques descendus pour le moins vers la cote -25 m NH** permettant de préciser l'analyse statistique des caractéristiques mécaniques mais également de s'assurer de l'état d'altération de l'assise.

Par ailleurs, la mesure des paramètres dynamiques par un essai Cross Hole est vivement conseillée compte tenu de l'importance de l'ouvrage.

8.2 *AU NIVEAU DES TERRE-PLEINS*

Une analyse plus fine des terre-pleins nécessiterait la réalisation d'un sondage tous les 10 000 m² environ. Ces sondages devraient être couplés à des profils géophysiques dans la mesure du possible afin de couvrir l'essentiel de la zone d'étude.

Il s'agira essentiellement de **sondages carottés avec prise d'échantillons descendus jusqu'au toit du substratum calcaire entre -15 m NH à -30 m NH**.

Ces derniers feront l'objet d'essais en laboratoire, notamment :

- ⊗ Des essais oedométriques avec mesure de C_v ;
- ⊗ Des essais de fluage (C_α) ;
- ⊗ Des essais de cisaillement ou des essais triaxiaux UU ;
- ⊗ Des essais triaxiaux de type C_u+u .

On pourra également envisager la réalisation d'essais scissométriques dans les sols compressibles ou d'essais de pénétration statique à pointe électrique descendus jusqu'au toit du substratum calcaire entre -15 m NH à -30 m NH.

Ces sondages permettront d'affiner l'analyse des tassements et de la stabilité des digues et des sols d'assise.

8.3 AU NIVEAU DES ANOMALIES AVEREES ET EVENTUELLES

Compte tenu de l'anomalie reconnue au droit du sondage pressiométrique SP3, il conviendra de réaliser des sondages complémentaires avec un maillage réduit dans ce secteur à environ 1 sondage tous les 30 m.

Il s'agira de **sondages carottés descendus jusqu'au toit du substratum marno calcaire entre -10 m NH et -20 m NH et de sondages scissométriques** qui permettront à terme de caractériser l'anomalie.

Remarque : le maillage « minimum » pourra par ailleurs être affiné si des anomalies ou points singuliers étaient mis en évidence en cours de campagne.

8.4 DANS LE CHENAL ET LE LONG DES BERGES

L'analyse du dragage et de la stabilité des berges est basée sur une faible quantité de sondages issus des archives. De nombreuses hypothèses ont donc été faites au cours de l'analyse.

Il conviendra de confirmer ou de revoir ces hypothèses par l'intermédiaire d'une campagne de reconnaissance complémentaire à l'intérieur du chenal et le long de ses berges (secteurs de Darboussier, de Fouillole, de la Marina, ...).

A terme, ces sondages permettront de compléter l'analyse du dragage notamment en précisant la stratigraphie du site mais aussi en affinant l'analyse de stabilité des berges au niveau des secteurs les plus critiques.

Il s'agira essentiellement de **sondages carottés avec prise d'échantillons descendus jusqu'à la cote prévue pour le dragage pour le moins soit vers -18 m NH environ.**

Ces derniers feront l'objet d'essais en laboratoire, notamment :

- ☒ Des essais d'identification ($W\%$, W_L/I_P , analyses granulométriques, teneurs en matière organique,...) ;
- ☒ Des essais de résistance à la compression simple R_c du marno calcaire
- ☒ Des essais de cisaillement ou des essais triaxiaux UU ;
- ☒ Des essais triaxiaux de type Cu+u.

Ces sondages devraient être couplés à des profils géophysiques dans la mesure du possible afin de couvrir l'essentiel de la zone d'étude

On pourra également envisager la réalisation d'essais scissométriques.

9 SYNTHESE

☞ Les sols reconnus ont permis de mettre en évidence un modèle géologique et géotechnique global à trois couches :

☒ Des **formations compressibles** généralement constituées de vases sableuses, de sables vaseux, de tourbes et de vases tourbeuses. Elle est normalement consolidée à légèrement sous-consolidées. **Il s'agit de sols mous aux faibles résistances géomécaniques.** On distinguera toutefois deux sous familles :

- Les **tourbes et les tourbes argileuses** caractérisées par une forte teneur en eau ;
- Les **autres formations compressibles** (argile vasarde, argiles sableuses, sables, remblais, ...) ;

☒ Des **argiles relativement fermes** généralement **sur-consolidées** constituées soit d'argiles plastiques de teinte grise, soit d'argiles plastiques marron rouges. **Il s'agit de sols de consistance moyenne ;**

☒ Du **substratum calcaire globalement de bonne consistance** pouvant toutefois s'avérer **altéré par endroits.**

☞ La hauteur d'eau est de l'ordre de 0,5 m à 17 m sur l'ensemble de la Baie.

☞ Le contexte géotechnique de la zone est apparu très hétérogène. Il peut être globalement **qualifié de mauvais.**

☞ En première approche, le dragage des sols compressibles ne devrait pas poser de problème avec des **dragues suceuses classiques.**

Le dragage des argiles surconsolidées et le déroctage du substratum marno calcaire nécessiteront l'emploi de **dragues mécaniques puissantes.**

Des dispositions constructives concernant le réemploi des matériaux dragués sont données au paragraphe 9.3.

L'insuffisance des données actuelles ne permet pas d'appréhender les volumes respectifs concernés par ces deux techniques ni les quantités de matériaux réemployables.

☞ Des investigations complémentaires seront nécessaires à une compréhension et une analyse plus fine de la zone d'étude du point de vue géologique et géotechnique. Elles sont présentées au paragraphe 10.

Baie-Mahault le 19 mai 2009

*M. TANGUY
Ingénieur Géotechnicien*

*S. DUMOULIN
Ingénieur Géotechnicien*