

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR  
U.E.R. DE GEOGRAPHIE  
Aménagement Régional et Développement  
CENTRE DE GEOGRAPHIE APPLIQUEE  
(LABORATOIRE ASSOCIE C.N.R.S. n° 95)  
Contribution à la Recherche Coopérative  
sur Programme n° 77 , Cartes Géomorphologiques

**CARTE GEOMORPHOLOGIQUE**  
**DE L'ILE DE SAINT-MARTIN (GUADELOUPE)**  
**ETUDE DE PHOTO-INTERPRETATION**

Thèse présentée pour  
le Doctorat de 3ème cycle  
par

**Ronaldo RAMALHO**

Strasbourg - Juin 1971

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR

U.E.R. DE GEOGRAPHIE

Aménagement Régional et Développement

CENTRE DE GEOGRAPHIE APPLIQUEE

(LABORATOIRE ASSOCIE C.N.R.S. n°95)

Contribution à la Recherche Coopérative  
sur Programme n° 77, Cartes Géomorphologiques.

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE DE L'ILE DE SAINT-MARTIN (GUADELOUPE)

ETUDE DE PHOTO-INTERPRETATION

Thèse présentée pour le

Doctorat de 3ème cycle

par

Ronaldo RAMALHO

Strasbourg

juin 1971

## ERRATA

Page	alinéa	lire
1	13	échelle de 1/25000
17	18	(Miocène) inf.
19	21	grenatite
20	25	(Lasserra, La Guadeloupe).
20	29	microgrenus
21	29	constituer la surface
32	9	les zones sableuses couvertes de végétation
36	15	septembre et octobre
38	5	les cotés Est et Nord
39	33	isobathes
49	11	le laboure
56	28	Polypters
61	22	comblées
62	9	bien que les calcaires des Terres Basses ne soient
62	27	cordons sableux".
64	27	glacis colluviaux
65	11	se sont formés avant la transgression flandrienne.
66	25	un peu moins élevée
77	16	constitution
77	18	constitution
93	6	grenat
93	13	grenat
94	7	grenat
95	5	grenat
95	10	grenat
96	9	grenat



## AVANT-PROPOS

Ce présent travail de photo-interprétation de la géomorphologie de l'Ile Saint-Martin a été basé sur une couverture de photographies aériennes prise par le Gouvernement français en 1947, ayant une échelle approximative de 1/28.000, formant un lot de 62 photos. L'interprétation a été faite sur une carte topographique à l'échelle de 1/20.000, dessinée et publiée par l'Institut Géographique National en 1954. Cet Institut a aussi publié une autre carte de Saint-Martin à l'échelle de 1/50.000. Pour le tracé des limites des unités morphologiques, nous avons utilisé, à part la photo-interprétation, une carte géologique à l'échelle de 1/50.000, élaborée par le Géologue Alain de Saint-Michel et publiée en 1965 par le Service de la Carte Géologique de la France. Il existe encore une autre carte topographique à l'échelle de 1/20.000 mais qui couvre uniquement la partie hollandaise de l'île.

Plusieurs éléments non visibles sur les photographies aériennes ont été ajoutés d'après les notes de terrain et photos prises par la mission dirigée par M. Jean Tricart en 1967.

Très peu d'auteurs ont travaillé sur l'île Saint-Martin. La plupart des références qu'on rencontre se retrouvent dans les ouvrages sur les Antilles en général et ne consacrent qu'un petit chapitre aux îles du Banc d'Anguilla. Parfois ces auteurs ne font référence que sur quelques points intéressants de ces îles. Pour la rédaction de ce rapport, nous avons utilisé, principalement trois ouvrages, probablement les seuls où Saint-Martin soit étudié de plus près. Chacun de ces ouvrages étudie un problème spécifique, soit la géologie, soit les sols et les aspects généraux du paysage, soit la géographie humaine. Nous avons cru nécessaire d'ajouter un commentaire plus détaillé sur chacun de ces ouvrages.

- A Soil and Land Capability Survey of St Maarten, St Eustatius and Saba (Netherlands Lesser Antilles), par J.S. Veenebos. Ce travail sur la pédologie et l'utilisation de la terre à Saint-Martin fait partie d'un rapport socio-économique des Petites Antilles Néerlandaises élaboré sous les auspices du "Netherlands Antilles Development Advisory Bureau" et les

résultats ont été réunis dans un rapport intitulé "Bowenwinden-Rapport, I et II". Le chapitre sur l'étude des sols a été séparé du rapport principal et publié par le "Foundation for Scientific Research in Surinam and Netherlands Antilles" en 1953. Le Rapport de J.S. Veenebos nous donne un aperçu des sols de Saint-Martin aussi bien que les traits généraux de l'activité agricole, la végétation, le climat, les problèmes de l'eau et de l'utilisation de la terre. Un chapitre spécial est consacré aux analyses des associations minérales et des minéraux argileux dans les différentes formations. Une carte des sols et une autre carte de l'utilisation de la terre sont annexées au rapport. Ces deux cartes à l'échelle du 1/25.000 couvrent uniquement la partie hollandaise de l'île.

- Notice Explicative de la Carte Géologique - Feuille de Saint-Martin, Saint-Barthélémy et Tintamarre, par Alain de Raynal de Saint-Michel. Cette notice explicative, publiée en 1966 est probablement le travail le plus récent sur l'île de Saint-Martin. Malgré la brièveté du texte, les observations sur la morphologie de l'île sont très précises et le problème de l'hydrogéologie est largement traité.

- La Guadeloupe, par Guy Lasserre. Dans sa thèse sur la Guadeloupe, Guy Lasserre consacre un chapitre spécial aux îles françaises du Banc d'Anguilla. Un aperçu synthétique de la morphologie et de la géologie sert d'introduction. Le travail donne ensuite une vue générale sur la végétation et sur le climat et traite plus minutieusement les problèmes socio-économiques.

Comme ouvrage supplémentaire, nous avons encore utilisé la thèse de M. Jacques Butterlin sur la constitution géologique et sur la structure des Antilles.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. La photo-interprétation en vue de la cartographie géomorphologique.

La photo-interprétation est actuellement un des éléments essentiels dans la recherche géologique et géomorphologique. Apparue durant la première guerre mondiale, l'interprétation stéréoscopique des photographies aériennes se limitait, au début, aux besoins de la stratégie militaire, comme un puissant moyen de reconnaissance des territoires et installations ennemis. Pendant les années trente les géologues ont commencé à utiliser la photo-interprétation, d'abord pour la reconnaissance des bassins pétrolifères et, quelques années après, pour la prospection minière. Bientôt la photo-interprétation prend une place prioritaire dans la recherche géologique, comme complément indispensable du travail sur le terrain ; celui-ci dans la plupart des cas devenait secondaire ou, plus exactement, un contrôle de la photo-interprétation. L'étude sur les photographies aériennes présentait de grands avantages, surtout pour le travail dans les régions d'accès difficile ou de couverture végétale dense avec absence d'affleurements rocheux. Non seulement la tectonique de la région apparaissait avec une grande netteté mais aussi d'autres caractéristiques facilement visibles sur la photo qui, normalement, auraient demandé plusieurs jours de travail pénible sur le terrain. L'économie de temps était alors considérable.

Pendant la dernière guerre mondiale et dans les années suivantes, les techniques de photo-interprétation se sont beaucoup améliorées et, conséquence de ce progrès, l'aérophoto-interprétation a pris place comme science indépendante. Le perfectionnement des instruments techniques et du matériel photographique a élargi encore son terrain d'action : après la géologie et la géomorphologie, la photo-interprétation va être utilisée par différentes sciences comme la Géophysique, le Génie, l'Hydrologie, la Botanique, l'Agriculture, la Pédologie, l'Archéologie et toutes les branches de la Géographie. Pour la Cartographie les avantages apportés par la photogramétrie ont été considérables : aujourd'hui pratiquement toutes les cartes topographiques sont dressées à partir des levées aérophotogramétriques.

Une photographie aérienne offre, malgré les distorsions du relief causées par la vision stéréoscopique, une image assez réelle du terrain photographié et représente un outil essentiel pour la recherche géomorphologique, étant donné que l'évolution topographique du terrain est l'objet même de cette science. Cependant, si la photo-interprétation présente des avantages nombreux, il existe aussi quelques limitations. La photo donne l'aspect général de la morphologie d'une région, les éléments les plus importants de la structure, voire la lithologie, mais il est impossible de différencier la nature granulométrique et pétrographique d'une formation. Seul le travail complémentaire sur le terrain peut donner toutes les informations nécessaires et une carte géomorphologique dressée uniquement par photographies aériennes sera toujours incomplète.

La photo-interprétation géologique se base sur des différentes méthodes appelées "Critères de photo-interprétation" qui sont : la texture, le grisé de la photo, les types de drainage, le relief. Les variations que présentent chacun de ces critères indiquent un changement de la nature du terrain. La végétation et l'occupation humaine peuvent aussi servir de critères d'interprétation. L'interprétation géologique se base surtout sur la topographie de la région et, pour cela, l'interprétation géomorphologique précède nécessairement l'interprétation géologique.

L'utilisation d'un seul critère n'est jamais suffisante et l'interprétation précise d'une région demande toujours l'association de plusieurs critères.

## 1.2. Les conditions du milieu et la photographie aérienne.

La quantité d'informations données par une photographie aérienne dépend d'une part de la qualité technique de la photo et de l'échelle de la prise de vue, d'autre part des conditions physiques du milieu. Les régions à couverture végétale dense peuvent donner de bons renseignements géologiques mais rendent difficile l'interprétation géomorphologique. Dans ces régions, le critère drainage peut être très important pour la détermination de la structure ; en outre la végétation peut parfois nous renseigner sur la lithologie.

Une région densément peuplée et aménagée est particulièrement gênante pour l'interprétation géomorphologique.

Pour l'interprétation géomorphologique, l'élément le plus important est la netteté de l'image, car l'interprétation se base surtout sur les formes du relief. Pour cette raison, les régions semi-arides ou désertiques s'avèrent comme les plus avantageuses pour la photo-interprétation géomorphologique, puisque la végétation moins dense et le ciel plus fréquemment dégagé permettent une vision plus parfaite de la topographie. Cependant, cette rareté de la végétation dans les régions de sols clairs peut, étant donné que le sol nu reflète plus de lumière, influencer le grisé de la photo : les variations de la tonalité ne correspondront pas toujours à un changement de la nature du terrain. Le drainage est aussi moins utilisable comme critère, car moins dense et moins influencé par la structure et la lithologie. Contrairement aux régions humides où les roches fortement altérées forment une épaisse couche qui masque les phénomènes géologiques, les roches mises pratiquement à nu, dans les régions semi-arides, facilitent la photo-interprétation.

### 1.3. Saint-Martin : présentation du milieu physique.

Le Banc d'Anguilla constitue la plate-forme continentale sur laquelle reposent les îles de Saint-Martin, Saint-Barthélémy, Tintamarre et Anguilla. De constitution géologique, de peuplement zoologique et botanique analogues, ces îles constituent un même ensemble fragmenté par un ennoisement récent.

Avec une superficie de 4650 km<sup>2</sup> et une profondeur de -50 mètres dans la partie submergée, la banc d'Anguilla ne présente que quelques 230 km<sup>2</sup> de terres émergées, soit 1/20 de la superficie totale.

Située au bord occidental de cette plateforme, l'île de Saint-Martin présente une morphologie assez mouvementée, contrastant avec le relief plat de l'île d'Anguilla et ressemblant à celui de Saint-Barthélémy.

L'île de Saint-Martin présente une forme grossièrement triangulaire où deux unités se détachent au premier examen : la région montagneuse, constituant le corps principal de l'île et la péninsule des Terres Basses,

à l'ouest, liée à la première par deux minces cordons sableux.

Dans le corps principal de l'île ressort une ligne principale de relief, de direction NNE/SSW, qui coupe l'île dans sa partie centrale. On y rencontre les plus hauts sommets : le Red Rock (265 m), le Hope Hill (292 m), la Montagne de France (402 m), le Pic du Paradis, le plus haut sommet de l'île (424 m), le Flagstaff (386 m), le Saint Peter Hill (318 m) et, finalement le Sentry Hill (340 m). Cette dorsale principale se ramifie en quelques apophyses, dont l'ensemble offre une curieuse forme de X avec un axe plus allongé.

Dans la partie orientale de l'île et indépendante de cette ligne centrale, se dresse un autre alignement de direction à peu près parallèle au premier et d'altitude plus modeste (300 m au Pic de Naked Boy). Cette deuxième ligne de relief présente des sommets généralement arrondis, contrastant avec la dorsale principale où les sommets aigus sont fréquents.

Les dorsales sont fortement disséquées et forment entre leurs différentes branches des dépressions en forme d'alvéoles, comme celui du Quartier d'Orléans, de Cul de Sac, de Marigot. De profondes vallées incisent les différentes unités.

Du côté occidental, séparée du corps principal de l'île, apparaît la péninsule des Terres Basses, de constitution calcaire et relief tabulaire. Ce plateau, d'extension assez réduite atteint une altitude moyenne d'une trentaine de mètres. Dans sa partie nord-est des collines rouges de quartzites rompent un peu la platitude du relief.

Le plateau calcaire des Terres Basses est légèrement rongé par un karst tropical constitué, principalement par des petites dolines et champs de lapiés. Au nord-est de Saint-Martin, à une distance de 3 km, l'îlot de Tintamarre présente une constitution géologique analogue à celle de la péninsule des Terres Basses et est également rongé par un karst. Cette petite île, d'altitude maxima de 39 mètres est tout à fait l'équivalent oriental du plateau des Terres Basses : tous les deux sont constitués par le calcaire du miocène et réagissent de la même façon à l'érosion.

Les dépressions et vallées qui dissèquent le relief de Saint-Martin sont inondées, dans leurs parties inférieures par des marigots d'eau saumâtre. Ces marigots apparaissent aussi à Saint-Barthélémy mais ils sont tout à fait absents à l'île d'Anguilla. Génétiquement ces lagunes constituent des alvéoles ou des vallées occupées par la mer et séparées de celle-là par la construction de minces cordons sableux. Les marigots donnent la plus grande particularité au littoral de Saint-Martin.

L'histoire de l'île Saint-Martin remonte à la fin du XVème siècle, lors du second voyage de Christophe Colomb au Nouveau Monde. Pendant les trois siècles suivants, avant d'être rattachée au gouvernement de la Guadeloupe, l'île Saint-Martin, ainsi que les autres îles qui l'entourent ont eu une histoire mouvementée, passant aux mains de diverses nationalités. Durant ces trois siècles les Petites Antilles ont servi d'abri aux pirates et de lieu de ravitaillement aussi vite abandonnés qu'occupés. L'exploitation de bois pour la réparation des bateaux a eu comme conséquence un changement presque complet de la végétation initiale de l'île, avec la disparition des quelques spécimens comme le gaïac, par exemple.

La population actuelle atteint 8600 habitants, ce qui donne une densité de 115 habitants par km<sup>2</sup>.<sup>(1)</sup> Le manque de moyens de subsistance dans l'île, qui ne possède aucune activité industrielle, oblige cette population à vivre exclusivement de l'agriculture et de l'élevage dans un territoire déjà trop épuisé et de superficie trop réduite.

La canne à sucre a été un des principaux moyens de subsistance jusqu'au début du XIXème siècle. Après, elle disparut presque entièrement à cause, surtout, de l'abolition de l'esclavage en 1848-1863. En 1818, il y avait encore 33 sucreries. On cultivait aussi le tabac entre 1800 et 1850, mais il a pour ainsi dire disparu aujourd'hui. Au début du XXème siècle, le coton fut introduit à Saint-Martin et comme les cultures précédentes, il connut une vie éphémère et disparut après le "crack" de la Bourse Nord-américaine.

---

(1) D'après le Larousse de 1971.

A partir de la décade des années trente, l'émigration vers Curaçao, Aruba et la Guadeloupe a commencé et l'activité agricole a diminué considérablement ; aujourd'hui, seules de petites parcelles de terrain sont utilisées pour la culture vivrière, rendue difficile par le manque d'eau et l'épuisement des sols, labourés sans aucun ménagement depuis cinq siècles. L'époque de la canne à sucre connut un intense défrichement : les champs montaient, alors, jusqu'au sommet des collines.

Un autre problème se pose et accroît les difficultés pour l'agriculture : le minifundio. Les parcelles appartenant aux premiers colons furent partagées en plusieurs petits champs qui revinrent aux anciens esclaves noirs et progressivement morcelées entre leurs héritiers. Cette fragmentation de la propriété donne un caractéristique aspect de bocage au paysage rural de l'île.

L'exploitation agricole de Saint-Martin se réduit essentiellement à la culture de la patate douce, du manioc, de l'igname, des pois et des haricots et de quelques céréales comme le maïs. Les légumes apparaissent comme culture de jardin et les fruits sont rares.

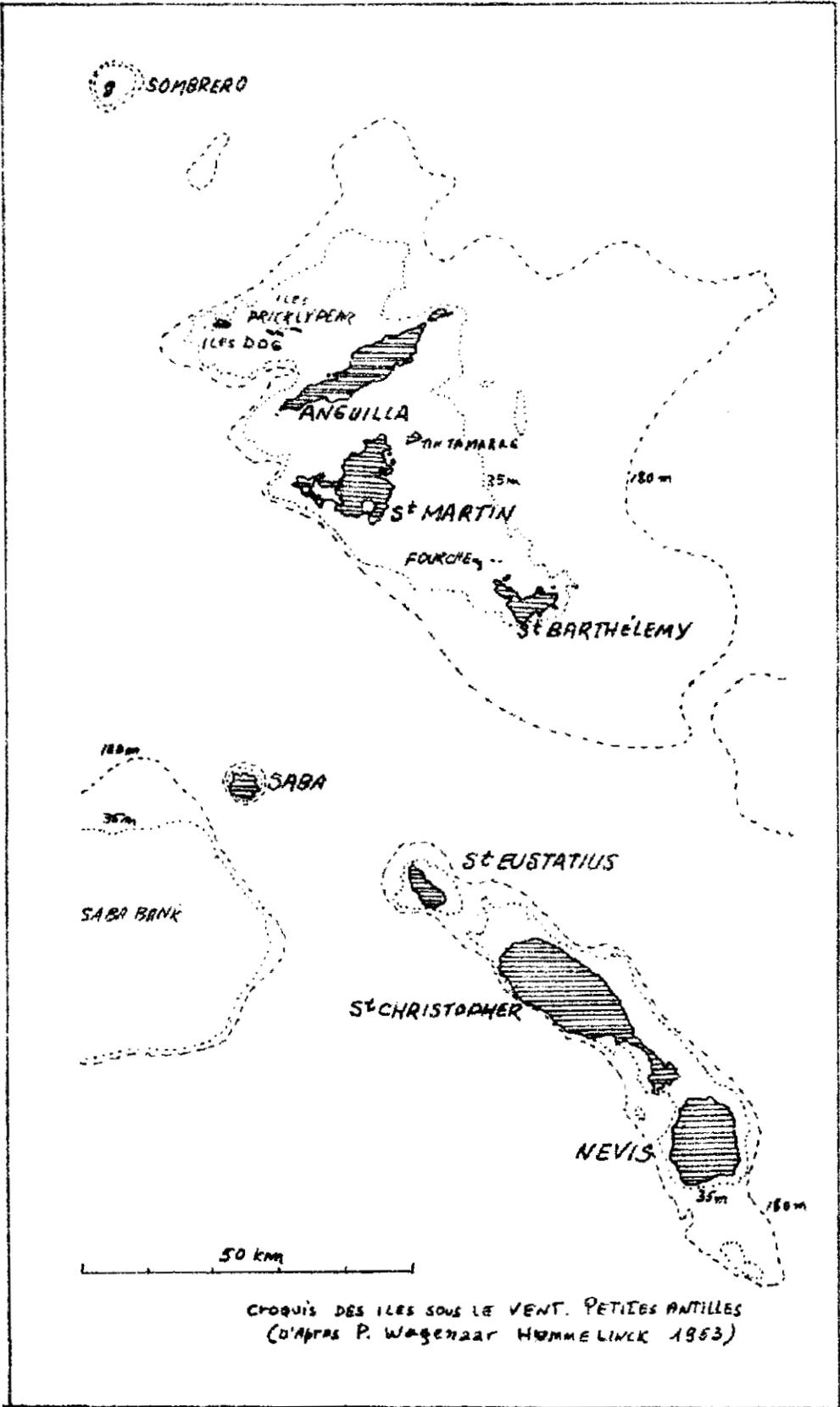
Le sel a constitué il y a quelques années, une source de richesse ; aujourd'hui presque toutes les salines sont abandonnées, y compris la grande saline de Groote Zoutpan. Seule la saline de Grand'Case est encore exploitée et fournit annuellement quelques 3500 tonnes de sel, exportées en Guadeloupe et en Martinique. Cette exploitation constitue, cependant, la première industrie de l'île.

Du côté des gisements minéraux Saint-Martin ne peut espérer grand-chose : quelques filons de manganèse et de fer ont été repérés, mais ils sont trop restreints et trop pauvres pour présenter un intérêt économique. C'est de l'élevage que l'île peut tirer sa plus grande richesse. Disposant d'une bonne superficie de terres en friche, Saint-Martin peut supporter un stock raisonnable de bétail.

Chaque petit paysan a quelques têtes de bétail, mais l'élevage plus systématisé est fait sur les grandes propriétés qui disposent d'enclos et puits-abreuvoirs. En 1961, Guy Lasserre, (La Guadeloupe) a estimé à 4500 ou 5000 le nombre des bovins, à un millier celui des chevaux,

à environ 200 celui des mulets et approximativement à 3000 le nombre des moutons ainsi que celui des cabris. L'élevage a beaucoup augmenté depuis 150 ans et actuellement il l'emporte sur l'agriculture.

Toutes ces informations d'ordre historique, humain et économique sont très importantes pour l'étude de l'île car elles sont, d'une certaine manière, responsables du paysage actuel. Si l'on prend, par exemple, la végétation comme critère d'interprétation, il ne faut pas oublier que le manque de certaines associations végétales ne signifient pas obligatoirement un changement de la nature du terrain, mais le résultat d'une action humaine.



CROQUIS DES ILES SOUS LE VENT. PETITES ANTILLES  
 (D'APRES P. WAGENZAR HEMMELINCK 1953)

## PARTIE I

### 2. LA STRUCTURE : Méthodes de photo-interprétation.

Le modelé terrestre réagissant à l'érosion se caractérise, d'une manière générale, par la prédominance des lignes courbes ; les segments rectilignes sont beaucoup plus rares et liés à des éléments particuliers de la structure du terrain. Ces tracés rectilignes, d'observation difficile sur le terrain sont, par contre, facilement repérés sur la photographie aérienne à cause de la plus grande amplitude de l'angle de vision.

Ces lignes droites sont soulignées sur la photographie aérienne par un contact net entre zones de différentes texture et tonalité, par une ligne de relief, par une ligne préférentielle du drainage ou par la végétation. Les segments linéaires sont de très grande importance pour la photo-interprétation structurale car s'ils ne sont pas déterminés par des causes extérieures, humaines par exemple, ils sont de grande utilité pour la détermination des lignes de faille, stratifications, schistosité, gneissification, contact de roches de différente nature, etc.

La photo-interprétation structurale se base principalement sur les éléments topographiques car la vision stéréoscopique, présentant un relief trop exagéré facilite la détermination de la direction et de l'angle de pendage des plans de stratification des roches. En outre, les différences d'altitude mettent en évidence les plans des failles.

A part le relief, l'étude du réseau de drainage est une bonne méthode pour la détermination de la structure et de la lithologie. Chaque roche possède des caractéristiques particulières de perméabilité et de résistance à l'érosion fluviale. Le type de drainage est étroitement lié au type de roche où il s'installe et pour cela nous étudierons, en même temps, leur rapport avec la lithologie et la structure.

Les divers types de réseaux de drainage ont été étudiés par de nombreux auteurs et classés selon leur aspect visuel. De cette manière les classifications sont très nombreuses et nous analyserons ici, seulement les types principaux.

Le type Rectangulaire ou Angulaire caractérisé par les courbes en angle aigu se rencontre surtout sur des roches où les failles et diaclases sont abondantes, comme sur le grès ou sur certaines roches plutoniques.

Le type Dentrétique ou Arborescent est le plus commun et il apparaît quand l'influence de la structure sur le réseau de drainage n'est pas très important. Il peut s'installer sur n'importe quel type de roche bien qu'il soit moins caractéristique sur les terrains sédimentaires. Le modèle dentritique est souvent associé à une stratification horizontale ou légèrement inclinée.

Le type Parallèle est caractérisé par de longs chenaux plus ou moins parallèles et il est influencé surtout par la pente. Il indique l'existence de couches fortement inclinées.

Les types Sub-Parallèle et Sub-Dentrétique sont des variantes du type Dentrétique et résultent d'une légère influence de la structure sur le drainage. Sur les schistes métamorphiques les crêtes allongées déterminent généralement un drainage sub-parallèle.

Le type Radial est caractéristique du relief volcanique. Il peut apparaître aussi sur les dépressions calcaires sous la forme de drainage Radial Centripète. Si le calcaire est trop poreux les rivières s'infiltreront et réapparaissent donnant un trait discontinu.

Le type Annulaire résulte d'une structure en dôme. Il est caractéristique des roches intrusives où les couches plus dures alternent avec des couches moins résistantes. Quand la masse intrusive est uniforme, c'est la pente qui commande et un drainage radial s'installe.

Le drainage en Treillis est caractérisé par des rivières longues et rectilignes, dont beaucoup sont parallèles et ont des affluents courts. Il apparaît dans les régions sédimentaires à couches de même direction et coupées parallèlement par des failles importantes.

Le type Anastomosé est caractéristique des terrains alluviaux, de sédimentation grossière. On le rencontre surtout dans les zones voisines des montagnes où la pente plus faible fait diminuer le gradient des rivières qui

deviennent incapables de transporter leur charge plus loin. Les sédiments déposés obligent les chenaux à changer continuellement de lit. Il est possible de rencontrer ce type de drainage sur les cônes de déjection.

Le type Dichotomosé, variante du drainage à chenaux anastomosés, présente une grossière forme d'éventail et est caractéristique des cônes alluviaux et des glacis. Il est commun de rencontrer dans ce type de drainage quelques chenaux à sec, l'eau s'étant infiltrée dans le matériel plus grossier.

Le drainage Divagant ou Méandrique se développe sur les régions d'excessive sédimentation. Les méandres indiquent un terrain riche en argile et limons. Les rivières méandriformes sont souvent associées aux vallées synclinales.

Finalement le type Réticulaire, caractérisé par l'intercommunication des cours d'eau, est indicatif des régions côtières où l'effet de la marée se fait sentir. Un système de lagunes peut s'associer au réseau de drainage.

A part le modèle du drainage, les ravins sont aussi utiles pour l'interprétation lithologique. La forme, la largeur et la profondeur des ravins sont déterminées par la nature lithologique du terrain. Dans la plupart des cas un terrain de lithologie variée peut présenter un type de ravin caractéristique pour chaque formation.

La lithologie - Le modelé d'une région représente, en général, la résistance plus grande ou plus faible d'une roche vis-à-vis des processus d'érosion. L'expression topographique du terrain est, comme pour la photo-interprétation de la structure, l'élément principal pour l'interprétation lithologique. Cependant, dans les régions trop disséquées, ce critère topographique est moins utile, car la sénilité du relief ne peut fournir que peu d'informations. Généralement les roches plus résistantes forment les crêtes, les corniches, les buttes. Toutefois, d'autres expressions topographiques, comme les glacis et les terrasses ne sont pas liées à la résistance de la roche.

Nous analyserons ensuite les types principaux des roches et les types de relief qu'elles présentent généralement :

Les Sédiments - on peut diviser les sédiments en deux types : Dépôts Consolidés et Dépôts non Consolidés.

Les Dépôts non Consolidés ont une topographie caractéristique ; les sables par exemple, apparaissent sous la forme de bancs alluviaux, de dunes, etc. Si les dépôts sont trop anciens, déjà colonisés par la végétation, la forme originelle peut disparaître, mais ils présentent toujours une forme d'érosion caractéristique. Les limons et argiles, lorsqu'ils sont érodés prennent des formes complexes, avec berges en pente raide, cicatrices d'arrachements, glissements. Les sables non consolidés réagissent, à peu près de la même façon, sauf s'ils sont purs. Dans ce cas, les berges peuvent se présenter inclinées.

Les grès, assez résistants à l'érosion, ressortent dans la topographie ; ils forment, en général, les crêtes et les corniches. Les calcaires sont de facile interprétation si la surface est intensément érodée par la dissolution, formant des dolines et des champs de lapiès.

Les roches volcaniques sont facilement repérées si elles présentent le modelé caractéristique de cône volcanique ou terrasses échelonnées dues aux épanchements de lave. Les roches intrusives peuvent ressortir dans le relief si elles sont plus résistantes que les roches encaissantes. Elles forment, alors, des crêtes ; dans le cas contraire, des vallées. Les roches plutoniques ont, généralement, un relief massif, de surface légèrement ondulée. Si le climat est aride et la végétation clairsemée, les boulders apparaissent sur la photo. Sous une végétation dense, ils sont plus difficilement repérables sauf si la région est intensément ravinée.

Les roches métamorphiques sont bien visibles sur la photo dans le cas où elles n'ont pas subi un métamorphisme assez intense pour déformer la stratification originelle. Les schistes dans les régions ondulées forment les lignes de crête avec le drainage sub-parallèle caractéristique.

Critère végétation - La végétation qui s'installe sur un terrain peut présenter des variations selon la nature lithologique de ce terrain. Etant donné que les roches ne réagissent pas de la même manière à l'érosion, la couche superficielle d'altération prend des caractéristiques particulières d'épaisseur, porosité, granulométrie du matériel, etc. La végétation peut alors nous donner les premières informations sur la nature de ces roches. Les roches trop résistantes auront, sûrement, une couverture végétale plus pauvre, plus clairsemée alors que les roches moins résistantes auront une végétation plus dense, plus épaisse. Le grès, à grain grossier, par exemple, se décompose très mal et présente une couverture végétale assez pauvre. Le basalte, au Brésil, se décompose bien sous un climat sub-tropical (Etat de Sao Paulo) donnant une épaisse couche d'altération appelée "Terra Roxa". Dans cette région la couverture végétale est très puissante. Un peu plus au sud (Etat de St Catarina) sous un climat plus froid la décomposition est moins poussée et le basalte est couvert par une savane. Le granite, sous climat chaud et humide est fortement altéré et favorise une végétation de forêt, alors que sous un climat semi-aride la roche est très résistante, le régolite est mal développé et ne peut supporter qu'une végétation de broussaille.

Dans les régions de couverture végétale à peu près uniforme il est possible de détecter des spécimens caractéristiques de certains terrains, mais d'une façon générale, dans ces régions le critère végétation est très limité.

Critère Grisé - Le Grisé photographique comme élément d'interprétation est d'utilisation plus limitée que les critères Relief et Drainage. Le grisé d'une photo peut donner de précieuses informations mais il faut toujours l'associer à d'autres critères.

Le Grisé peut varier d'une photo à l'autre selon la position des rayons lumineux au moment de la prise de vue. L'intensité de la couleur n'est pas, par conséquent, très importante et l'interprétation se base, surtout, sur les différences de tonalité offertes pour chaque unité.

Le grisé peut être modifié par plusieurs éléments ; la perméabilité d'une formation, par exemple, joue un rôle très important puisqu'une roche engorgée d'eau donne, généralement, une teinte foncée. Les argiles et limons trop saturés d'eau d'infiltration peuvent apparaître dans un gris très foncé, presque noir. Par contre, les sables offrent une tonalité gris très clair, allant même jusqu'au blanc. La teneur en matière organique peut influencer la tonalité d'une roche, en donnant une teinte plus foncée.

La tonalité a aussi un rapport avec l'altération du matériel : s'il s'agit de la ferruginisation, par exemple, ce sont les teintes foncées qui prédominent.

Les roches calcaires sous un climat humide sont plus ou moins faciles à interpréter ; les dolines sont bien visibles sur la photo et les argiles de décalcification accumulées dans les fonds ressortent en taches noires. Les conglomérats et les grès présentent, généralement, un gris clair, sauf s'ils sont trop érodés. Les roches volcaniques par contre, ont, dans la majorité des cas, un gris foncé, comme les roches intrusives. Cependant, les pegmatites peuvent présenter un gris clair. Le granite aussi prend un gris clair si le régolite n'est pas très développé, sinon la teinte sera foncée.

Critère Texture - La texture est le critère qui peut apporter le moins de renseignements, car son interprétation est pour ainsi dire subjective et, plus que le grisé, elle peut être influencée par la qualité technique de la photo. La texture est surtout l'aspect que prend la roche sur une photo, et cet aspect peut varier, dans certains cas, même pour l'ensemble d'un affleurement. Toutefois, la texture représente à peu près l'allure superficielle de la roche et à cause de cela elle peut donner quelques informations lithologiques. Les argiles et les limons, par exemple, ont une texture fine très caractéristique. Les schistes, parfois, montrent très nettement leurs directions de schistosité.

Comme le grisé, la texture doit être associée à d'autres critères d'interprétation et le contrôle du terrain est, toujours indispensable.

#### La Tectonique - méthodes d'interprétation

L'étude de la tectonique est, sans doute, plus facilement effectuée sur les photographies aériennes que sur le terrain. Les fractures, failles et diaclases, même celles difficilement observables sur le terrain, apparaissent plus aisément sur les photographies aériennes.

Les segments rectilignes de la photo sont ici d'importance primordiale. L'étude de la tectonique se base surtout, sur ces alignements donnés par le relief, par le réseau de drainage, par le contact net entre deux zones de différentes tonalité et texture, par l'existence de chutes d'eau le long d'une rivière, par les alignements de lacs, de dolines, etc.

L'interprétation tectonique des segments droits d'une photo doit être faite avec précaution. Nombre d'autres causes géologiques et non géologiques peuvent donner des lignes identiques. Le contact net des zones de différente texture ou tonalité peut être déterminé par un changement de la nature de la roche, de même les escarpements parallèles sont parfois le résultat d'une adaptation lithologique, sans rapport avec la tectonique. Un indice probable de faille est plutôt donné par les alignements de relief perpendiculaires ou obliques à la direction principale de la stratification.

L'étude détaillée du réseau de drainage peut fournir des bonnes indications pour l'analyse des fractures. Les drainages des types rectangulaires, angulaires ou en treillis sont presque toujours associés aux manifestations tectoniques. Même le drainage dendritique peut présenter de petits traits rectilignes tout au long d'une même ligne, dénonçant une ligne de fracture.

## 2.1. La géologie de Saint-Martin

### 2.1.1. La structure et la stratigraphie

Les formations plus anciennes (Formation Pointe Blanche) rencontrées à Saint-Martin remontent à l'Eocène Moyen ou Supérieur et correspondent à des tufs, grès et marno-calcaires. Ces formations de base ont été injectées par des roches plutoniques de composition granitique à dioritique, pendant une phase de volcanisme, et métamorphosées en partie. Cette activité magmatique, attribuée à l'Oligocène inférieur ou moyen se termine par des phases filoniennes.

TABLE DES FORMATIONS DES ILES DU BANC D'ANGUILLA (Selon J. Butterlin)

		ANGUILLA	ST-MARTIN, TINTAMARRE	SAINT-BARTHELEMY
	Récent	Dépôts alluviaux	Dépôts alluviaux	Dépôts alluviaux
	Pléistocène	Dépôts de grottes à Amblyrhiza	CALCAIRES RECIFAUX Dépôts de grottes à Amblyrhiza	
	Pliocène			
CENOZOIQUE	Miocène	Sup. et moyen		
		Sup.	ANGUILLA (calcaires, marnes) 240 m	LAW LANDS (calcaires, marnes) CALCAIRES DE TINTAMARRE
CENOZOIQUE	Oligocène	Sup. et moyen(?)		
		inférieur(?)		Roches intrusives Granodioritiques(?)
	Eocène	Sup. moy.	BASEMENTS ROCKS (Tufs)	Pointe Blanche (tufs andésiliques et calcaires) 600 m min. Volcanisme (?) SAINT-BARTHOLOMEW (calcaires, tufs) 450 m (?)

..... Plissements ou "Block faulting".

Après une longue période d'érosion, une transgression de la mer du Miocène Inférieur dépose des calcaires sub-récifaux. Le Quaternaire connaît quelques mouvements de réajustement et la mise en place des dépôts littoraux.

#### 21.1.1. Les formations éocènes

Plusieurs auteurs ont étudié les îles du Banc d'Anguilla et leurs études stratigraphiques diffèrent sur quelques petits détails. Quelques-uns, en particulier Mollengraaf (1888, 1931), avaient noté la présence d'un complexe de base crétacé supérieur. Christman (1953) a pu montrer qu'il n'affleure aucune série anti-éocène dans ces îles. Alain de Saint-Michel, aussi, fait remonter à l'Eocène supérieur les formations plus anciennes.

Ces formations correspondent à des tufs fins lités, interstratifiés dans des marnes et marno-calcaires, appelées par Mollengraaff "Formation Pointe Blanche".

Les tufs proviennent de la destruction des formations volcaniques (1). Ils sont épais et constituent des horizons brun-rouge d'une dizaine de mètres d'épaisseur, au milieu des marno-calcaires. Les éléments fins qui les constituent sont partiellement argilisés par altération. Ils sont aussi, très souvent silicifiés, épidotisés et chloritisés par métamorphisme. Quelques-uns sont inaltérés. On trouve aussi des tufs calcaires, des agglomérats et des matériaux de projection grossiers.

---

(1) Dans l'Eocène supérieur, l'activité volcanique s'approche de St. Martin et de Anguilla et y établit les centres éruptifs, probablement à St Barthélémy (Brèches volcaniques qui correspondent, peut-être à des anciennes cheminées). Les dépôts ont constitué les "Basement Rocks" de Anguilla (Tufs calcaires andésitiques et dacitiques) et la formation "Pointe Blanche" de Saint-Martin.

La formation Pointe Blanche est recouverte en discordance angulaire par la Formation Low Lands.

Les tufs de la formation Pointe Blanche affleurent à Saint-Martin en deux larges bandes, de direction SW-NE, correspondant aux deux lignes principales du relief. Grosso modo les tufs et marno-calcaires correspondent aux sommets des montagnes et aux collines orientales. On les rencontre aussi dans la partie occidentale où ils servent de substratum aux calcaires des Terres Basses (Pointe du Bluff, Morne aux Cabris, les Mornes Rouges). Ils dominent en quelques points le cordon sableux au nord de Simson Baai (Colline Nettlé, Morne Rond). Christman suppose que les centres éruptifs correspondent aux zones d'intrusions qui ont dû se mettre en place dans les parties faibles.

Les marno-calcaires de Saint-Martin sont épais et bien stratifiés. Ils sont constitués d'une succession de lits, de quelques centimètres d'épaisseur et de dureté différentes, rappelant la texture d'un flysch. La roche est blanc-crème, en général recristallisée et dure. Les marno-calcaires sont souvent métamorphisés par des venues granodioritiques postérieures. Ils sont transformés en quartzites et prennent des couleurs vert-clair, brun-rose et brun sale. Au contact des roches intrusives, ils se chargent de grenats et d'épidotes, donnant par endroits, de petits amas lenticulaires de granatite ou d'épidote (Alain de Saint-Michel).

L'épaisseur de la formation Pointe Blanche n'est pas encore connue, mais d'après Christman, elle doit atteindre un minimum de 600 mètres sur les intrusions granodioritiques.

Christman a étudié des tufs de même genre à Anguilla. Il les a nommé de "Basement Rocks". Mollengraaff datait cette formation comme Crétacée supérieur en raison de sa ressemblance avec le "Blue Beach Conglomerate" de Saint-Thomas. Cependant, Christman (1953) nous a prouvé que d'après la faune recueillie (Coraux et Foraminifères) elle doit être éocène supérieur ou moyen.

### 2.1.1.2. Les intrusions oligocènes - (Complexe Volcanique)

L'Oligocène correspond pour les îles du Banc d'Anguilla à une période de grande agitation magmatique qui a débuté par l'intrusion des roches grenues, prolongées par des filons-couches d'andésite pénétrant le long des stratifications des roches préexistantes. Les intrusions ont été, au même temps, traversées par des brèches d'injection. Les roches antérieures ont été partiellement métamorphosées et transformées en quartzites, riches en épidote et grenat. L'activité magmatique se termine par l'intrusion des filons de roches volcaniques diverses (Andésite, Basalte), de quartz massif, de barytine et de calcite enfin (Alain de Saint-Michel).

Selon Christman, les centres d'éruption ont pu se concentrer à Saint-Martin, au début de l'Oligocène et y déposer des couches assez épaisses pour permettre la cristallisation des roches granodioritiques postérieures. Les magmas andésitiques et basaltiques s'injectent le long des grandes fractures. Ces intrusions ont eu lieu, probablement, jusqu'à l'Oligocène moyen et ont été suivies d'une période de calme assez longue pour permettre l'érosion partielle de ces roches (les alvéoles sont creusées dans les diorites) et la formation des éboulis anciens qui seront couverts, en partie, par les calcaires miocènes.

Les formations oligocènes constituent pour Christman, la moitié de la surface de l'île et aussi la totalité de son soubassement.

Les roches intrusives, basiques, neutres et surtout acides se rencontrent à Saint-Martin et à Saint-Barthélémy. Les roches intrusives ultrabasiques sont inconnues dans ces îles du Banc d'Anguilla et Christman l'explique par l'absence des formations crétacées à l'affleurement (Butterlin, La Guadeloupe).

#### Microdiorites et Diorites quartzifères :

Les roches intrusives les plus fréquentes sont des diorites ou des diorites quartzifères ou leurs correspondants microgenus. "Ces roches contiennent du quartz en grandes plages xénomorphes ou en cristaux automorphes parfois dihédraux. La proportion de quartz varie

d'un échantillon à l'autre. Les plagioclases sont toujours présents en gros cristaux, souvent zonés, contenant de nombreuses intrusions (quartz, verre, minerais, etc). Ils varient en composition de l'Oligoclase au Labrador. Les éléments noirs comprennent de l'hornblende verte et de l'augite principalement, avec un peu d'hypersthène. De nombreux minéraux secondaires d'altération apparaissent : l'épidote, biotite, chlorite, calcite, quartz, minéraux argileux et serpentineux ; etc... Les plagioclases sont souvent saussuritisés, les éléments noirs bastitisés.

La roche est blanche, gris bleu ou verdâtre suivant les cas et prend une patine noire. C'est une roche dure, à cassure franche et à toucher rugueux. Elle a une texture grenue à porphyritique. Le passage des roches grenues aux roches microgrenues puis microlitiques se fait de façon continue (Alain de Saint-Michel, Notice Explicative de la Carte Géologique).

Par endroits, ces roches peuvent présenter une composition granitique comme au Bowen Prince Kwartier, et à la colline à l'ouest de Grand'Case.

Les roches intrusives occupent à peu près la moitié de l'île. On les rencontre surtout dans les parties déprimées, dans les fonds des alvéoles comme : Cul de Sac, Beneden Princen Kwartier-Quartier d'Orléans, au sud et à l'est de Grand'Case.

Les intrusions dioritiques semblent avoir disloqué la formation sédimentaire ancienne, qui présente un très net métamorphisme de contact (5 à 10 mètres). Ce métamorphisme durcit la roche et lui donne une teinte verte ou verdâtre caractéristique. Elle forme, alors, des corniches dont les plus belles sont directement sur la diorite (J. TRICART, notes de terrain).

### Les Andésites

Les andésites se présentent en différents types de gisements. Elles peuvent constituer la superficie de la masse granodioritique ou être injectées en filons-couches le long des plans de stratification de la roche encaissante. Quand elles constituent la partie supérieure des

roches granodioritiques, elles correspondent à une cristallisation plus rapide de la roche au contact des parois froides des roches préexistantes. En conséquence, les limites sont assez imprécises. D'une façon générale on peut admettre une puissance d'une centaine de mètres, en moyenne pour les andésites. C'est la forme de la masse intrusive qui détermine cette épaisseur.

Les andésites sont des roches massives, de couleur gris foncé, bleutées ou verdâtres. Elles présentent une texture porphyrique, sont très dures et à toucher rugueux. Comme les diorites, elles s'altèrent en boules.

Quand on les rencontre injectées en filons-couches, elles apparaissent en alternance avec des bancs de quartzites, d'une épaisseur de quelques dizaines de centimètres environ. La couleur est claire et la cassure franche. Les diaclases et fissures sont fréquentes et elles se délitent en plaquettes.

Le volcanisme qui a accompagné les intrusions granodioritiques apparaît encore par d'autres types de gisements : quelques brèches d'injection andésitique forment des necks isolés, plus ou moins élevés en altitude. Les éléments constitutifs sont anguleux, avec des arêtes émoussées et atteignent 15 à 20 centimètres de diamètre. Peu résistantes, ces brèches subissent facilement l'altération et forment des cols dans les montagnes. Finalement, on rencontre des andésites en forme de dykes qui colmatent les fractures. Ces dykes s'altèrent très facilement et apparaissent peu dans la topographie.

### Les Basaltes -

Les basaltes se présentent en gisements lenticulaires (lave grenue, parfois bulleuse, noirâtre à changements brusques de faciès) et en dykes. Les gisements sont assez réduits dans l'île. Facilement altérables, ils forment une gouttière dans la topographie. On les rencontre à Saint-Martin à Fort Amsterdam, où ils forment la petite péninsule, à Kay Bay Hill, dans la dépression à l'ouest de l'étang aux Huîtres et en différents points de la côte Nord-ouest (Bell Point, Baie de Friar's, Marigot) en forme de dykes et au Mont Fortuné comme un neck vigoureux.

Les intrusions basaltiques sont postérieures à celles des granodioritiques sauf certaines comme celle de Fort Amsterdam, où les microdiorites quartzifères sont coupées par des dykes de basalte.

### Les Eboulis anciens

Ces formations sont constituées par de gros blocs anguleux de nature variée (quartzite, andésite, diorite, etc...) mal cimentés par des argiles d'altération. Parfois, elles présentent des stratifications (Baie Rouge).

### 2.1.1.3. Les Formations Miocènes

L'Oligocène supérieur correspond pour les îles du Banc d'Anguilla à une longue période de calme, durant laquelle l'érosion se fait aisément. Au Miocène inférieur, la mer transgressive dépose des calcaires sub-récifaux, discordants sur les formations antérieures. Cette sédimentation se fait en eau peu profonde.

A Saint-Martin et à Tintamarre se sont déposés des calcaires sub-récifaux de nature variable, de couleur blanc-crème à ocre. Ces calcaires sont mal stratifiés, souvent cristallins, parfois marneux et bréchoïdes. La roche est saccharoïde, tendre, et éclate sous le marteau. La puissance est d'environ 60 mètres.

Les calcaires alternent avec des couches de marnes brun-jaune, en bancs d'environ 1 m d'épaisseur et parfois avec des argiles à gypse (Tintamarre). Ces bancs de dureté différente marquent les stratifications dans la masse calcaire. Les calcaires miocènes forment des plateaux tabulaires, lapiazés par la dissolution karstique.

A Tintamarre, les calcaires sont durs, blancs ou crème clair, aussi à topographie karstique. Certains niveaux sont bréchoïdes et à l'allure récifale. On trouve également des shales calcaires ou tufacés à certains niveaux (Butterlin).

Les dépôts contiennent de nombreux fossiles, dont il ne reste, en général, que les moules internes et externes, comme les Polypiers, les Gastéropodes (turbo, strombus, etc), des Lamellibranches (huîtres) et des Foraminifères, qui indiquent des dépôts en eau peu profonde. A Tintamarre ils sont particulièrement riches en oursins.

Molengraaff (1931) a divisé le Miocène de Saint-Martin en deux séries : la formation Low Lands et les Calcaires de Simson Baai. La première se présente en couches horizontales et la deuxième avec un pendage d'environ 15°. Christman a uni les deux séries dans une seule formation : la Low Lands, car il a trouvé la même faune dans toutes les deux et la formation Low Lands peut aussi présenter des pendages à 15° ou même supérieurs.

La formation Low Lands repose en discordance angulaire sur la formation Pointe Blanche. Les calcaires de Tintamarre sont inclus par Christman dans la formation Low Lands.

A Saint-Martin, le Miocène occupe presque toute la péninsule des Terres Basses, dans la région occidentale ; il affleure encore sur le versant sud-ouest de la colline à l'Ouest de Kool Baai et constitue la presque totalité de l'île de Tintamarre. Christman date cette formation de l'Oligocène supérieur ou Miocène inférieur ; Alain de Saint-Michel la place au Miocène inférieur, à cause de sa ressemblance avec les calcaires miocènes de la Grande Terre de la Guadeloupe, de Maria Galante et de la Désirade, caractérisés par l'abondance des Amphitégines.

#### 2.1.1.4. Les formations Plio-Quaternaire et Récentes.

Les formations Plio-Quaternaires sont représentées par des récifs soulevés, par des grès calcaires stratifiés et par des éboulis à ciment calcaire rose ; les formations récentes sont des dépôts de versants et des sables de plage (1). Nous examinerons ces formations plus en détail dans la partie réservée à la géomorphologie.

#### 2.1.2. La Tectonique

Il faut distinguer trois phases successives de tectonique : la première n'a affecté que les formations du substratum et est directement liée à la phase intrusive, c'est-à-dire, à l'Oligocène ; la seconde a eu lieu à la fin du Miocène et affecte les dépôts calcaires ; la troisième enfin, correspond à des déformations de réajustement subis au cours du Quaternaire. Tous les auteurs qui ont étudié les îles du banc d'Anguilla ont situé la première phase tectonique à l'Oligocène. Rien ne permet de supposer des plissements dans les formations éocènes de ces îles. Ces formations sont déformées à cause des fractures, soulèvements et basculements subis pendant la mise en place des roches intrusives. Les pendages des dépôts éocènes sont doux et réguliers (15° à 30°), parfois même horizontaux. Les pentes aussi, d'une grande régularité. Localement on peut trouver des perturbations. Les fractures d'importance secondaire, avec ou sans remplissage de basalte ou d'andésites, sont fréquentes.

La direction des pendages est donnée par la forme de la masse intrusive, c'est-à-dire, du lacolite. Ces déformations ne sont visibles qu'aux abords immédiats de la masse intrusive, et notamment au contact des manifestations volcaniques qui ont accompagné leur mise en place. Ainsi, à Saint-Martin, les quartzites sont fortement redressés par les intrusions des brèches volcaniques à Sint Peter Hill, à Sentry Hill et à l'Oostenberg of Naked Boy.

---

(1) Dans des grottes de Saint-Martin et d'Anguilla on a trouvé des dépôts de phosphates, mais tellement localisés qu'ils ne présentent pas beaucoup d'intérêt pour la géologie. Ces dépôts peuvent être pléistocènes, pliocènes ou même post-pléistocènes et ils ont fait penser à quelques auteurs qu'il y avait une liaison terrestre entre les deux îles au moment où ces couches se sont déposées.

Les calcaires miocènes de la péninsule des Terres Basses et de l'île de Tintamarre présentent une tectonique particulière ; les couches ont subi un léger mouvement de gauchissement, ce qui donne des plateaux inclinés vers l'WSW, avec un pendage inférieur à 5°. Un pendage exceptionnel de 40° est rencontré dans les couches calcaires qui coiffent la colline située à l'Ouest de Kool Baai. Ces soulèvements sont, peut-être, dûs à des failles accompagnées de basculements qui n'apparaissent pas sur le terrain.

Dans les calcaires miocènes de la Grande Terre de la Guadeloupe, de la Désirade et de Marie-Galante, on trouve ces mêmes types de basculements, mais accompagnés de failles visibles. Ces déformations sont datées, approximativement, de la fin du Miocène ou même du Plio-Pléistocène (Lasserre).

Le Quaternaire a connu surtout une tectonique de réajustements eustatiques qui correspondent, successivement, à des dépôts de calcaires récifaux (les récifs soulevés) et de sables stratifiés, plus ou moins consolidés (grès calcaire stratifiés). Les premiers se trouvent à la cote constante de 2 mètres ; les deuxièmes surmontent les précédents et atteignent une altitude de 10-12 mètres (1).

On peut admettre, enfin, que les plaines de niveau de base, actuellement en cours de remblaiement, dans toutes les Petites Dépendances du Nord, attestent un enfoncement récent.

Le Géologue Alain de Saint-Michel résume l'histoire tectonique et stratigraphique des Petites Dépendances du Nord, dans ces termes : "Au cours de l'Eocène moyen ou supérieur, un géosynclinal s'installe au bord d'une chaîne volcanisée. Il s'y dépose des tufs fins et des marno-calcaires à l'emplacement de l'île actuelle de Saint-Martin, où le géosynclinal atteint une profondeur notable. La sédimentation grossièrement

---

(1) Le calcaire madréporique de Pointe Blanche Bay, avec une altitude de 5-6 mètres marque probablement un niveau marin Ouljian (J. Tricart, Notes de Terrain).

détritique de Saint-Barthélémy marque, par contre, la proximité d'un rivage qui souligne encore les dépôts de calcaires sub-récifaux et l'émer-sion partielle de l'île (épanchement rhyolitique des Grands-Fonds).

Au cours de l'Oligocène inférieur à moyen, dans les formations éocènes sont injectées des intrusions granodioritiques. Un magma de compo-sition dioritique puis granitique se met en place, accompagné d'un volca-nisme embryonnaire et suivi des phases filoniennes, certaines minéralisées. Les intrusions provoquent, par contact, le métamorphisme des dépôts éocè-nes, qui sont partiellement silicifiés à Saint-Barthélémy (tufs au nord du Vitet) et en grande partie transformés en quartzites à Saint-Martin. L'empreinte du métamorphisme est plus profonde dans cette dernière île, qui est au centre de la zone affectée par les intrusions, alors que Saint-Barthélémy est sur la zone périphérique, principalement volcanisée.

Une longue période d'érosion aérienne précède la transgression Miocène, qui s'installe sur une topographie accidentée. Une mer peu pro-fonde recouvre la péninsule des Terres Basses et une partie de la côte Sud, à Saint-Martin, ainsi que l'îlot de Tintamarre. L'émer-sion s'effec-tue à la faveur de mouvements de fractures et de basculements, qui jouent vraisemblablement à plusieurs reprises et notamment à une époque récente. Enfin, au cours du Quaternaire, des oscillations du niveau marin s'ins-crivent par des dépôts littoraux d'extension modeste, dont le basculement démontre l'existence de déformations très récentes".

## 2.2. Critères de Photo-interprétation appliqués à Saint-Martin : Relief, Drainage, Végétation, Grisé et Texture.

La géologie de Saint-Martin est étroitement liée à la morphologie de l'île ; chaque formation présente une évolution topographique plus ou moins caractéristique. Ainsi, les tufs et marno-calcaires éocènes réagissent différemment à l'érosion que les calcaires miocènes ou les roches du complexe volcanique. La superposition de la carte géologique et morphologique met admirablement en évidence ces rapports entre la lithologie et la morphologie.

Conséquence de cette similitude entre la topographie et la nature des roches, le critère relief a été utilisé comme base de la photo-interprétation lithologique, si bien que, lui seul ne suffisait pas pour donner toutes les informations nécessaires et il a fallu l'associer aux autres critères.

Comme on disposait d'une carte géologique au 1/50.000, le problème se limitait plutôt à préciser, avec exactitude, les limites de chaque unité lithologique.

Le critère drainage a été très peu utilisé, car le réseau hydrographique de Saint-Martin est de très faible densité et présente peu de rapports avec la structure, la lithologie et la tectonique. Le type dentritique prédomine et il est déterminé plutôt par la topographie. Ce réseau dentritique ne présente aucune variation particulière, qu'il coule sur les roches éocènes ou sur celles du volcanique. Le fait que les vallées soient plus profondes sur le volcanique n'a aucune signification lithologique spéciale étant donné que les roches éocènes, placées toujours aux sommets, ne peuvent présenter que les bassins de réception des rivières.

Seulement sur les glacis, le drainage prend des caractéristiques particulières. Sur ces formations l'écoulement est, parfois, sous-superficiel, c'est-à-dire que l'eau des rivières s'infiltré dans ces formations plus perméables pour ressurgir, en bas, au contact des formations plus fines et moins perméables. En effet, on peut marquer à peu

près la limite supérieure des glacis aux abords de la zone d'infiltration et la limite inférieure dans la zone de résurgence. (Photos 29, 46).

Comme nous avons vu lors de la présentation géologique de Saint-Martin, les formations éocènes affleurent en deux larges bandes, de direction SW-NE, correspondant aux lignes principales du relief. D'une manière générale, elles forment les sommets et les corniches. (Photos 7, 26, 44). Les roches volcaniques ne dépassent jamais l'altitude de 300 mètres. Si on examine la carte des pentes, on verra que, grosso modo, les formations éocènes présentent des valeurs, généralement supérieures à 30° et que les pentes sur les formations volcaniques, au contraire, se situent entre 10° et 30°, dépassant rarement cette dernière valeur. Les versants sont uniformes et le raccordement entre ceux formés dans les formations éocènes et ceux du volcanique est très peu accentué. Par contre, le contact entre les formations volcaniques et les glacis est toujours souligné par une légère concavité (Photos 13, 30, 42, 44). Les glacis passent aux plaines alluviales sans aucun rebord net (Photos 42, 44). Toutefois, dans le cas où les roches éocènes touchent directement les colluvions de bas de pente, le contact est assez visible et souligné par une rupture de pente (Photos 13, 54). Dans la péninsule des Terres Basses, l'éocène forme le soubassement et la roche affleure sur le bord oriental formant quelques collines. Les marno-calcaires présentent à cet endroit une très nette concavité de contact avec les éboulis de pente et avec les formations marines. La limite avec ces dernières est soulignée par une variation de la végétation (Photo 35).

Les roches éocènes, recristallisées et endurcies par le métamorphisme de contact, sont plus résistantes à l'altération que les roches volcaniques. Leurs formations de pente sont, conséquemment, plus minces et plus grossières et la végétation plus clairsemée. Même si la végétation ne présente pas une grande variation selon la lithologie, on peut quand même, observer l'existence de lambeaux dépourvus de couverture végétale sur les roches éocènes, là où la roche est inaltérée ou lorsque la couche superficielle d'altération est trop mince (Photos 7, 18, 26, 55).

Mis à part la végétation, on peut examiner aussi l'emplacement des champs de culture et son rapport avec la lithologie. Pour les mêmes raisons, ci-dessus citées, les sols sont plus minces sur les roches éocènes et les champs de culture montent rarement jusqu'à ces roches. On peut trouver des zones de friche mais difficilement des champs plus ou moins aménagés (photos 28, 42, 45), sauf dans les cas où l'éocène se trouve sur des collines de plus basse altitude (Photos 26,29).

Si la végétation n'est pas un critère qui nous apporte beaucoup de renseignements pour la différenciation entre les roches éocènes et volcaniques, par contre, pour les autres formations il est tout à fait variable. Les glacis, par exemple, représentent toujours des zones cultivées, en parcelles plus ou moins bien délimitées. Dans très peu de cas, les glacis sont laissés en friche. Dans ce cas-là, la végétation se présente assez dense et verdoyante (photo 29).

Les roches volcaniques présentent des versants assez réguliers et, comme nous l'avons déjà dit, le contact avec les formations éocènes est imprécis. Cette rupture de relief est observée seulement au contact avec les glacis. Quand la vallée est trop étroite pour permettre la formation d'un glacis, le volcanique passe directement aux colluvions de bas de pente et la limite est alors soulignée par une très nette concavité de raccordement et la végétation dans ces cas ne varie point (Photos 13, 16, 29). Le contact direct avec les alluvions de fond de vallée se fait par une rupture de pente presque en angle droit (Photos 13, 29).

La différenciation entre les colluvions de bas de pente et les talus d'éboulis est donnée par l'aspect topographique : les colluvions de bas de pente, formées dans un matériel moins grossier que celui des éboulis, continuent la ligne générale de la pente, pendant que les éboulis présentent une surface légèrement bosselée (Photos 42, 54).

Les calcaires miocènes sont plus facilement interprétés que toutes les autres roches. Ils forment toujours des plateaux tabulaires rongés par un karst dont les champs de lapiés donnent un aspect caractéristique à la photo. Ces plateaux se terminent généralement par des

talus en pente raide au pied desquels s'accumulent des éboulis. Les plateaux sont recouverts par une végétation basse laissant entrevoir les traits blancs des lapiés, comme des marques de griffes. Le grisé donné par la végétation est très noir ou gris foncé. Aucune exploitation agricole n'est visible (Photos 35, 49). Dans les Low Lands les calcaires miocènes sont moins lapiasés et la surface couverte d'une mince couche de sol marneux occupé par des cultures de subsistance, donnant à l'ensemble une texture écailleuse (Photo 49). Sur l'îlot calcaire de Tintamarre, une doline peut être repérée par son aspect topographique. Le matériel qui tapisse le fond montre une tonalité gris très clair quand, normalement les fonds des dolines apparaissent en gris foncé. Dans le cas de Tintamarre, il est possible que ce matériel soit couvert par une pellicule de sel (Photo 2).

Les formations côtières de Saint-Martin présentent, généralement une topographie plane. Leur rattachement aux versants se fait par une rupture de pente sauf dans les cas où les glacis plongent directement sous ces formations (Photos 30, 46).

Dans les formations marines, on peut distinguer trois unités ; les sables marins, les grès calcaires stratifiés et les récifs soulevés. Ces deux derniers se trouvent sur quelques points de la côte orientale et ils sont repérés par leur topographie. Tous les deux sont lapiasés en nids de poules et en formes hérissées, mais ces détails ne sont pas suffisamment grands pour apparaître sur les photographies. La végétation, le grisé et la texture sont à peu près les mêmes pour tous les deux, mais les grès calcaires stratifiés se placent à une altitude de 5 à 6 mètres alors que les récifs ne dépassent jamais 2 mètres. Les grès calcaires sont aussi repérés par la surface légèrement bosselée qui contraste avec celle plus ou moins plane des récifs (Photos 20,30).

Entre les formations sableuses, on peut distinguer deux types : les sables de plage et les accumulations sableuses aux bords des étangs.

Les premiers présentent une tonalité gris très clair ou même blanc et quand ils sont couverts de grès de plage, les crêtes sont bien visibles et soulignées par les lignes noires de la végétation qui s'installe dans les creux (Photos 20, 32, 36, 48). Les accumulations sableuses aux bords des étangs correspondent à un matériel riche en argiles et limons transportés des versants et décantés aux bords des lagunes. Ces formations sont couvertes d'une végétation de mangrove qui apparaît très noire sur les photographies et avec une texture touffue caractéristique. Les zones sableuses qui ne sont pas couvertes de végétation ont une tonalité gris clair ou gris foncé, mais jamais blanche. (Photos 24, 31, 33, 47, 48).

### 3. LES CONDITIONS MORPHOCLIMATIQUES

#### 3.1. Le climat :

Située entre les parallèles 18°30' et 19°50' Saint-Martin présente un climat tropical sec où l'insularité joue un rôle fort important ; l'île est placée dans la zone des alizés, donc très exposée aux vents qui viennent de l'Est.

Malheureusement, on ne dispose pas d'assez de données concernant le climat à Saint-Martin : les stations météorologiques de Marigot et de Phillipsbourg ne sont pas suffisamment équipées pour fournir les renseignements nécessaires. Toutefois la station météorologique de Gustavia, à Saint-Barthélémy transmet des observations précises et dignes de foi. Comme cette île présente, à peu près, les mêmes caractéristiques climato-  
logiques que Saint-Martin, on peut donc faire une transposition.

La tendance générale à croire que les Antilles jouissent d'un climat "paradisial" est fautive ; ce qui a fait écrire à Guy Lasserre dans sa thèse sur la Guadeloupe - "Le climat des îles" jouit d'une réputation surfaite. Si l'alizé y berce, en effet, les palmes, l'atmosphère est plus souvent moite et lourde que tiède et légère, le ciel plus fréquemment nuageux que serein. Le printemps perpétuel des Antilles est un mythe, comme le montre l'étude des éléments de ce climat<sup>1</sup>.

Cependant, le "climat des îles" est sain et agréable surtout à cause de la constante brise marine et des vents modérés venus de l'est et qui rafraîchissent l'air (1).

---

(1) Sauf dans les cas exceptionnels où se produisent des catastrophes par les ouragans, comme le 1/9/1950, le 2/1/1955 (Cyclone Alice), le 6/8/1955 (Cyclone Connie) et notamment le 4/9/1960 quand le cyclone Donna a dévasté les Dépendances du Nord.

Les températures ne sont jamais ni trop hautes ni trop basses ; la moyenne annuelle pour la période de 1920 à 1934 était de 26°5 C. La station météorologique de Gustavia, à Saint-Barthélémy, nous communique pour la période de 1952-1959 une moyenne annuelle de 26°9, ce qui veut dire 1°5 au-dessus de celle de Pointe-à-Pitre en Guadeloupe. Le moyenne la plus basse des températures est en janvier avec 24°9 C et la plus haute en août avec 28°C ; la moyenne des températures maximales est de 29°6, aussi bien à Saint-Barthélémy qu'à Pointe-à-Pitre. Par contre, la moyenne des températures minimales est moins déprimée : on a 23°7 à Gustavia contre 21°2 à Pointe-à-Pitre. La plus forte température dans l'Archipel a été enregistrée à Gustavia et atteint le chiffre de 34°2 (10/8/1951). L'amplitude journalière ne dépasse jamais plus de 10°C.

"C'est à des nuits moins fraîches, et non à des journées beaucoup plus chaudes, que Saint-Barthélémy doit une moyenne plus élevée que celle de Pointe-à-Pitre. La cause de cet excès de chaleur doit être cherchée dans l'insolation plus active, due à la nébulosité plus faible des Petites Dépendances" (Lasserre, la Guadeloupe).

D'après la pluviosité, on peut classer le climat de Saint-Martin en Climat Tropical Sec à saison humide mal marquée. Dans le système de MARSHAL, il se situe dans le "Dry Belt" (ceinture sèche), caractérisé par un total annuel de 900-1550 mm de pluie, soit 100 jours de pluie et à peu près 5 mois secs avec température moyenne annuelle de 25-26° C.

Dans la classification de KOPPEN, le climat se situe entre celui de la Savane (Aw) et celui de la Forêt de Mousson (Am), avec une pluviosité de 1000 à 1150 mm par an, mais qui peut varier de 800 à 1400.

Finalement, dans le système de MOHR, le climat de Saint-Martin serait placé dans une position intermédiaire entre "Climat à saison sèche bien marquée" et "Climat à saison sèche intense". Le premier correspond à 2,3 ou 4 mois secs (moins de 60 mm de pluie), de 1 à 6 mois moyens (60 à 100 mm) et 4 à 9 mois humides (plus de 100 mm) avec un total annuel de précipitations entre 1000 et 1400 mm. Le second cor-



TABLEAU N° 2 - Station de Phillipsbourg

:Nombre : :d'années :	Pluviosité moyenne mensuelle												:Moyenne :
:	:Janv :	:Fév :	:Mars :	:Avr :	:Mai :	:Juin :	:Juil :	:Août :	:Sept :	:Oct :	:Nov :	:Déc :	:annuelle :
52	60.9	48.2	40.6	60.9	96.5	88.9	81.2	109.2	144.7	142.2	149.8	81.2	916.5

Pluviosité moyenne mensuelle en mm pour la période de 1879 - 1933  
(D'après BRAAK - 1935)

TABLEAU N° 3 - Station de Phillipsbourg

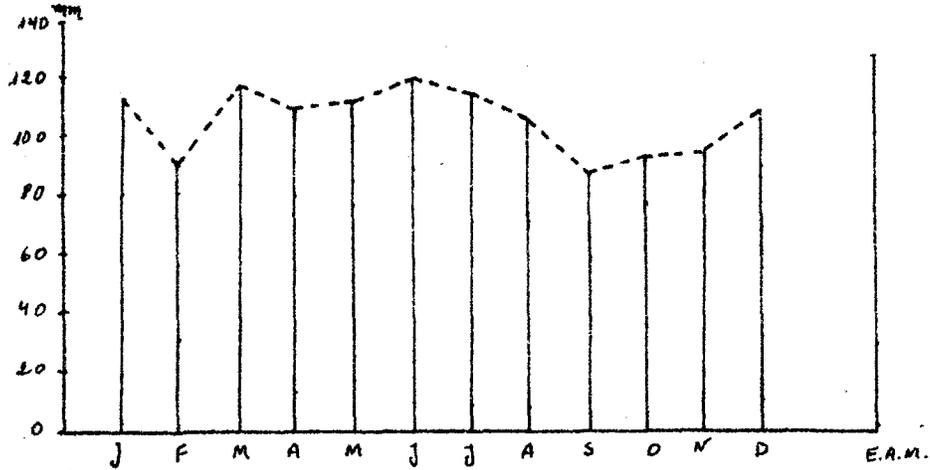
:Nombre : :d'années :	:Janv :	:Fév :	:Mars :	:Avr :	:Mai :	:Juin :	:Juil :	:Août :	:Sept :	:Oct :	:Nov :	:Déc :	:Moyenne : :annuelle :
11	66.0	35.5	40.6	68.5	104.1	106.6	96.5	119.3	116.8	137.1	193.0	81.2	971.0

Pluviosité moyenne mensuelle en mm pour la période de 1936 à 1947

Le Tableau n° 1 nous montre une période sèche de décembre à juillet (Période de Carême). Les mois de juillet à novembre dépassent la moyenne de 100 mm de pluie, mais si l'on compare ce tableau avec le tableau n° 4 (Evaporation Mensuelle à Gustavia) on peut considérer que seuls les mois de septembre à octobre peuvent être considérés comme mois humides. Le manque des moyennes mensuelles de température ne nous permet pas de faire le calcul des mois humides en utilisant la formule de Gausson (indice de 4 t pour la zone intertropicale). Toutefois, si l'on considère la moyenne annuelle comme moyenne mensuelle, vue que la variation de la température suivant les mois est très petite, on aura comme résultat 4 mois humides, soit la période août à novembre, si bien que la pluviosité n'est jamais régulière.

Tableau n° 4

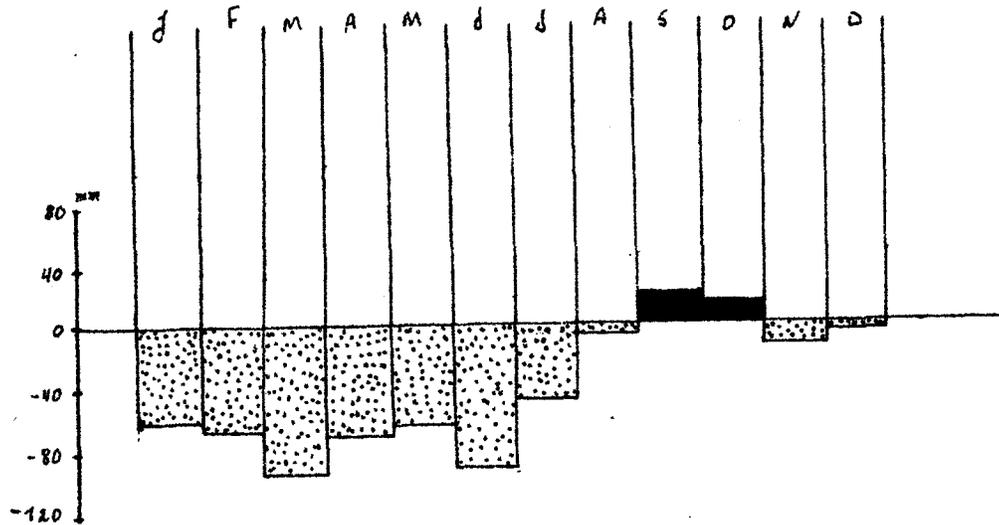
Station de Gustavia (Saint-Barthélemy)



L'Evaporation mensuelle moyenne - Période de 1951 - 1955

A droite, évaporation annuelle moyenne pour la même période

Tableau n° 5



Station de Gustavia - Différences entre la tranche d'eau

mensuelle moyenne et l'évaporation mensuelle moyenne (1951-1955)

(d'après G. Lasserre)

D'après les données présentées dans les différents tableaux, on pourrait classer Saint-Martin plutôt dans le système MOHR, soit "climat à saison sèche marquée".

A Saint-Martin, seules les zones de plus fort relief dépassent la moyenne annuelle de 1 m ; les côtes Est et Nord où prédominent les collines calcaires de basse altitude se situent au-dessous de cette moyenne. Il est connu que les précipitations sont plus intenses sur les versants qui font face à l'ouest que sur ceux qui font face à l'Est. D'ailleurs, à Saint-Martin, ces derniers sont toujours moins cultivés que les premiers. Il faut, cependant, signaler que la pluviosité varie d'un endroit à l'autre (dans l'échelle des Petites Antilles), suivant l'exposition aux vents et l'altitude du point considéré. La pluviosité dans les Petites Dépendances est plus faible qu'à la Guadeloupe, car le relief ne fait guère obstacle aux nuages. Les sommets plus hauts ne dépassent pas 424 mètres (Montagne de France à Saint-Martin), mais il y a quand même l'effet d'une terre émergée, avec une hétérogénéité thermique par rapport à l'océan voisin, créant des mouvements de masses d'air qui lui assurent un minimum de précipitations.

Ce climat chaud à saison sèche intense est responsable de l'évolution actuelle du modelé qui est caractérisé, principalement par l'action du ruissellement. Pendant la longue période de sécheresse, les roches, pratiquement mises à nu par une végétation trop dégradée, subissent une forte insolation qui provoque la fragmentation du matériel qui est ensuite déplacé, par action du ruissellement.

Le régime de pluies de Saint-Martin est caractérisé par des averses violentes et de courte durée, aussi bien en été qu'en hiver. Des pluies de 30 à 40 mm en 24 heures sont couramment enregistrées pendant le semestre sec. Le manque de données plus précises sur la pluviométrie de l'île de Saint Martin nous oblige à emprunter celles des îles voisines :

Hauteur des pluies enregistrées en 24 heures pendant la période de "Carême" (1951-1955)

Désirade	février 1951	47,8 mm
	mars 1951	48,4 mm
	juin 1952	32,0 mm
	avril 1953	40,5 mm
	juin 1953	45,5 mm
	avril 1955	36,1 mm
	juin 1955	41,2 mm
St-Barthélémy	janvier 1952	32,4 mm
	février 1954	42,5 mm
	juin 1954	30,2 mm
	avril 1955	34,8 mm
	mai 1955	38,4 mm

Pendant la période de "carême", les îles sont menacées par des cyclones qui peuvent provoquer des pluies torrentielles dépassant parfois, 200 mm dans une seule journée (St-Barthélémy en 1/9/1950).

La violence des précipitations a comme conséquence un intense ruissellement qui ravine les versants, décape le matériel superficiel et prive le sol d'une importante tranche d'eau d'infiltration ; les boules de diorite sont déchaussées, un manteau de pierraille s'étale sur les versants, le matériel plus fin s'accumule dans les bas de pente et dans les fonds de vallées, remblayant peu à peu les étangs. (1)

Les divers types de roches existant à Saint-Martin réagissent selon leur nature lithologique, à l'action du climat. Lorsqu'ils ont été silicifiés et recristallisés, lors de la mise en place des formations volcaniques, les tufs, grès et marno-calcaires de la formation Pointe Blanche jouent le rôle de roche dure par rapport aux autres formations. Ils forment les axes montagneux de l'île, aussi bien que les corniches qui dominent les vallées principales, comme celle de Cul de Sac, par exemple (Photo 44).

---

(1) Il est curieux d'analyser les isobaths de la plateforme continentale de Saint-Martin. La ligne de 10 mètres de profondeur est assez écartée de la côte.

Les roches éocènes libèrent surtout de la pierraille ou de gros blocs, tombés des corniches. Les marno-calcaires subissent une forte corrosion et se désagrègent, libérant des argiles marneuses. (Photo JT 372/11 cn).

Les roches intrusives, moins résistantes à l'érosion que les roches éocènes, s'altèrent facilement, libérant des sables et de la pierraille. Les diorites et andésites se comportent comme un granite dans un climat tropical et se décomposent intensément, formant les vallées et alvéoles.

Les calcaires du Miocène ont surtout une évolution karstique, caractérisée principalement par les champs de lapiés. Le climat sec de l'île ne permet pas un karst souterrain très développé.

Le principal problème morphogénétique qui se pose, à Saint-Martin, est celui de la formation des "fonds" dans les diorites et andésites. Etant donné leurs dimensions (Belle Plaine et Cul de Sac ont plus de 1 km de largeur), on ne peut pas penser que les systèmes d'érosion actuels puissent être capables de creuser des bassins d'une telle ampleur. Il nous paraît que seule l'hypothèse d'un climat chaud et humide puisse expliquer la forte altération des roches volcaniques et la conséquente inversion du relief. En effet, sous un climat de ce type, les roches intrusives, riches en plagioclases et chlorite, subissaient une intense altération allitique, alors que les tufs recristallisés et silicifiés résistaient beaucoup mieux à l'altération chimique. Ce climat humide est mis en évidence par l'existence de paléosols (Coupes de Madame et Fort Hill, photos JT 372/21 et 372/23), et par l'altération de la diorite en boules, qui ne peut se faire que dans un climat humide avec forte circulation d'eau souterraine.

Il est ainsi évident que Saint-Martin a connu toute une succession de climats qui ont laissé des marques sur le modelé. Si les "fonds" ont été formés sous un climat humide, il a fallu, aussi, un climat assez sec pour retoucher les versants et les glacis.

### 3.2. La végétation

Conséquence d'un climat à faible pluviosité, la végétation de Saint-Martin est loin d'être considérée comme luxuriante. La couverture végétale de l'île est formée surtout de cactus, quelques pâturages, quelques taillis d'arbustes ligneux et épineux et une forêt semi-décidue, située sur les parties plus hautes ou dans les vallées.

Presque toute l'île, y compris les sommets, a été défrichée pour la culture de subsistance, pendant ces cinq siècles d'exploitation. La végétation initiale a disparu en partie à cause de l'ouverture de nouvelles parcelles cultivables, mais aussi de leur utilisation pour la fabrication de charbon de bois. La forêt secondaire qui la remplace est constituée, surtout, d'arbustes ligneux et de cactus.

Le gaïllac existait en abondance au début de la colonisation, mais aujourd'hui il ne reste que quelques bosquets isolés. Dans la péninsule des Terres Basses, on rencontre encore quelques spécimens de cet arbre qui atteignent 15 mètres de haut.

La xérophilie est le caractère majeur de la végétation de Saint-Martin : on retrouve partout des halliers à raquette, surtout sur les zones battues par le vent. Dans les Low Lands et dans les Terres Basses, la xérophilie atteint le maximum, car on y rencontre la plus basse pluviosité de l'île et le calcaire trop lapiazé ne permet pas une très dense couverture végétale (Photos 35, 48, 49)

Les zones côtières présentent ces mêmes caractères de xérophilie ; les plages et falaises constituées sur le grès calcaire sont occupées par des cactées diverses, avec prédominance des "têtes-à-l'anglais" (Photos JT 372/13 et 372/15).

Dans les zones partiellement inondées qui bordent les étangs, on rencontre deux types prédominants de végétation : la mangrove et le manchionel, facilement identifiables sur les photographies aériennes par une tonalité noir au gris foncé et une texture touffue caractéristiques (Photos 21, 47, 49).

Les cocotiers apparaissent sur quelques cordons sablonneux (Photos 24, 31).

Une forêt plus dense est rencontrée sur les sommets et versants en forte pente et dans les vallées. Ces dernières peuvent être aussi occupées par des forêts-galeries à mancenilliers et mapous (Photos 13, 16, 18, 29, 43, 44). Cette forêt peut se développer aussi bien sur le volcanique que sur les marno-calcaires et tufs. Sur le volcanique, elle est toujours assez uniforme, car les formations superficielles sont bien développées. Sur les roches éocènes, elle dépend de l'épaisseur de la couche d'altération. Si cette couche est trop mince la couverture végétale se présente discontinue, clairsemée, laissant entrevoir quelques stries ou taches blanches correspondant aux zones dépourvues de végétation. Les zones de roche en place, sont, par conséquent, mises en évidence par cette discontinuité de la végétation (Photos 8,27,44,56).

### 3.3. Les sols

Malgré sa pauvreté agricole, Saint-Martin représente l'île la plus cultivée des Petites Antilles françaises. Cela ne signifie pas que ces sols soient plus fertiles, mais, plutôt, qu'elle a une plus grande superficie de terres cultivables.

Exploités depuis cinq siècles, sous des conditions assez rudimentaires, les sols de Saint-Martin se sont vite épuisés ; sauf dans des zones très limitées, on peut attendre encore de bonnes récoltes. C'est dans le fond des alvéoles et des vallées qu'on rencontre les sols les plus riches et qui se prêtent le mieux à l'agriculture. Sur les mornes défrichés pendant la période de la canne à sucre, les sols sont devenus trop minces et trop sujets à l'érosion.

Relativement bien habitée (115 hab. par km<sup>2</sup>) (1), Saint-Martin ne présente pas les conditions nécessaires pour une exploitation plus rationnelle des terres. Les propriétés sont trop petites pour que les paysans puissent se permettre une jachère de plus de deux ans.

---

(1) D'après Larousse 1971

L'île est caractérisée par une agriculture sur brûlis ; quand le sol est trop épuisé et ne s'adapte plus à la culture, les paysans ouvrent des nouvelles parcelles dans les halliers qui recouvrent les collines.

En 1951, J.S. Veenebos a fait une étude sur les sols de Saint-Martin et une carte des sols, à l'échelle de 1/25.000 a été dressée, mais qui couvre uniquement la partie hollandaise de l'île. D'après cette étude pédologique, on peut constater que les sols développés sur les formations éocènes représentent les sols les plus pauvres de l'île. Ils varient du type rocailleux au type argilo-marneux pierreux et sont en grande partie des sols résiduels, dérivés des tufs et des marno-calcaires. Ces sols se sont développés sous des conditions climatiques sub-humides, comme le montre la composition et dureté du matériel parental. Ils apparaissent sur des pentes très fortes (plus de 30°) et dépassent rarement 15 cm de profondeur. Ces sols sont légèrement acides, de couleur châtain et très riches en fragments de roches qui forment des concrétionnements. Ils sont couverts, généralement, par une forêt arbustive.

Les formations volcaniques, beaucoup plus altérées que celles du sédimentaire ancien, ont des sols plus variés et plus complexes. Même si on peut rencontrer le type argilo-marneux pierreux là où les formations de pente sont trop minces, au pied des versants et sur des pentes inférieures à 20°, les sols sont plus évolués et plus épais. On rencontre rarement le type rocailleux, sauf sur quelques îlots de roche en place qui émergent des glaciis (Beneden Prince, Photo 42). Ce sont les sols de type argilo-marneux, marno-argileux et sablo-marneux qui prédominent. Les sols du type sablo-marneux apparaissent surtout dans la zone de Belle Plaine. Les sols formés sur le volcanique peuvent avoir plus de 1 m de profondeur.

Sur les calcaires miocènes, on rencontre des sols marneux dérivés de la formation sédimentaire ancienne et des sols argileux pierreux. Le plateau des Terres Basses est occupé par un sol argileux pierreux de couleur gris foncé ou marron rougeâtre. Sa profondeur peut atteindre jusqu'à 30 cm. La matrice argileuse est riche en cailloux

calcaires, parfois rouges en surface. Ce sol est très perméable et le drainage interne est très rapide. Dans les Low Lands, ce même type de sol apparaît mais sur des pentes plus fortes, supérieures à 35°. Le sol est alors très cailloutueux, contenant même de gros blocs de calcaire. Toujours dans les Low Lands, sur les pentes plus faibles, on peut rencontrer un sol marneux très mince, alternant avec des poches de sol argileux rougeâtre de quelques 15 cm de profondeur.

Les formations marines présentent des sols sableux riches en fragments de corail. Ils ont une profondeur d'à peu près 90 cm et une couleur grise due à la matière organique éparpillée dans la masse. Ces sols sont bien drainés et peuvent être cultivés dans les zones plus humiques. Les cocotiers y poussent, mais la production y est assez modérée. Ces sols sableux présentent quelques variations : à Guana Bay, le sol sableux est très riche en humus et couvert d'une alfafa sauvage qui résiste même aux périodes de plus grande sécheresse. Dans les Low Lands, au Mulet Pond Bay, la surface du sol sableux est presque au même niveau que la nappe phréatique et le sol est très salé. (Photo 49). Finalement, sur les bords intérieurs des cordons sableux et directement en contact avec les "marigots", un sol argilo-marneux-sableux se forme. Ce sol est entièrement recouvert de mangrove et n'a aucune valeur pour l'agriculture. (Photos 24, 31, 33, 47, 48).

CLASSIFICATION DES SOLS DE SAINT-MARTIN (D'après J.S. Veenebos)

GROUPE	SUB-GROUPE	T Y P E		
		SERIE	CLASSE TEXTURALE	PHASE
Sols des terres hautes	Sols de profondeur moyenne des terres hautes	Jacana	Marneux	
		Jacana	Argileux	Phase de colline
		Kool Baai	Argilo-Marneux	
		Kool Baai	Argilo-Marneux	Phase de versant
		Vieques	Sablo-Marneux	
		Vieques	Sablo-Marneux	Phase ondulée
		Vieques	Sablo-Marneux	Phase de drainage imparfaite
		Vieques	Sablo-Marneux	Phase colluviale
	Sols minces des terres hautes	Descalabrado	Argilo-Marneux caillouteux	
		Descalabrado	Argilo-Marneux	Phase ondulée
		Descalabrado	Argilo-Marneux caillouteux	Phase plate
		Vieques	Sablo-Marneux	Phase à forte pente
		Kool Baai	Argilo-Marneux	Phase à forte pente
		Ensenada	Marneux	Phase peu profonde
		Aguilita	Argileux-caillouteux	Phase peu profonde
		Aguilita	Argileux très caillouteux	
		Sion	Marneux	
Sols rocailleux	Sols rocailleux			
	Cul-de-Sac	Argilo-Marneux		
	Cul-de-Sac	Argilo-Marneux	Phase de versant	
	Cul-de-Sac	Argilo-Marneux	Phase mal drainée	
	Kool Baai	Argilo-Marneux	Phase de cône alluvial	
	Kool Baai	Argilo-Marneux	Phase peu profonde de cône alluvial	
Sols des basses terres côtières	Sols bien drainés	Vieques	Sablo-Argilo-Marneux	
		Jaucas	Sableux	
		Guana Bay	Sableux	
	Sols mal drainés	Simson Baai	Marneux	
		Simson Baai	Marneux	Phase caillouteuse
		Serrano	Sablo-Argilo-Marneux	
		Jaucas	Sableux	Phase salé

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS

Type de sol	n. échantill.	profond. en cms	pH H <sub>2</sub> O	% M.O	% CaCO <sub>3</sub>	total % N	C/N
Descalabrado argilo-marneux pierreux	1 a	0 - 15,2	6.6	3.1	-	0.151	11.3
Descalabrado argilo-marneux phase ondulée	7 a	0 - 15,2	6.9	2.3	-	0.122	10.3
" "	22	0 - 20,3	6.7	3.5	0.02	0.196	9.8
" "	55	0 - 10,1	6.7	8.9	0.04	0.443	11.0
" "	32 a	0 - 35,5	6.6	2.7	0.02	0.148	10.0
Marnes Jacana	15 a	0 - 20,3	6.7	4.3	0.03	0.219	10.8
Argiles Jacana, phase ondulée	52 a	0 - 20,3	6.8	5.0	0.05	0.251	11.0
Vieques sablo-marneux phase colluviale	36	0 - 25,4	6.5	1.7	0.01	0.092	10.0
" "	39 a	0 - 40,2	6.2	2.3	-	0.121	10.4
" "	42	0 - 20,3	6.7	3.7	0.04	0.208	9.8
phase de drainage imparf.	41 a	0 - 20,3	6.3	4.0	-	0.221	10.0
Cul-de-Sac argilo-marneux	18 a	0 - 35,5	6.5	2.8	0.02	0.175	8.8
"	46 a	0 - 20,3	6.4	3.1	-	0.189	9.1
"	71 a	0 - 12,7	6.5	4.0	0.03	0.212	10.4
"	21	0 - 40,2	6.8	2.4	0.03	0.158	8.4
phase de pente forte	10 a	0 - 15,2	6.9	3.1	0.06	0.184	9.2
phase mal drainée	26 a	0 - 31,2	8.0	2.8	4.13	0.164	9.4
Kool Baai argilo-marneux	2 a	0 - 10,1	6.7	4.5	-	0.183	13.5
phase ondulée	12 a	0 - 25,4	7.7	6.5	2.78	0.289	12.4
phase de cône alluvial	58 a	0 - 10,1	6.5	8.1	0.05	0.380	11.7
" " "	60	0 - 31,2	7.1	3.8	0.02	0.172	12.2
phase de cône alluvial peu profonde	59	0 - 15,2	6.5	4.0	0.01	0.188	11.7
Marnes de Simson Baai	66 a	0 - 20,3	7.3	1.8	0.02	0.100	9.9
Aguilita argilo-pierreux							
phase peu profonde	81	0 - 20,3	7.4	14.6	20.55	1.415	5.7
Marnes Sion	86	0 - 35,5	7.8	7.2	69.40	0.431	9.2
Ensenada sablo-marneux							
phase peu profonde	82	0 - 40,2	7.2	3.7	0.08	0.167	12.2

## PARTIE II

### LA MORPHOLOGIE

#### 4. LES FORMES DE VERSANTS

Les versants de Saint-Martin sont très réguliers, généralement convexes et peu différenciés entre le sédimentaire ancien et le volcanique. Le relief, caractérisé principalement par des dorsales séparées par de larges dépressions en forme d'alvéoles, facilite le développement des versants. Le passage entre les versants formés sur le sédimentaire ancien et ceux formés sur le volcanique est assez imprécis ; une concavité de raccordement est observée au contact des versants volcaniques et les glacis ou entre les versants du sédimentaire ancien et les colluvions de bas de pente. Quand le sédimentaire ancien touche directement les colluvions de fond de vallée le contact se fait par une brusque rupture de pente, presque en angle droit. Il est très rare que les versants du sédimentaire ancien passent à des glacis.

Le sédimentaire ancien forme des versants en pente généralement supérieure à 30°, couverts de colluvions peu épaisses qui alternent avec des plages de roche non décomposée. Recristallisées et silicifiées lors de la mise en place des formations volcaniques oligocènes, les formations éocènes jouent le rôle de roche dure par rapport aux autres formations de Saint-Martin. Toutes les corniches sont formées sur les roches éocènes. Des pentes inférieures à 30° sont rarement rencontrées, sauf lorsque l'éocène forme des replats aux sommets des collines.

Les formations de pente sur les roches éocènes ont une épaisseur de 15 à 30 cm et une couleur brun-grisâtre. Elles correspondent à un horizon de décomposition de la roche et se composent d'une masse argilo-marneuse, mélangée à des cailloux de calcaire. Cet horizon passe graduellement à la roche en place, semi-décomposée, de couleur jaunâtre ou bleuâtre et aussi riche en cailloux calcaires dans sa partie supérieure. Aux pieds des collines marno-calcaires les colluvions deviennent plus épaisses

(plus de 40 cm), les pentes moins fortes (10 à 20°), la pierraille moins abondante.

Dans des endroits très localisés les formations de pente éocènes peuvent atteindre plus de 1 m d'épaisseur, comme à Kool Baai Berg.

Une végétation pauvre recouvre ces versants. L'imperméabilité du sol ne favorise que le développement des cactus et d'arbustes ligneux. Sur les parties plus élevées, aux sommets des collines et sur les pentes moins fortes, une forêt arbustive peut s'installer.

Les vallées incisent mal ces formations mais le ruissellement concentré y installe fréquemment des ravins. Aux pieds des collines calcaires, la perméabilité plus élevée permet une humidification temporaire et l'utilisation de ces versants comme pâturage.

Sur le volcanique les formations de pente sont plus épaisses que sur les roches du sédimentaire ancien, d'une part à cause de la nature lithologique de la roche et d'autre part par la position topographique qu'elle occupe. Le volcanique placé au-dessous des roches éocènes reçoit une grande partie des débris de celles-ci, par action du ruissellement. Les versants trop raides du sédimentaire ancien facilitent le transport des débris qui s'entassent sur les versants du volcanique, de pente toujours plus faible, variant de 10 ° à 30 °, mais dépassant rarement 35°.

Les formations de pente sur le volcanique sont assez hétérogènes et d'épaisseur variable, parfois supérieure à 2 mètres (coupe de Madame). Ces formations de pente correspondent principalement à une matrice argileuse emballant des blocs et des cailloux de diorite, de grès et de calcaire. Les formations de versant s'épaississent vers le bas et passent graduellement à des colluvions de bas de pente, de plusieurs mètres d'épaisseur. Dans les colluvions de bas de pente on peut rencontrer toute une série de couches superposées qui attestent la succession des climats que l'île a connue.

Les versants de Fort Hill et de Madame montrent l'évolution suivante :

a) Une phase à formation de sols ferrugineux tropicaux, avec encroûtement ferrugineux sur les lits siliceux du sédimentaire ancien, formant corniches et blocs éboulés. Formation de gravillons ferrugineux à partir de la précipitation du fer sur les graviers siliceux. Tout ce matériel est remanié dans les formations de pente.

b) Une phase à action mécanique plus intense et migration des débris déchaussant les boules de diorite et mettant en place les formations de pente plus anciennes. Par endroits, un reste de sol argileux de la période humide est fossilisé par la formation de pente qui les laboure. Les débris sont emballés dans des sols remaniés. Cette phase témoigne d'un climat sec à saison de pluies concentrées et de fort ruissellement.

c) Une seconde phase humide à chimisme important, donnant une pédogénèse sur les versants (pourriture des débris de diorite de la coupe de Madame ; formation d'un sol ferrugineux marbré, tacheté à Fort Hill).

d) Deuxième phase à mobilisation des débris grossiers sur les versants ; seconde nappe de pierraille, ravinant le paléosol (c).

e) Phase actuelle de pédogénèse médiocre, donnant des sols ferrugineux, peu évolués à cause de la sécheresse du climat. A la fin de la période de pédogénèse entre (c) et (d), le passage à la sécheresse se traduit, à Fort Hill, par une légère calcification de l'horizon B du paléosol, le long des tubulures radiculaires. Cette migration est postérieure à celle du fer et de l'argile, qui exigeaient un milieu plus acide, plus humide et avec matière organique plus abondante (J. Tricart, Notes de terrain).

#### 4.1. Ruissellement et ravinements actuels

Nous avons déjà vu que le ruissellement est la forme d'érosion la plus active à Saint-Martin. En effet, lors des averses trop violentes l'écoulement superficiel est très intense sur les versants, il y incise de profonds ravins, emporte le sol, déchausse les blocs de la roche fragmentée, les entraînant le long des versants et formant, parfois, des amas chaotiques.

La pauvreté de la couverture végétale, les mauvaises techniques d'exploitation agricole et le défrichement intense que l'île a subi sont des facteurs qui intensifient l'action du ruissellement et favorisent la formation des ravins. Quelques terrassettes construites par les paysans ne sont pas suffisantes pour arrêter l'action érosive du ruissellement, bien qu'il soit moins fort sur les versants aménagés.

Le ruissellement est plus remarquable sur les versants dépourvus de végétation et en pente supérieure à 20°. Sur les glacis il est plus faible par suite de la plus grande perméabilité de la formation.

L'action du ruissellement s'observe très bien sur les photos aériennes : les formations sont sillonnées, griffées, les plages de sol décapé apparaissent dans une tonalité très blanche. Il est possible que la forme des ravins s'adapte à la lithologie ; le profil du ravin, la profondeur, la largeur, sont déterminés par le type de roche où il s'installe (voir Lueder, Aerial Photograph International). A Saint-Martin les ravins sont à peu près identiques sur toutes les formations. Sur les glacis, les ravins sont moins profonds, la forme en V moins nette. Les ravineaux creusés par le ruissellement concentré peuvent être assez profonds et évolués pour qu'on puisse les repérer sur les cartes topographiques ; les courbes de niveaux présentent de légers creux vers l'amont, correspondant au fond des ravineaux.

Le ruissellement diffus est caractérisé, surtout, par un décapage du sol, formant des taches blanches dans les endroits où le sol a été emporté (Photos 15 - Mont O'Reilly, 16 - flanc nord de la Montagne

de France, 30 - Saint James). Sur les versants en pente trop forte pour être aménagés et, surtout, dans les zones de défrichement récent le ruissellement diffus peut provoquer un décapage généralisé, associé à des ravineaux et couvrant une grande partie du versant (Photos 17 - Montagne de France, 7 - Est du Red Bock, 26 - Sud du Pic du Paradis et versant nord du Flagstaff).

Le ruissellement concentré se remarque grâce à l'existence des ravineaux creusant la surface du sol. Ils peuvent être repérés par leur forme topographique. Les ravineaux sont, généralement, assez longs, arrivant jusqu'au bas du versant. La forme arborescente est souvent rencontrée et la concentration des différentes ramifications provoque un approfondissement du canal principal (Photos 15 - Mont O'Reilly, 7 - Red Bock, 8 - Pigeon Hill). Dans certains cas le ruissellement trop violent s'associe à des arrachements des berges du ravin, qui s'élargissent et peuvent évoluer en bad-lands (Photo 17 - Hope Hill).

L'action du ruissellement est plus remarquable au Nord de Saint-Martin, sur des versants pas encore aménagés et de défrichement récent.

Les ravins de Saint-Martin ne sont fonctionnels que lors des grandes averses ; quelques uns sont même colonisés par la végétation. Sur les glacis qui s'étalent sur la Belle Plaine (Photo 26), les ravins fonctionnent encore et une incision récente a sectionné le glacis au Nord du lieu-dit Bethléhem. Ces ravins, même épisodiques, sont encore suffisamment actifs pour disséquer les glacis en basse terrasse et donner une esquisse de différenciation, dans la vallée, entre t<sub>1</sub> et t<sub>2</sub>.

## 5. LE KARST

Les calcaires miocènes de la péninsule des Terres Basses et de l'flot de Tintamarre sont rongés par un Karst de climat tropical semi-aride. Conséquence d'un régime de pluies saisonnières marqué, les averses se concentrant en trois ou quatre mois, la dissolution karstique est imparfaite et la superficie de la masse calcaire subit un encroûtement.

Au sommet du Plateau des Terres Basses et sur les Low Lands l'évolution karstique est caractérisée, surtout, par les champs de lapiès. La position légèrement inclinée des couches facilite l'écoulement superficiel et l'eau ne peut pas stagner, ce qui empêche la formation de dolines plus évoluées. On observe sur le plateau la formation de petites cuvettes de dissolution, tapissées d'argile rougeâtre de décalcification. Par contre, à l'flot de Tintamarre, de surface plus horizontale, les dolines sont plus évoluées et forment un ouvala de 500 mètres de grande axe (Photo 2).

Si le karst superficiel est riche, le karst profond est très peu développé. Quelques petites grottes de dissolution ont été comblées de guano.

Sur les grès calcaires stratifiés, et sur les récifs, un karst est aussi observé. La roche est rongée en trous de gryère qui s'élargissent à proximité de la mer, à cause de la dissolution plus intense provoquée par l'eau salée, formant un lapiès caractérisé par les nids de poule et par des crêtes minces et coupantes (Photos JT 372/19 et 372/17).

Sur les calcaires miocènes les formations de versants sont très peu développées, car ces roches forment surtout des plateaux tabulaires qui se terminent par des corniches. Au pied de ces corniches on rencontre, parfois, des éboulis de pente formés par des blocs grossiers de calcaire.

Les calcaires miocènes sont colonisés par une végétation assez pauvre qui s'installe sur les interstices des lapiès. Dans les poches remplies d'argile de décalcification le sol permet l'exploitation agricole.

Les formes karstiques superficielles sont facilement repérées sur les photos aériennes (Photos 2, 35, 49).

## 6. LES FORMES LITTORALES

Conséquence d'une évolution géologique et morphologique complexe, Saint-Martin présente un littoral d'aspects variés, où les formes sont étroitement liées au relief de la zone côtière. Deux unités se détachent, essentiellement : une côte rocheuse et une basse côte sablonneuse qui forme des plages étroites ou de longs cordons sableux barrant des lagunes.

On peut distinguer plusieurs générations d'accumulations littorales, allant du Dunkerquien pour les cordons sableux au Oulgien pour les terrasses marines formées sur le grès calcaire stratifié.

### 6.1. Les cordons sableux

Les plages et cordons sableux de Saint-Martin sont formés par des sables coquilliers jaune-ocre. Quelques éléments de roches et de minéraux éruptifs se mêlent aux débris roulés de tests d'organismes marins divers. Parfois les grains sont cimentés entre eux par de la calcite.

Sur les débouchés de petites vallées ou sur les zones où les formations de pente plongent directement dans la mer, une mince couverture de sable se dépose, donnant des plages étroites, en forme de demi-lune. Ces plages sont généralement limitées des deux côtés par des falaises, comme Blanche Bay, Guana Bay, Kay Bay et Baie des Petites Cayes, par exemple (Photos 59, 40, 55, 7, respectivement).

Devant les débouchés des grandes vallées et des plaines alluviales apparaissent les cordons sableux. En effet, toutes les plaines et vallées plus larges se terminent par des lagunes barrées par ces cordons sableux. Les lagunes correspondent à des golfes formés pendant la transgression flandrienne et isolées de la mer par la construction de ces cordons, au cours du Dunkerquien. (Voir Groote Zoutpan, photo 57,

Simson Baai, photo 47 ; Baie Nettleé, photo 32 ; Grand'Case, photo 15 et photo JT 372/35 ; Baie de l'Embouchure, photo 24).

Presque tous les cordons sont armés de grès de plage, ce qui assure leur persistance, parfois mal adaptée à la dynamique actuelle. La plupart des cordons sont en cours d'érosion, notamment lors des cyclones.

Le grès de plage arme :

- Toute la plage Marigot-Baie Nettleé, jusqu'à la pointe des Pierres à Chaux (Photo 32).
- La Baie aux Cailles (Photo 32).
- La Baie aux Prunes, la Baie Longue et le saillant de la Pointe du Cannonier, qui ne persisterait pas sans lui (Photo 36).
- Le cordon de Simson Baai (Photo 47).
- Le cordon de la Baie Orientale (Photo 19).

Les crêtes de grès de plage apparaissent très visiblement sur les photos aériennes ; les creux sont soulignés par un gris plus foncé qui contraste avec le blanc des crêtes, donnant un ensemble alterné de stries sombres et claires.

Quelques flèches littorales s'associent aux cordons sableux. Ces flèches sont le résultat d'un courant marin à peu près parallèle à la côte (Pointe du Cannonier, photo 36 et Baie Orientale, photo 19).

Quelques exemples de Tombolos sont rencontrés, comme celui de la Baie aux Cailles (Photo 32).

Contrastant avec cette basse côte sablonneuse, une côte rocheuse apparaît dans les zones où la roche saine touche directement la mer, formant, généralement, des falaises. Ces falaises sont rencontrées,

indifféremment sur les calcaires anciens, sur le volcanique ou sur les calcaires miocènes. Les plus beaux exemples sont rencontrés sur les calcaires miocènes des Terres Basses (Falaise des Oiseaux, photo 35) et sur les diorites (Pointe des Froussards, photo 8).

### 6.2. Les plages anciennes

En quelques endroits de la côte orientale apparaissent des dépôts de grès calcaire stratifiés avec des lits parallèles, inclinés vers le large. Ces dépôts sont placés à un niveau de 5 à 6 mètres et peuvent atteindre, exceptionnellement 15 mètres. Cette formation correspond, probablement, à un niveau marin Oulgien.

Les grès calcaires stratifiés sont constitués de sables consolidés, à ciment calcaire uniquement. Les grains sont soudés les uns aux autres par une mince pellicule de calcite recristallisée en microcristaux. La roche est blanc sale, avec une patine grise très claire et s'effrite facilement sous les doigts. Les terrasses sont très lapiazées, principalement par la corrosion provoquée par l'eau salée. Une végétation de buissons, cactées et épineux colonise ces formations (Photos JT/372/13, 372/15 et 372/19).

Les grès calcaires stratifiés sont rencontrés à Pointe Blanche Bay, à Babit Point, à l'île de Caie Verte et sur quelques flots au Sud de la Baie de l'Embouchure. Dans certains cas les grès calcaires surmontent les récifs (Photo 23).

### 6.3. Les récifs soulevés

Ce sont les premiers dépôts qui apparaissent au plio-quaternaire. Ces calcaires récifaux ont quelques mètres de puissance ; la roche est blanc sale, à patine grise, tendre, à cassure rugueuse. Elle est formée principalement de polypiers du genre "Meandrina". Ces polypiers sont mieux conservés que dans les calcaires miocènes. La

formation apparaît à la cote constante de + 2 mètres. Les récifs ont la surface profondément lapiazée et hérissée de formes en lames de couteau. On les rencontre, à Saint-Martin, à l'Est de Burgueux Bay où ils forment la pointe qui ferme la baie de Simson Baai, sur la côte orientale où ils forment le soubassement des flots situés au Nord de la Baie Lucas ainsi que l'île de Caie Verte et à la pointe sud de la Baie Orientale où ils servent d'appui aux cordons sableux.

Sur les photos aériennes les récifs ont, à peu près, les mêmes caractéristiques de texture et de tonalité que les terrasses en grès calcaire. Dans le cas où les grès calcaires surmontent les récifs on peut les distinguer à la surface plus ou moins plate qui contraste avec la surface bosselée des premiers.

#### 6.4. Les formes lagunaires

Les dépressions et vallées qui dissèquent le relief de Saint-Martin sont encombrées dans leurs parties inférieures par des "marigots" d'eau saumâtre. Ces lagunes côtières apparaissent aussi à Saint-Barthélemy, mais sont tout à fait absentes à l'île d'Anguilla.

Génétiquement, ces lagunes constituent d'anciennes alvéoles inondées par la mer et séparées de celle-ci par de minces cordons sableux. Les "marigots" donnent la plus grande particularité du littoral Saint-Martinois.

Pendant la transgression flandrienne les alvéoles et vallées ont été transformées en golfes. Le Dunkerquien est le responsable de la construction des flèches littorales qui a régularisé le rivage et barré les golfes, devenus, ainsi, lagunes.

Les marigots sont colmatés à rythme assez lent ; même ceux qui sont déjà séparés de la mer par un cordon sableux continu, ne sont pas encore complètement comblés, malgré leur faible profondeur, car l'écoulement fluviatile n'est pas suffisamment intense pour transporter

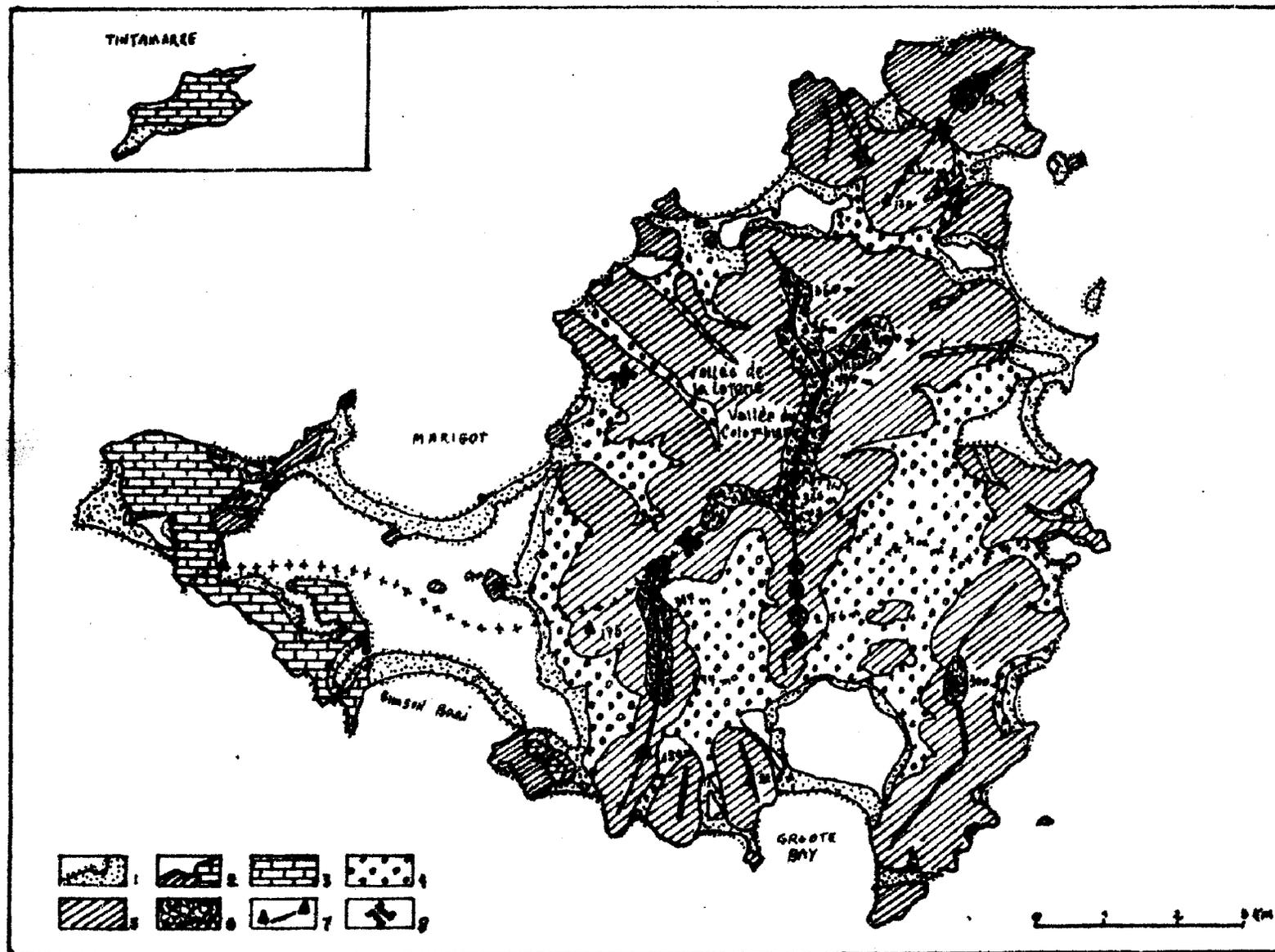
le matériel d'altération jusqu'aux lagunes. Ce matériel se dépose dans les plaines alluviales.

Les étangs présentent différents stades d'évolution. Les étangs de Anse Marcel (Photo 8), de la Chevrise (Photo 18) et de Grand'Case (Photo 8), montrent cette évolution ; ils correspondent respectivement, à l'étang presque entièrement colmaté, l'étang en phase de colmatage ayant déjà perdu sa communication avec la mer et l'étang en cours de colmatage, mais qui garde encore une communication avec la mer.

Le grand étang de Simson Baai échappe à la règle générale du point de vue de la formation ; il ne correspond pas à un ancien golfe barré, mais au résultat de la construction de deux cordons sableux reliant la péninsule des Terres Basses à l'île. Quelques flots de calcaire éocène et les Low Lands ont servi de point d'appui pour la construction de ces cordons.

Quelques étangs se transforment en Sebkhass sous l'effet de l'évaporation et sont utilisés pour la production du sel. Aujourd'hui la seule saline en exploitation est celle de Grand'Case (Photo JT 372/9).

Le Gouvernement hollandais a fait des études en vue de la poldérisation de l'étang de Grotte Zoutpan, à Phillipsbourg, mais les sols trop salés qui constituent le fond de la lagune n'ont pas permis au projet d'aller plus loin.



Croquis morphologique de Saint-Martin (Guy Lasserre)

Légende : 1. Côte basse sablonneuse. 2. Côte rocheuse. 3. Plateaux calcaires (form. des Terres Basses). 4. Vallées, "fonds" et "coulées". 5. Massifs de "mornes". 6. Massifs au-dessus de 250m d'altitude. 7. Principaux sommets et principales lignes de crête. 8. Cois principaux.

## 7. VALLEES ET GLACIS

### 7.1. Les formes fluviales : vallées, cônes, terrasses, plaines alluviales

L'évolution des vallées de Saint-Martin est déterminée par les conditions lithologiques et topographiques. Les vallées se développent bien sur les roches volcaniques, mais incisent très mal les formations éocènes. Les roches éocènes, silicifiées et recristallisées, lors de la mise en place des formations volcaniques, jouent le rôle de roche dure par rapport aux autres formations et offrent une certaine résistance à l'érosion. Deuxièmement, la position topographique de ces roches représente un important élément limitatif à l'érosion fluviale. En effet, l'Eocène, placé toujours au sommet des montagnes ou formant des versants en forte pente ne favorise guère l'incision des vallées. Mais malgré la basse pluviosité de l'île, le ruissellement concentré est assez intense, à cause de la concentration des pluies. Cet écoulement temporaire ravine les versants, formant un réseau dendritique de ravineaux qui se concentrera dans un ravin plus profond, une fois arrivé sur les formations volcaniques. Ainsi, les versants éocènes évoluent en formant les bassins de réception des rivières. Sur le volcanique les incisions sont nettement plus marquées, à cause de la moindre résistance de ces roches à l'érosion. Sur les zones où la masse dioritique occupe de plus larges proportions les vallées s'élargissent formant des plaines alluviales.

Les vallées se différencient d'après la position du versant où elles se développent. Sur les versants qui font face à l'Est les vallées sont plus profondément incisées que sur les versants opposés, à cause d'une légère différence de pluviosité. D'ailleurs sur les premiers la végétation est plus dense et plus verdoyante. Sur les versants qui regardent à l'Est les vallées ont une forme caractéristique en V avec des versants en très forte pente (entre 20° et 30°, parfois à plus de 35° comme le ravin Careta). Par contre, sur les versants qui font face à l'Ouest, les vallées sont beaucoup plus larges, la forme en V s'adoucit vers l'aval, donnant des vallées en forme de gouttière ou à fond plat, remplies de matériel alluvial.

Conséquence de l'irrégularité des pluies, presque toutes les rivières de Saint-Martin sont temporaires ; à part celle qui traverse la Belle Plaine, elles ne fonctionnent que pendant les fortes averses. L'écoulement est assez faible et seul le matériel moins grossier est transporté par l'eau et déposé dans les plaines. Les gros blocs rencontrés en bas des versants sont tombés, par gravité, des corniches. De cette manière, on rencontre difficilement des cônes alluviaux.

La faiblesse de l'écoulement a comme autre conséquence la quasi-absence de terrasses dans les plaines alluviales. Les glacis et les colluvions de bas de pente passent directement au matériel alluvial de fond de vallée, sans transition nette. Seul le ravin qui traverse la Belle Plaine est assez vigoureux pour disséquer les glacis en basse terrasse et donner une esquisse de différenciation, dans la vallée, entre t,, et t,.

Les plaines alluviales, appelées "Fonds" dans le patois du pays, correspondent à des dépressions creusées dans les roches volcaniques, et représentent le principal problème de l'évolution géomorphologique de Saint-Martin. En effet, étant donné leurs dimensions (Belle Plaine et Cul de Sac ont plus de 1 km de largeur), on ne peut pas penser que les systèmes d'érosion actuels puissent être capables de creuser des bassins d'une telle ampleur. L'existence des lagunes barrées par les cordons sableux et pas entièrement comblés, prouve que, si l'érosion actuelle est active, elle n'est pas suffisamment intense pour mobiliser une grande quantité de matériel. D'autre part, ces "Fonds" sont incisés par des ravins de profondeur réduite et qui fonctionnent sporadiquement. Puisque les cordons sableux qui barrent les lagunes sont post-flandriens, il nous faut penser à un système morphogénétique plus actif avant la transgression flandrienne.

Guy Lasserre (La Guadeloupe) estime que l'évidement des bassins est antérieur à la transgression flandrienne, lorsque le niveau de base était à une trentaine de mètres au-dessous du niveau actuel des mers, mais il ajoute qu'une telle explication ne résoud pas le problème

de l'altération des roches intrusives et n'explique pas la disharmonie existant entre la largeur des "Fonds" et la pauvreté des ravins. En effet, un niveau plus bas provoquerait, plutôt, une incision linéaire plus marquée qu'une érosion latérale. Il faut donc faire appel à un climat plus humide et à intense altération chimique. Sous un climat de ce type, les roches intrusives, riches en plagioclases et chlorite, subissaient une intense altération allitique, alors que les tufs recristallisés et silicifiés résistaient beaucoup mieux à l'altération chimique. Il est probable que cette altération soit post-miocène, vu que les calcaires des Terres Basses ne sont pas très altérés en surface.

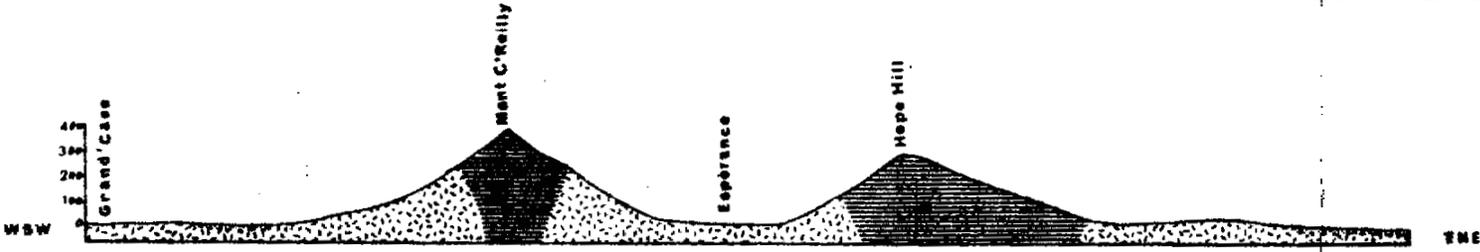
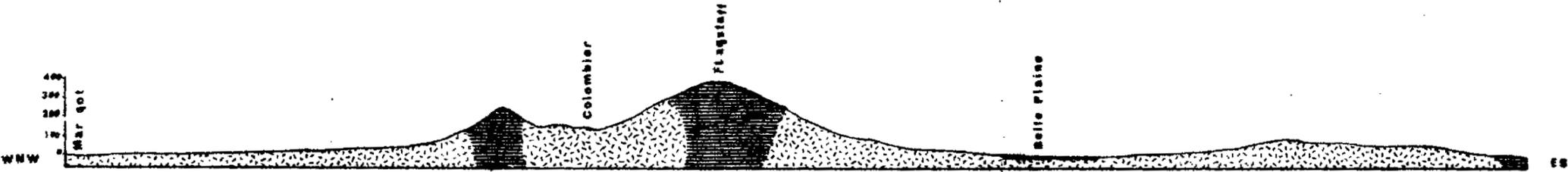
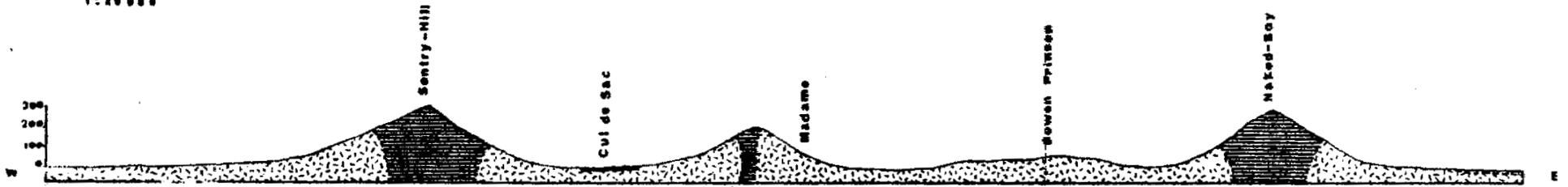
Guy Lasserre n'admet pas tout à fait l'hypothèse des pulsations climatiques comme principal responsable du creusement des dépressions. Il explique que : "Les soulèvements épéirogéniques récents (les calcaires de Lay Bay sont à une altitude de 120 m), les régressions marines (et notamment la régression pré-flandrienne), donnèrent au ruissellement et à l'érosion mécanique une force accrue. L'île fut soumise à des phases paroxysmales de dénudation. Tandis que se creusaient les vallées, le contraste s'accusait entre les mornes de tufs et brèches silicifiés, peu altérés, et les bassins de diorite, d'andésite et de basalte, décomposés en argile rouge sur de grandes épaisseurs. Par simple érosion sélective se mirent ainsi en place les éléments du relief actuel. La transgression flandrienne inaugura une nouvelle période de comblement des vallées. A l'amont, les "fonds" furent feutrés par les matériaux descendus par ruissellement des mornes ; à l'aval, les vallées devinrent des plaines de niveau de basen colmatées à leur extrémité par des argiles fluviomarines, puis par des sables et argiles continentaux, tandis que les anciens golfes marins étaient barrés par des cordons sableux.

Il nous apparaît que ce problème d'altération des roches volcaniques et la conséquente inversion du relief est déterminé principalement par des conditions climatiques spéciales. Même si la tectonique a contribué à l'accentuation de cette inversion du relief, l'altération et le transport du matériel représentent les éléments déterminants de l'évolution. Dans ce cas, c'est le climat qui jouerait le rôle fondamental.

# Saint-Martin

ECHELLE HORIZ.

1:20 000



- Legende**
- Eocène - Tufs et grès fins (marno-calcaires)
  - Oligocène - Diorites et Andésites
  - Formations Alluviales
  - Formations Marines

## 7.2. Les glacis

L'existence de larges plaines alluviales, fonctionnant comme niveau de base facilite le développement des versants de Saint-Martin. Un climat sec, caractérisé par les fortes températures estivales et une pluviosité irrégulière, tombant, plutôt, sous forme de fortes averses avec ruissellement intense, a retouché les versants, les raccordant aux plaines alluviales par des glacis. La formation de ces glacis est liée à plusieurs éléments : les fortes températures qui agissent sur les roches les fragmentant et préparant le matériel, la couverture végétale insuffisante pour fixer les débris, la concentration des pluies qui a comme conséquence un intense ruissellement qui transporte ces débris le long des versants.

Le matériel qui forme les glacis est assez variable, mais garde un point commun : il est toujours très caillouteux. Les débris plus grossiers emballés dans la masse correspondent principalement à des cailloux calcaires, étant donné que les autres roches s'altèrent plus facilement en donnant des argiles, des limons et des sables. La matrice des glacis, selon les endroits, peut être argileuse, argilo-marneuse, marneuse, marno-argileuse, sableuse ou sablo-marneuse. Il nous a été impossible de déterminer les raisons de la prédominance d'un certain type de matériel ; ils ont tous, à peu près, le même type de relief dominant. Sur les glacis de la Belle Plaine, par exemple, on constate la prédominance d'une matrice sableuse (J.S. Veenebos), mais il aurait fallu un contrôle sur le terrain et l'analyse d'un certain nombre d'échantillons pour déterminer de manière précise l'évolution de ces formations.

Tous les glacis de Saint-Martin sont des glacis d'accumulation. Ils se sont étalés sur des formations volcaniques déjà assez érodées. Très souvent, le plancher volcanique affleure, formant des pointements rocheux sur la surface des glacis (Belle Plaine, Kool Baai, par exemple). La pente de ces formations est, à peu près, voisine de 5°, mais on peut rencontrer des pentes plus fortes sur la zone de départ des gla-

cis, sur les glaciers à chicots rocheux et sur ceux formés dans les vallées trop étroites. Les glaciers à forte pente (plus de 5°) sont toujours très caillouteux.

Le matériel plus grossier qui forme les glaciers donne une zone de perméabilité plus accentuée par rapport aux autres formations. La limite supérieure des glaciers correspond à une zone d'infiltration pour les petits torrents qui descendent des montagnes. L'action du ruissellement est aussi diminuée sur ces formations ; les ravins formés par le ruissellement concentré y sont moins profonds que sur les autres formations.

Les glaciers de Saint-Martin se sont probablement formés pendant la régression flandrienne. Cette transgression flandrienne a submergé en partie les alvéoles formant des golfes, devenus lagunes, par la construction de cordons sableux, au cours du Dunkerquien. Les glaciers formés directement sur la mer, plongent ainsi, sous la flandrien (Simson Baai, par exemple).

La photo-interprétation des glaciers a été basée, essentiellement, sur le relief, vu que, dans la plupart des cas, les glaciers sont identifiables par leur topographie caractéristique. La limite supérieure des glaciers est donnée par une concavité de contact avec les formations de pente sur le volcanique ou sur le sédimentaire ancien. Dans les alvéoles la limite inférieure des glaciers est difficilement discernable, les glaciers passent aux alluvions de fond de vallée presque sans rupture de pente. Sur les glaciers qui arrivent aux bords des lagunes, la limite peut être repérée par une différenciation d'humidité des formations, provoquant un changement de la tonalité. Ces dépôts lagunaires, de drainage intérieur plus difficile, apparaissent dans un gris légèrement plus foncé (Photos 13, 18, 30).

### 7.3. Le problème de l'eau

La recherche de l'eau est sans doute le principal problème de Saint-Martin. Avec un rythme de précipitations aussi irrégulier et des totaux mensuels tellement bas (inférieurs à 100 mm), une exploitation

agricole plus rationnelle et plus productive ne peut se faire que par l'irrigation.

Dans la notice explicative de la Carte Géologique de Saint-Mandé le géologue Alain de Saint-Michel fait une étude succincte et objective de l'hydrologie de l'île. Il démontre que les chances des réserves aquifères d'une certaine importance se limitent aux principales vallées, surtout sur celles qui rayonnent autour du Pic du Paradis, à Saint-Martin.

Toutes les rivières et ruisseaux de l'île sont temporaires ; ils coulent après les averses qui durent suffisamment pour saturer le sol. Si les pluies ne sont pas assez fortes, l'eau du ruissellement s'infiltré dans les formations trop poreuses, les ruisseaux se perdent dans les colluvions et glacis pour resurgir à quelques dizaines de mètres de la mer. Seul le ruisseau de la Belle Plaine arrive à couler continuellement, si l'année n'est pas trop sèche.

L'eau disponible dans les nappes phréatiques est fonction des conditions climatiques, lithologiques et morphologiques. La quantité d'eau tombée dans une région, moins les pertes d'évaporation, nous renseigne sur la quantité d'eau disponible, soit en écoulement dans les rivières, soit emmagasinée dans le sous-sol.

Saint-Martin totalise une pluviosité annuelle moyenne de 1108 mm (1944-1950), un peu plus élevée que celle de Saint-Barthélemy à cause de sa position sous le vent. Or, l'évaporation mesurée à la station météorologique de Gustavia (Saint-Barthélemy) s'élève à 100 mm par mois en moyenne. Pour Saint-Martin elle est un peu plus élevée grâce à une nébulosité plus forte qui diminue l'évaporation. Les pluies des mois secs ne contribuent pas à l'alimentation des nappes ; elles sont presque entièrement évaporées avant de s'infiltrer.

Sans les données mensuelles d'évaporation, il est impossible de calculer le volume d'eau disponible, mais on peut, tout de même, estimer que seulement pendant les mois d'Août, Septembre, Octobre et Novembre la tranche d'eau évaporée est inférieure à celle de l'eau tombée.

Saint-Martin et Saint-Barthélemy sont recouvertes, en partie, par des pâturages, par des taillis d'arbustes ligneux, d'épineux et des cactus. L'évaporation dans les zones de pâturages est très importante ; les prairies verdoyantes de l'île se transforment, à la saison sèche, en savanes désertiques, sur un sol trop souvent dénudé. Le point de flétrissement des végétaux est largement dépassé, le déficit en eau de rétention, que les premières pluies hivernales devront combler, est donc important. L'évapotranspiration est sensiblement inférieure dans les régions couvertes de taillis. Cette végétation, adaptée à la sécheresse, ne demande qu'un peu d'eau et forme, d'autre part, une protection relativement efficace contre l'évaporation directe.

Les formations détritiques qui comblent les fonds de vallées peuvent constituer de bonnes roches magasins à la condition d'être assez épaisses pour que l'eau infiltrée ne subisse pas l'action de l'évaporation. Les formations alluviales des fonds de vallées à Saint-Martin ont une épaisseur de 40 mètres en moyenne et plus dans les points plus bas. Ces formations, généralement sablonneuses et pauvres en minéraux argileux, présentent de bonnes caractéristiques de porosité, qui compensent, d'une certaine manière, la violence du ruissellement. L'ennoiement des zones côtières signifie, plutôt, un affleurement de la nappe qu'un défaut de l'infiltration, si bien que le pourcentage des minéraux argileux est plus élevé sur ces zones.

Le substratum de roches dioritiques et andésitiques constitue le fond imperméable des vallées. L'écoulement de la nappe se fait suivant le dessin de la vallée et se limite, en aval, par la pression de l'eau de la mer qui pénètre dans les marigots saumâtres. Les frontières entre l'eau douce et l'eau salée ne peuvent pas être rigoureusement déterminées et cela empêche tout percement de puits en aval des vallées, dans le voisinage des marigots, sous peine de faire encore monter la limite des eaux saumâtres.

Les exutoires naturels des nappes sont, l'évaporation d'une part, et les lagunes d'autre part. Il faut encore signaler que les vallées n'ont pas toujours un profil régulier et que les affleurements de Bed-rock peuvent créer des discontinuités dans la couverture alluviale, formant ainsi de petites nappes perchées, très localisées, dont les quelques suintements servent d'exutoire.

Compte tenu de toutes ces données : forte évaporation, ruissellement intense, déficit en eau de rétention, il ne faut pas compter pouvoir récupérer plus de 2 % des précipitations annuelles dans les nappes phréatiques. Aussi médiocre que ce volume puisse paraître, il est d'un très grand intérêt à l'échelle de l'île, mais il ne faut pas oublier le danger d'une utilisation irrationnelle des nappes, puisque ce volume peut être rapidement atteint par l'exploitation d'un seul puits.

## 8. CONCLUSION

### BILAN DES APPORTS DE LA PHOTO-INTERPRETATION

Le but principal de notre travail est de faire une étude de cartographie géomorphologique, basée principalement sur des éléments donnés par photo-interprétation, sans un contrôle postérieur sur le terrain, mais disposant au départ des études géologiques et morphologiques de la région. Une carte géologique de Saint-Martin, accompagnée d'une notice explicative, du géologue Alain de Raynal de Saint-Michel, et les notes de terrain élaborées par l'équipe dirigée par M. Jean Tricart, représentent la base de notre documentation. Nous avons essayé de faire un bilan des limitations et des possibilités de cette méthode de travail en utilisant une région de morphologie relativement simple.

Nous avons commencé le travail par la délimitation des unités lithologiques, c'est-à-dire le sédimentaire ancien, le volcanique, les calcaires miocènes, les formations colluviales et alluviales et les formations marines. Pour la délimitation du sédimentaire ancien et du volcanique nous avons, grosso modo, suivi les limites données par la carte géologique, vu que ces deux unités lithologiques, lorsqu'elles sont couvertes d'une couche d'altération, ont un aspect à peu près identique sur la photo aérienne. Pour la séparation des autres unités nous avons utilisé, essentiellement, le critère relief.

Le premier problème posé a été de fixer les limites des zones de roche en place. Sur le sédimentaire ancien de Saint-Martin, la roche en place apparaît, formant les corniches, quelques versants à très forte pente et presque tous les sommets. La stratification est parfois visible et une raréfaction de la couverture végétale laisse entrevoir des plages de roche nue. Sur le volcanique la roche en place forme des chicots et quelques replats à couverture végétale irrégulière. Les calcaires miocènes sont facilement identifiables par la surface lapiasée. Même si les zones de roche en place sont facilement repérées, il reste le problème du tracé des limites de ces zones. Etant donné que sur les levées géomorphologiques faites sur le terrain on considère aussi comme roche

en place les zones où la couverture colluviale ne dépasse pas 20 cm, la photo-interprétation sans un contrôle direct sur le terrain ne permet pas de suivre ces directrices.

Un deuxième problème posé est celui de la granulométrie des formations colluviales et alluviales. Le petit nombre d'échantillons analysés et le manque d'un travail complémentaire sur le terrain ne nous ont pas permis de fournir des renseignements plus complets sur la nature de ces formations. Pour cette raison, on trouvera sur la carte géomorphologique les glacis remplis d'une trame qui signifie uniquement "matériel d'accumulation des glacis" et les fonds des vallées avec une trame correspondant à "alluvions fluviatiles". Les colluvions de bas de pente, ne présenteront également pas une trame relative à la nature granulométrique.

A l'exception de ces deux problèmes cités ci-dessus, la photo-interprétation géomorphologique sans contrôle de terrain n'a pas présenté d'autres limitations importantes pour l'élaboration de la carte de Saint-Martin. Quelques aspects morphologiques peuvent même dispenser du contrôle épuisant sur le terrain, comme la morphologie littorale ou les formes d'érosion superficielle, par exemple.

En effet, les formes littorales de Saint-Martin sont facilement discernables sur les photographies aériennes. L'île présente un littoral où les falaises, tantôt sur les diorites, tantôt sur les calcaires éocènes ou miocènes, alternent avec une basse côte sablonneuse constituée par des plages réduites en forme de croissant ou de longs cordons sableux barrant les lagunes. Les accumulations sableuses sont repérées par une topographie, une texture et une tonalité caractéristiques et peuvent même être distinguées des zones plus limoneuses qui bordent les étangs, bien que sur la carte définitive toutes les deux apparaissent comme "formations marines". Seuls les cordons sableux armés de grès de plage nécessitent un contrôle de terrain, car leur aspect strié peut aussi apparaître sur une plage formée par la juxtaposition de plusieurs cordons littoraux.

La cartographie des formes d'érosion superficielle peut aussi être faite entièrement sans contrôle de terrain. Les ravinements creusés par ruissellement concentré sur les versants sont repérés par la forme topographique et le décapage du sol apparaît en petites taches blanches, facilement identifiables.

Les formes karstiques superficielles peuvent être cartographiées presque sans contrôle de terrain ; les dolines et les ouvalas sont repérées par leur expression topographique, les champs de lapiès par leur texture caractéristique. Par contre, il est impossible de distinguer par photo-interprétation le type de matériel qui tapisse le fond des dolines. A Saint-Martin les lapiès apparaissent aussi sur les terrasses marines formées sur le grès calcaire stratifié, mais leurs formes en nid de poule et en lame de couteau ne donnent pas un relief suffisant pour qu'ils puissent être observables sur les photographies aériennes.

Tenant compte de ces limitations et de ces possibilités, on peut admettre que cette méthode présente une certaine viabilité pour la cartographie des régions géologiquement et morphologiquement simples, si on peut disposer d'une étude préliminaire du terrain avec une mise au point des principaux problèmes morphologiques, d'un certain nombre d'échantillons pris dans les formations les plus caractéristiques et d'une bonne carte géologique. Il est conseillé d'ajouter à ces notes préliminaires quelques croquis de cartographie géomorphologique faits sur le terrain, qui seront très utiles pour établir, postérieurement, les critères d'interprétation.

Pour certains types de cartographie géomorphologique où la nature lithologique et granulométrique des formations est secondaire, comme pour les croquis d'évaluation des dégâts causés par les catastrophes (inondations, débâcles glaciaires, glissements de terrain, tremblements de terre, etc.) le contrôle postérieur sur le terrain n'est pas essentiel et cette méthode est tout à fait valable.

## ILLUSTRATIONS

### Photo 43 - (Cul-de-Sac).

Dépression creusée dans le volcanique. Les tufs et marno-calcaires éocènes coiffent les sommets. Sur les versants les colluvions passent graduellement aux glacis et ensuite aux alluvions de fond de vallée. En bas, à gauche, la lagune de Groote Zoutpan et le cordon sableux de Phillipsbourg.

### Photo 35 - (Péninsule des Terres Basses).

Plateau calcaire miocène à surface lapiazée. A gauche, cordon sableux dunkerquien armé de grès de plage (Pointe du Canonnier).

### Photo 19 - (Baie Orientale).

Cordon sableux dunkerquien armé de grès de plage. Du côté droit les récifs soulevés servent d'appui au cordon sableux. En haut de la photo des collines marno-calcaires intensément ravinées par le ruissellement concentré.

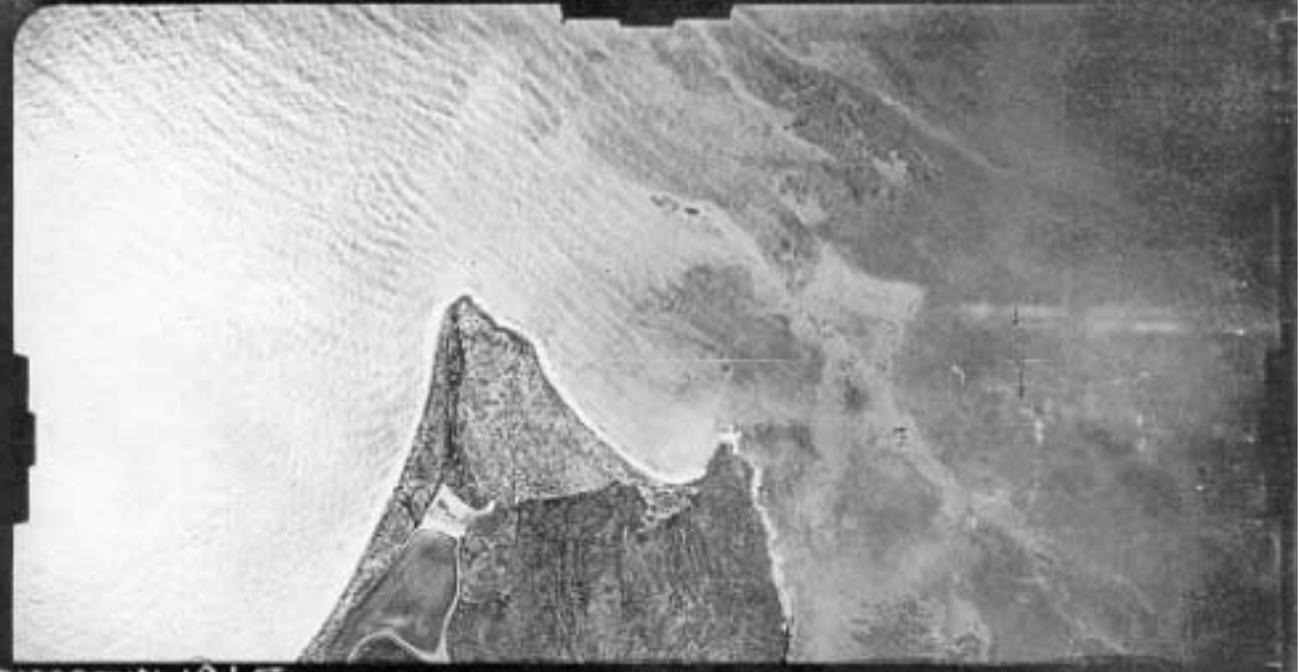
ST MARTIN 1947



ST MARTIN 1947



S. MARTIN 1947



S. MARTIN 1947



35

SI-MARIN 1947



19.



18

## 9. BIBLIOGRAPHIE

### Documents cartographiques

- Carte Géologique du Département de la Guadeloupe. Feuille Saint-Martin. 1965. Echelle 1/50.000e. Levé géologique effectué par Alain de Raynal de Saint-Michel. Service de la Carte Géologique de la France. Paris.
- Carte du Département de la Guadeloupe. Feuille 6 : Saint-Martin et Saint-Barthélemy. 1955. Echelle 1/50.000e. Institut Géographique National. Paris.
- Carte du Département de la Guadeloupe. Ile Saint-Martin. Feuille n° 33. 1955. Echelle 1/20.000e. Institut Géographique National. Paris.
- Carte de l'Ile Saint-Martin (Partie hollandaise). 1952. Echelle 1/25.000e. Publ. Netherlands Antilles Development Advisory Bureau. Amsterdam.
- Cartes des Petites Antilles d'Ouest : Saint-Martin, Saba, Saint-Eustatius et îles environnantes. 1903 (Blad) 210. Echelle 1/250.000e. Ministère de la Marine. Division de l'Hydrographie. Edition remise à jour en 1956. La Haye.

### Photo-interprétation

- LUEDER, Donald R. - 1959 - Aerial Photographic Interpretation - Principles and applications. Mc Graw Hill. New York.
- MILLER, V.C. - 1961 - Photogeology. Mc Graw Hill. New York.
- RICCI, Mauro (et) PETRI, Semembrino - 1964 - Principios de aerofotogrametria e interpretacao geologica. Comp. Ed. Nacional. Sao Paulo.

- TRICART, J., RIMBERT, S. (et) LUTZ, G. - 1970 - Introduction à l'utilisation des photographies aériennes. 2 Tomes. SEDES. Paris.
- VERSTAPPEN, H. Th. - 1964 - Eléments de photo-géologie/géomorphologie. 2 fasc., I.T.C. Delft.

### Méthodologie

- BASHENINA, N.V., LEONTEV, O.K., PIOTROVSKIJ (et) autres - 1962 - Directives méthodiques pour la cartographie géomorphologique et l'exécution des levés géomorphologiques au 1/50.000e-1/25.000e. Thèse. Izdat. Moskovkogo Univ. 1 vol. 203 p. 7 tableaux. Trad. B.R.G.M.-Service d'Information Géologique. Paris.
- TRICART, J. - 1965 - Principes et méthodes de la géomorphologie. 35 fig., 8 planches hors texte, 1 carte couleur. Masson et Cie. Paris.

### Géologie

- BARRABE, L. - 1936 - La consitution géologique des Antilles. Chrn. Mines Colon. 5è Année, pp. 214-227, 2 cartes.
- BUTTERLIN, J. - 1956 - Consitution géologique et structure des Antilles. C.N.R.S. 1 vol. in-4°, 453 pp., 24 fig., 1 tabl., Bibliographie (Thèse). Paris.
- CLEVE, P.T. Outline of the geology of the North-Eastern West India Islands. Trans. New York Acad. Sc. Vol. II, pp. 185-192 Pl. 17.

- CHRISTMAN, R.A. - 1953 - Geology of St. Bartholomew, St. Martin and Anguilla. Lesser Antilles. Bull. Geol. Soc. America 64, pp. 65-96.
- HESS, H.H. - 1950 - Investigaciones geofisicas y geologicas en la region del Caribe. Bol. de la Assoc. Venezolana de Geologia, Minería y Petróleo. N° 2, vol. 1, pp. 5-22.
- HOGBOM, A.G. - 1905 - Zur Petrographie der Kleinen Antillen. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala (Saba, St. Martin, pp. 228-232).
- KRUYTHOFF, S.J. - 1938 - The Netherlands Windward Islands and a few interesting items on French St. Martin. 2 nd edit. 164 pp. Antigua.
- LANGEMEYER, F.S. - 1943 - Korte beschrijving van Groote Baai van St. Maarten - W.I. Gids 18, pp. 289-292.
- MITCHELL, R.C. - New data regarding the dioritic rocks of the West Indies. Geol. en Mijnbouw (nouv. ser.), 15 jaarg. pp. 285-295, 1 carte, 1 tableau.
- MOLENGRAAF, G.A.F. - 1931 - Saba, St. Eustatius (Statia) and St. Martin. Leidsche Geol. Meded. 5 Feestbundel K. Martin. pp. 715-739.
- SCHUBERT, Ch. - 1935 - Historical geology of Antillan-Caribbean region bordering the gulf of Mexico and the Caribbean Sea. John Wiley. 1 vol. in-8°. 811 pp. 16 pl., 107 fig.
- SPENCER, J.W.W. - 1901 - On the geological and physical development of Anguilla, St. Martin, St. Bartholomew and Sombbrero. Quart. Journ. Geol. Soc. vol. 57. pp. 520-533. London.

- STAARGAARD, J.A. - 1952 - On igneous and metamorphic rocks and associated manganese-iron ores of Netherlands St. Martin (Lesser Antilles). Proc. Kon. Ned. Akademie Wetensch. Series B, 55, 1. Amsterdam.

### Paléontologie

- DROOGER, C.W. - 1951 - Foraminifera from the Tertiary of Anguilla, St. Martin and Tintamarre (Leeward Islands, W.I.). Koninkl. Nederl. Akademie Wetensch. (Serie B), vol. 54, pp. 54-65, 4 fig.
- SCHREUDER, A. - 1953 - Skull remains of Amblyrhiza from St. Martin. Tijdschr. Ned. Dierk. Vereen. n° 3, pp. 242-266.

### Climatologie-Pédologie

- BALLOU, H.A. - 1934 - The Dutch Leeward Islands. Tropical Agriculture. II, pp. 317-320. Trinidad.
- REVUE AGRICOLE DE LA GUADELOUPE - La pluviométrie à St. Martin. Vol. V, n° 8, Août 1932, pp. 244-246.
- BRAAK, C. - 1935 - Het Klimaat van Nederlandsch West Indie. Meded. Verhand. Kon. Ned. Meteor. Inst. 36. n° 2.
- HARDY, F. - 1949 - Soil classification in the Caribbean region. Commonwealth Bureau of Soil Science, Techn. Comm. n° 46.
- VEENEBOOS, J.S. - 1953 - A soil and land capability of St. Martin, St. Eustatius and Saba (Netherlands Antilles). Publ. of the Foundation for Scientific Research in Surinam and the Netherlands Antilles. N° 11. 9 fig., 30 tabl., 9 maps.

### Geographie régionale

- BOUCHILLOUX, J. - 1950 - Etude géographique sur les îles de St. Martin et St. Barthélémy. Institut Géographique National. Mémoire dactylographié à diffusion interne, 66 pp., 6 cartes, 24 planches photographiques. Paris.
- LASSERRE, G. - 1961 - La Guadeloupe. Union Franç. d'Impr. 2 vol., in-4°, 1135 pp., 169 fig., 84 pl. hors texte, 24 tabl. biblio. Bordeaux.

### Divers

- LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONAL - Vol. 5, Amérique Latine. Fasc. 2 b. Antilles. Centre National de la Recherche Scientifique (St. Eustatius, Saba, St. Martin, pp. 257-283). Paris.



## PARTIE II

### La morphologie

	Pages
4. Les formes de versants .....	47
4.1. Ruissellement et ravinements actuels .....	50
5. Le karst .....	52
6. Les formes littorales .....	54
6.1. Les cordons sableux .....	54
6.2. Les plages anciennes .....	56
6.3. Les récifs .....	56
6.4. Les formes lagunaires (les "marigots").....	57
7. Vallées et glacis .....	60
7.1. Les formes fluviatiles : vallées, cônes, terrasses, plaines alluviales .....	60
7.2. Les glacis .....	64
7.3. Le problème de l'eau .....	65
8. Conclusion. Bilan des apports de la photo-interprétation	69

Annexe : Travaux de laboratoire : analyses granulométriques et morphoscopiques. Analyse des argiles. Analyse des minéraux lourds (G.S. Veenebos).

**ANNEXES**

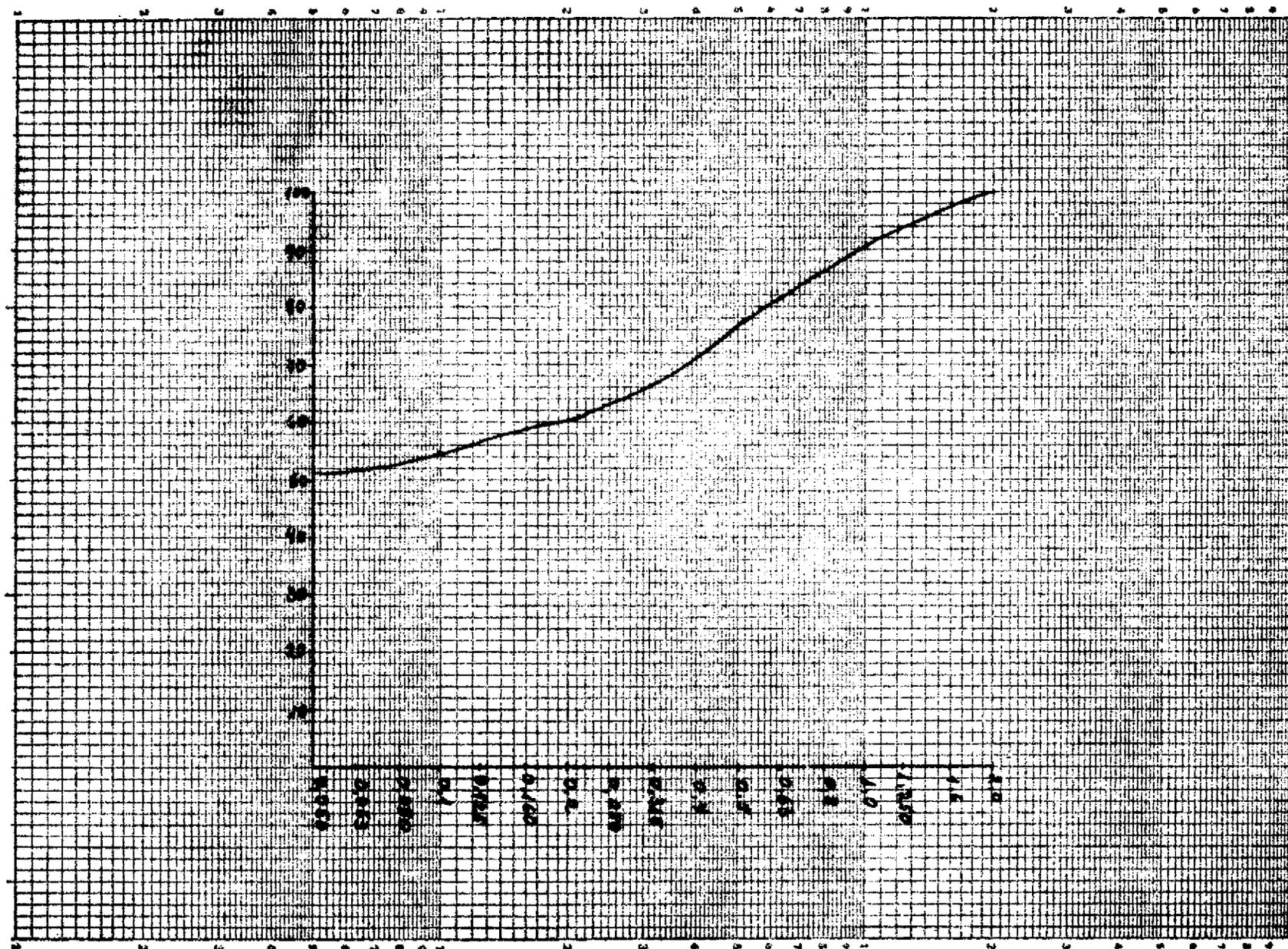
## Description des échantillons

N°

- 67/1 a Phillipsbourg, route de Fort Amsterdam.  
Sol argileux chocolat.
- 67/1 b Philipsbourg, route de Fort Amsterdam.  
Horizon brun-gris à granules blanches.
- 67/1 c Philipsbourg, route de Fort Amsterdam.  
Horizon d'accumulation saillant.
- 67/1 d Philipsbourg, route de Fort Amsterdam.  
Horizon argileux inférieur.
- 67/2 Philipsbourg, Cul-de-Sac, amont de la vallée.  
Lit fin, remblaiement de fond de vallée.  
Profondeur : 1 m.
- 67/3a Philipsbourg, route de Madame, 300 m Nord de la saline.  
Formation colluviale t<sub>1</sub>. Matrice.  
Profondeur : 1 m.
- 67/3b Philipsbourg, route de Madame.  
Paléosol argileux entre t<sub>1</sub> et t<sub>2</sub>.  
Profondeur : 1,7 m.
- 67/3c Philipsbourg, route de Madame.  
Matrice t<sub>2</sub>, altérée.  
Profondeur : 2,20 m, à peu près.

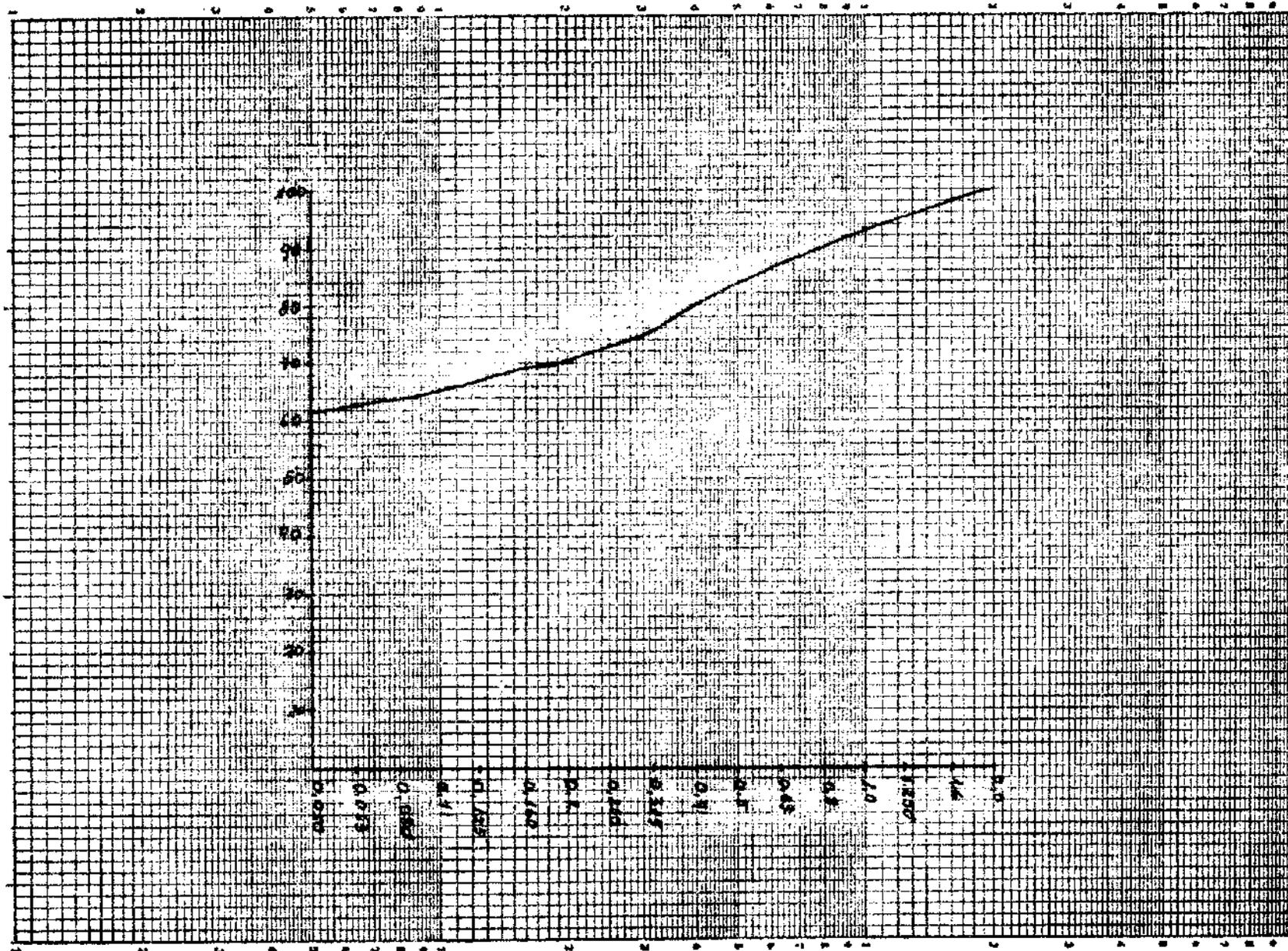
## Calcimétrie

67/1 a	0 %	-	67/2	0 %
67/1 b	0 %	-	67/3 a	0,2 %
67/1 c	1 %	-	67/3 b	0,2 %
67/1 d	0 %	-	67/3 c	0,01 %



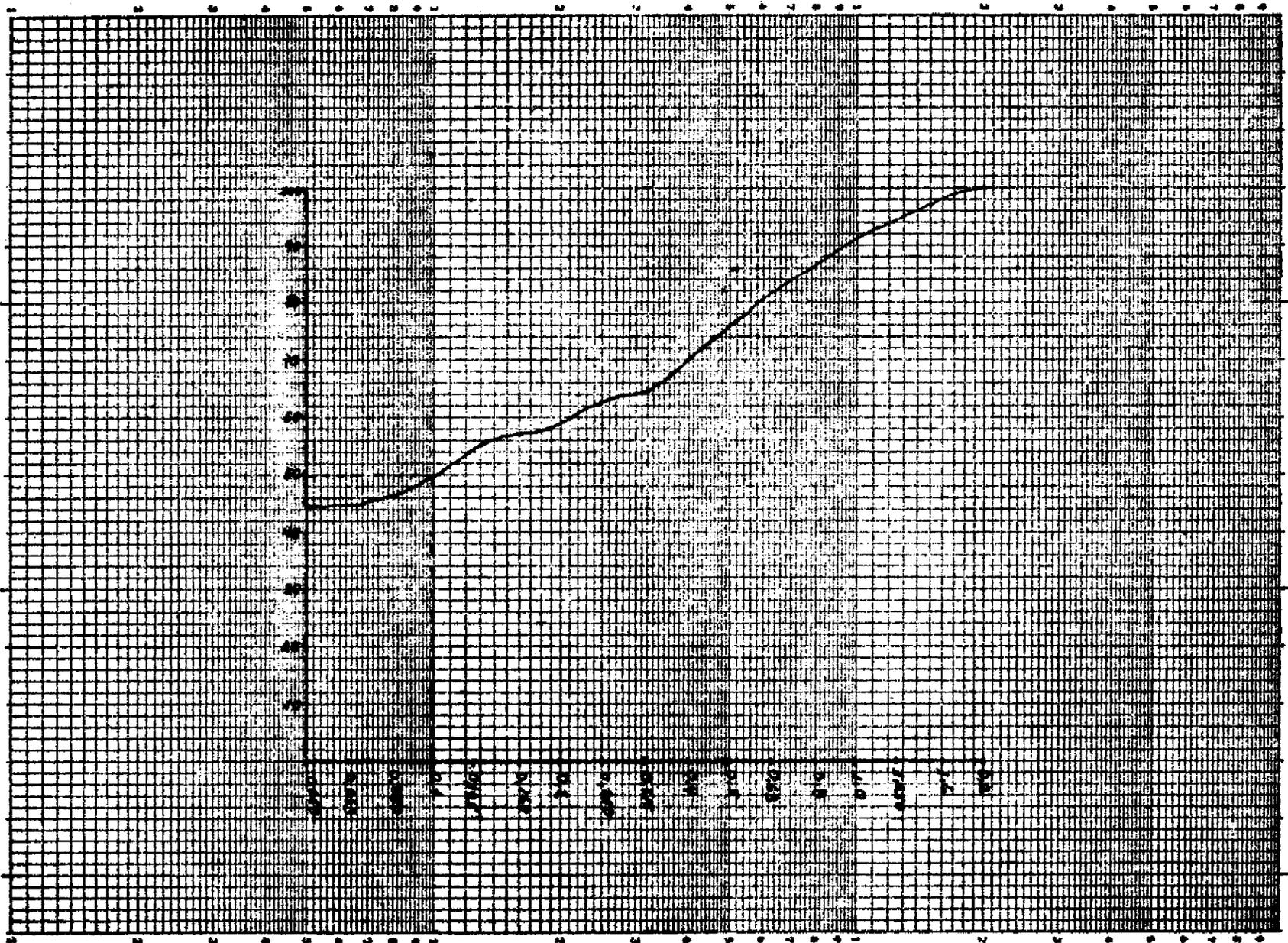
67/1a Phillipsbourg, Route de Fort Amsterdam - Sol argileux chocolat

0

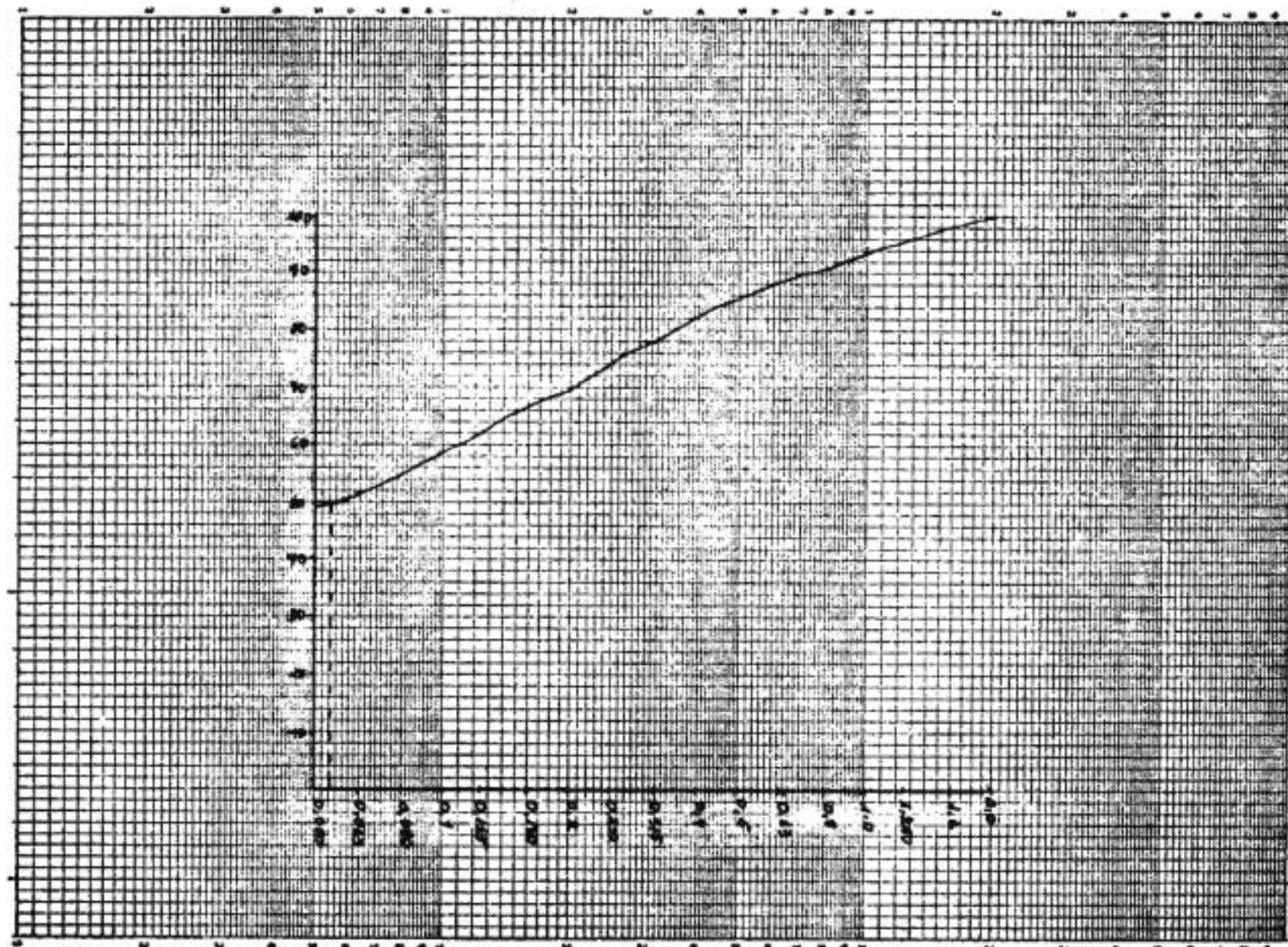


67/1b Phillipsbourg, Route de Fort Amsterdam - horizon brun-gris à granules blanches

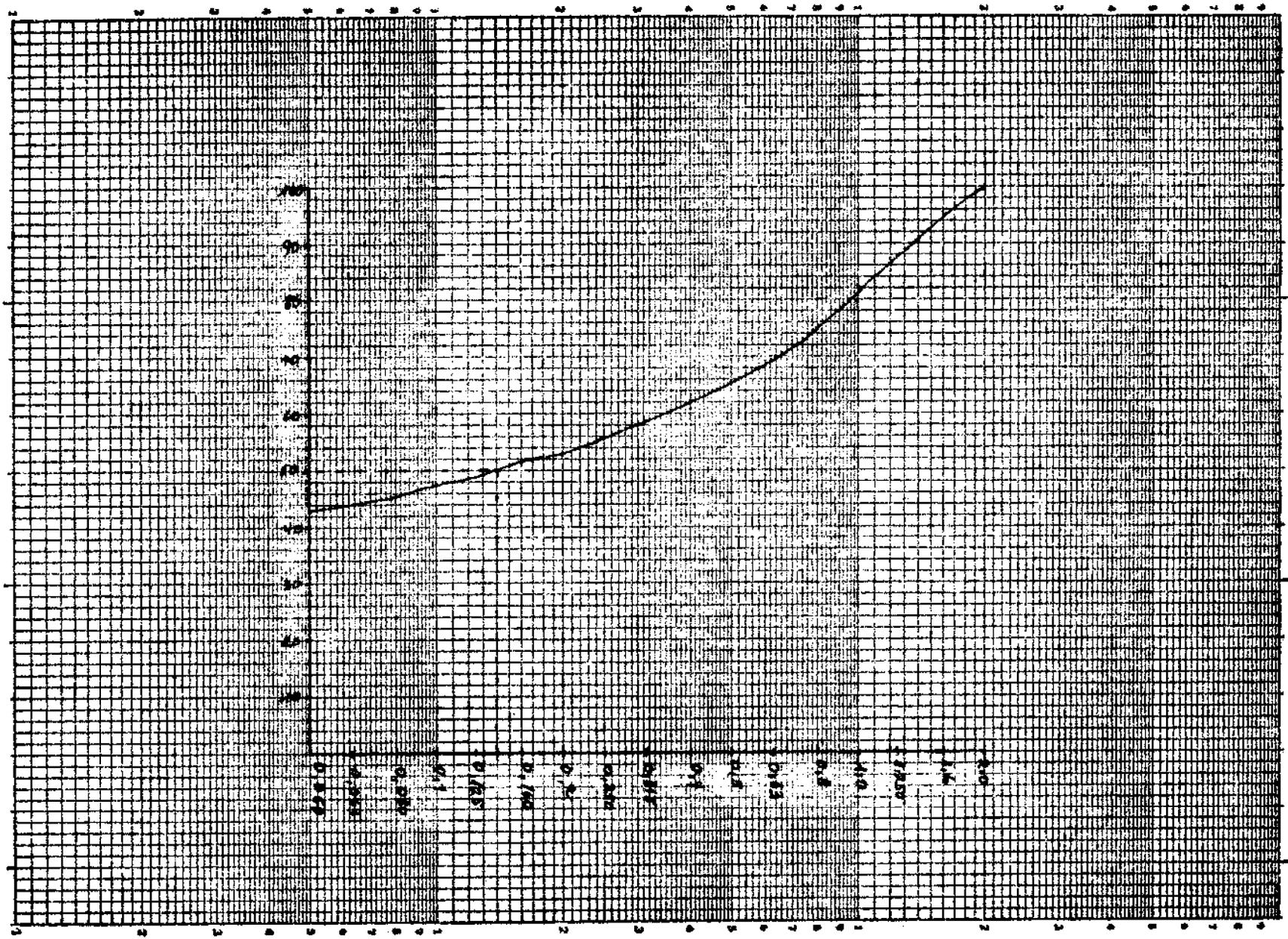




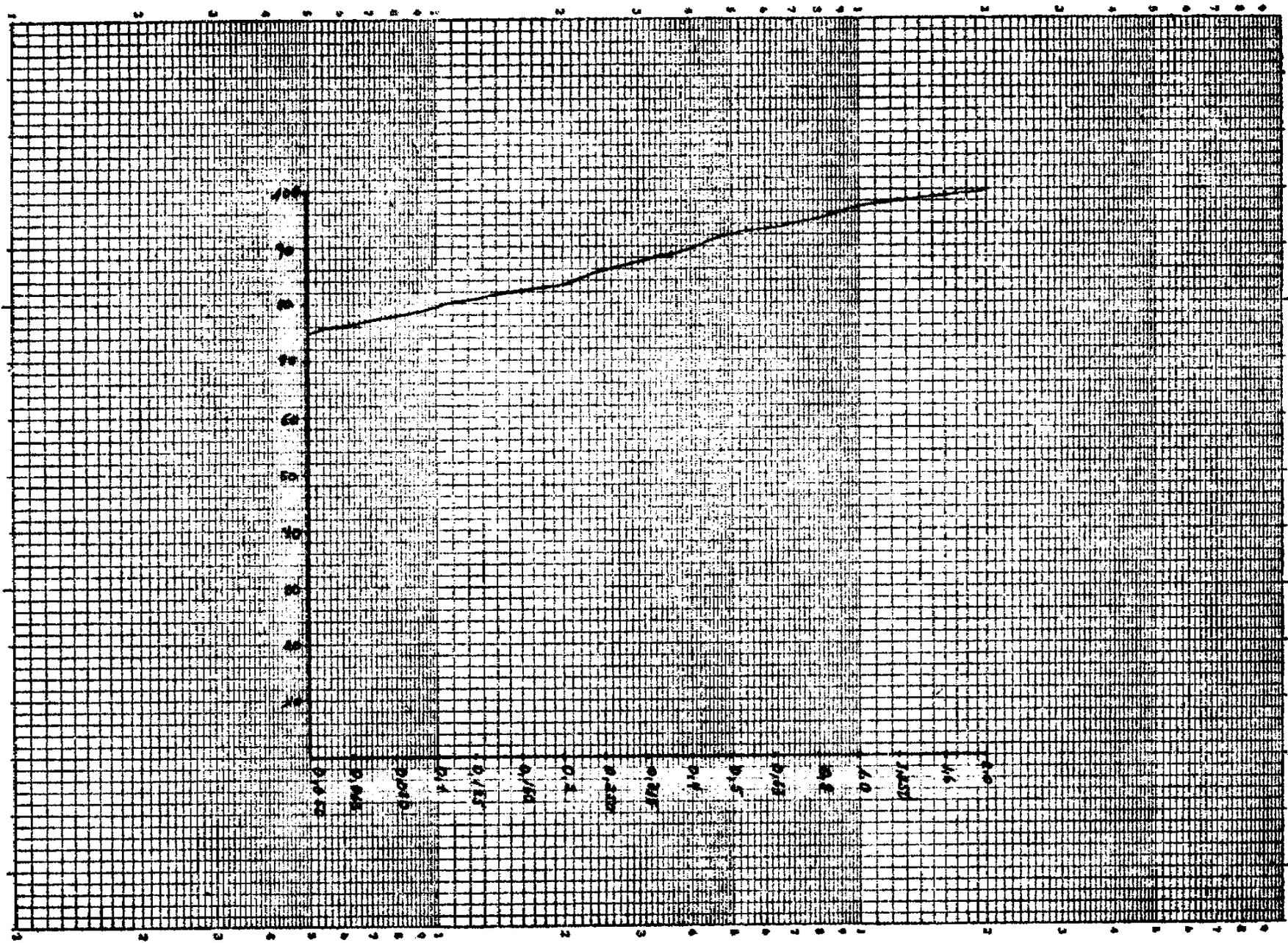
67/1d Phillipsbourg, Route de Fort amsterdam - horizon argileux inférieur



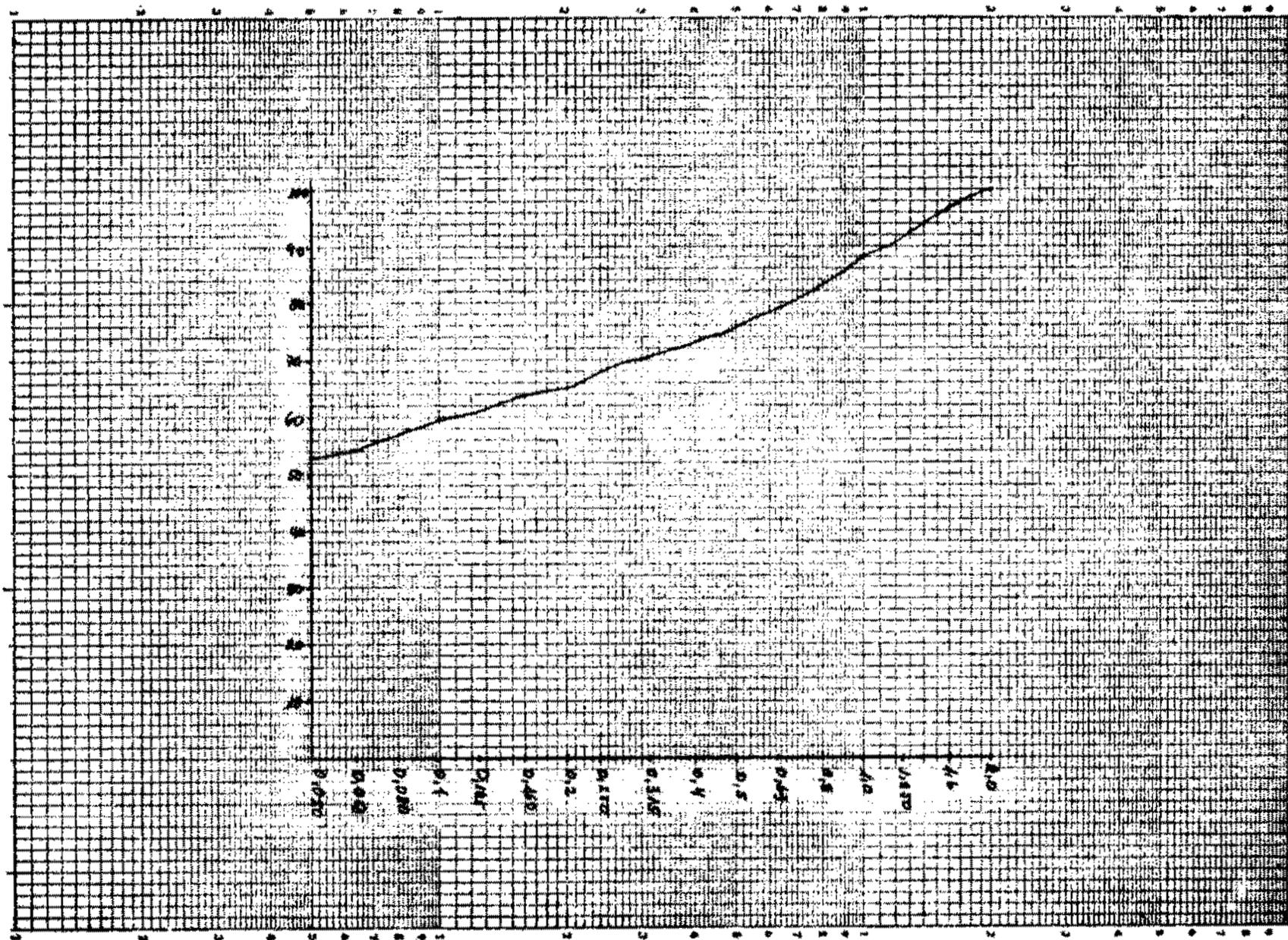
67/2 Phillipsbourg, Cul de Sac - amont de la vallée. Lit fin, remblaiement de fond de vallée. Profondeur : 1m.



67/3a Phillipsbourg, Route de Madame - formation colluviale t, - Matrice  
 Profondeur : 1 m.



67/3b Phillipsbourg, Route de Madame - Paléosol argileux entre t, et t,,.  
 Profondeur : 1,7 m.

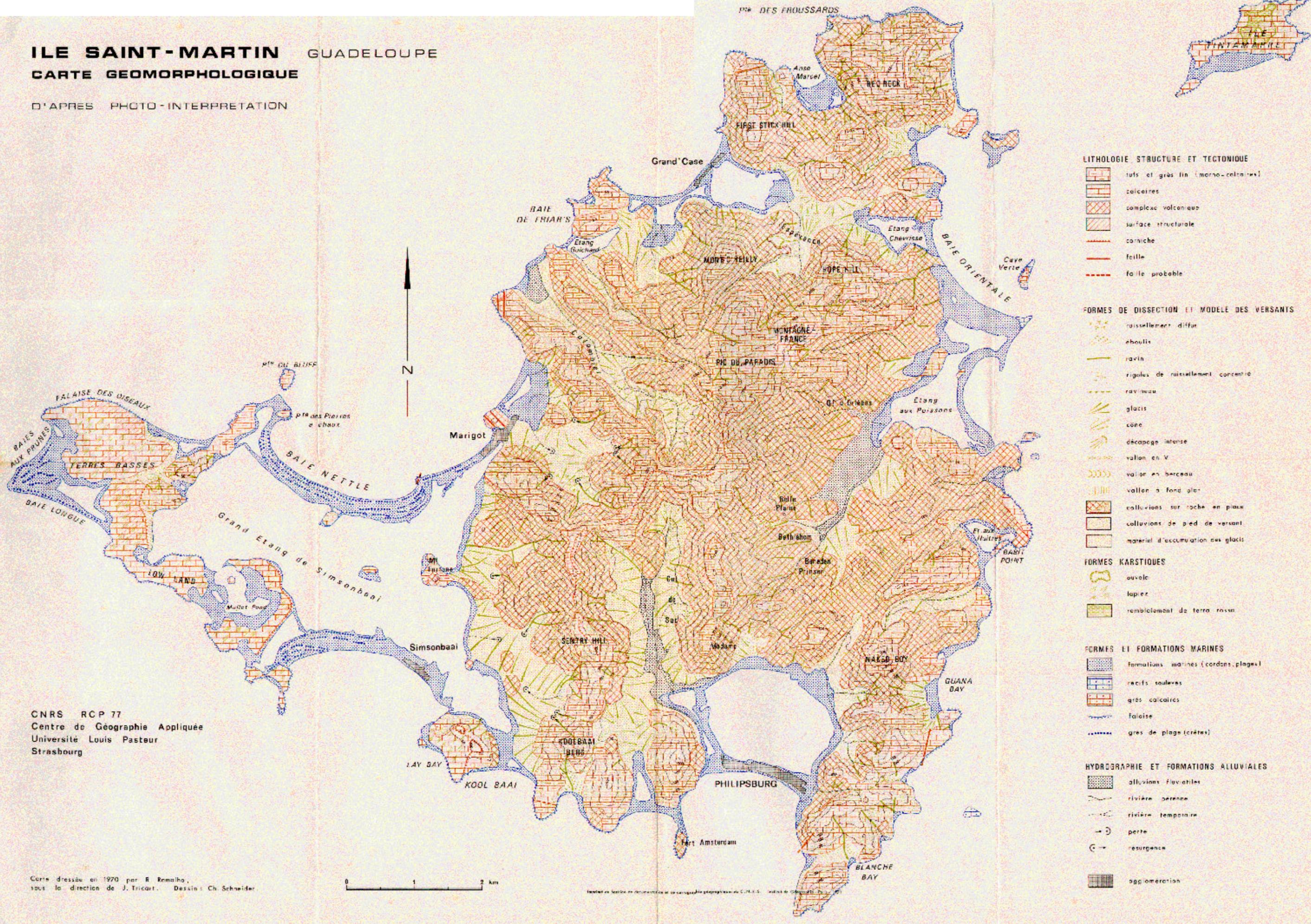


67/3c Phillipsbourg, Route de Madame - matrice t,, altérée - profondeur : 2,20 m.

# ILE SAINT-MARTIN GUADELOUPE

## CARTE GEOMORPHOLOGIQUE

D'APRES PHOTO-INTERPRETATION



### LITHOLOGIE STRUCTURE ET TECTONIQUE

- tufs et grès fin (morno-calcaires)
- calcaires
- complexe volcanique
- surface structurale
- corniche
- faille
- faille probable

### FORMES DE DISSECTION ET MODELE DES VERSANTS

- ruissellement diffus
- eboulis
- ravin
- rigoles de ruissellement concentre
- ravineau
- glacis
- cone
- decapage intense
- vallon en V
- vallon en berceau
- vallon a fond plat
- colluvions sur roche en place
- colluvions de pied de versant
- materiel d'accumulation des glaci

### FORMES KARSTIQUES

- ovule
- lapiez
- remblaiement de terra rossa

### FORMES ET FORMATIONS MARINES

- formations marines (cordons, plages)
- récifs soulèves
- grès calcaires
- falaise
- grès de plage (crêtes)

### HYDROGRAPHIE ET FORMATIONS ALLUVIALES

- alluvions fluviales
- riviere perenne
- riviere temporaire
- perte
- resurgence
- agglomeration

CNRS RCP 77  
Centre de Géographie Appliquée  
Université Louis Pasteur  
Strasbourg

Carte dressée en 1970 par R. Remalho,  
sous la direction de J. Tricart. Dessin: Ch. Schneider.



Reproduit en partie de documents de la cartographie géomorphologique de C.N.R.S. Institut de Géographie, Paris (1971)

## Morphoscopie

### Identification des Minéraux

Echantillon	%				
	67/1a	67/1b	67/3a	67/3b	67/3c
Quartz	12	15,7	4,6	9,3	2,3
Feldspath	40	47,7	16,7	39,4	60,8
Assoc. Quartz/Feldspath		27,3	20,7	34,7	7,3
Polyminéraux	38	7,0	47,7	9,0	17,6
Autres minéraux	10,0	2,3	10,3	7,6	12,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

### Ferruginisation

Ferruginisation %	% Non Ferruginisés	% Partiellement Ferruginisés	% Très Ferruginisés
<u>Echantillon</u>			
67/1 a	90,0	10,0	0,0
67/1 b	93,0	7,0	0,0
67/1 c			100,0
67/1 d			100,0
67/2			100,0
67/3 a	56,5	33,0	9,0
67/3 b	31,3	54,7	14,0
67/3 c	54,3	25,7	20,0

### Analyse des Argiles

Dans les échantillons analysés aux rayons X les feldspaths (plagioclases) se montrent fortement altérés donnant une argile du type Montmorillonite. On rencontre aussi quelques traces d'illite.

Composition minéralogique des sols - Minéraux argileux -  
Analyses mécaniques - (J.S. Veenebos)

Les minéraux lourds de 27 échantillons ont été analysés.  
 Les minéraux légers de quelques groupes de sols ont été aussi déterminés.

Les minéraux lourds de la fraction 35 - 500 microns sont :  
 tourmaline, zircon, garnet, rutile, titanite (sphène), épidote, pied-  
 montite, actinolite, hornblende, augite, hyperstène, et enstatite. Le  
 nom "altérites" représente un groupe de minéraux sans signification  
 minéralogique, probablement le produit d'altération de plusieurs minéraux.

Les subdivisions minéralogiques sont :

Subdivision minéralogique	Origine probable
1. Association Epidote	Formation Pointe Blanche
2. Association Epidote-Garnet	Formation Pointe Blanche
3. Association mixte (Assoc. Epidote et assoc. Epidote-Enstatite- Amphibole)	Formation Pointe Blanche et porphyrite
4. Association Epidote-Actinolite	Porphyrite
5. Association Epidote-Amphibole- Enstatite	Porphyrite
6. Assoc. Miste (Epidote-Enstatite- Amphibole et assoc. Hornblende)	Porphyrite
7. Association Hornblende	Porphyrite
8. Association Hornblende-Epidote	Quartz-Diorite

Subdivision minéralogique des sols de Saint-Martin (selon H. Kiel)

Echantillons traités au HCL et HN O3

Echantillon		Fragments de roche Verre Volcan. Quartz	Plagiocl.	Subdivision de la Concentration lourde
N°	Profondeur en cm.		Acide in- terméd. Basique	
1 b	15,2 - 35,5	88 - 1 - 11 - -		Association Epidote
29	0 - 35,5	84 - 12 - 4 - -		Association Epidote Garnet
22	0 - 20,3	91 - - 7 - 2		Assoc. Epidote-Amphibol.-Enstatite
32 b	35,5 - 60,9	24 - 20 - 56 - -		Association Hornblende
38 b	15,2 - 40,6	25 - 60 - 15 - -		Association Hornblende-Epidote

Obs. : L'Albite n'a pas été observée.

- Investigation minéralogique de la fraction légère de quelques échantillons de sol de Saint-Martin.

Les poids des concentrations des minéraux lourds ont été déterminés, approximativement :

	0.1 - 1 %	2 - 3 %	4 - 5 %	9 - 11 %
N°	1b, 1d, 6b	12a, 16a	10b, 16a, 7, 59	
des	11b, 13, 22	25b, 30	29, 33b	
Echantillons	23, 27b, 31a	32a, 26a		
	32b, 38b	36a, 58b		
	44a, 44b, 47			
	57, 106			

Poids de la concentration des minéraux lourds (en pourcentage) du total des échantillons avant le traitement ; Saint-Martin.

(Selon H. Kiel).

### 1. Association Epidote

Elle est caractérisée par une large quantité d'Epidote (43 - 93 %) et des petites quantités d'Actinolite (0 - 5 %), Hornblende (0 - 5 %), Augite (0 - 4 %), Hyperstène (0 - 8 %), Tourmaline (0 - 1 %) et Garnet (0 - 3 %). Le Rutile, la Titanite et l'Enstatite n'ont pas été observés. L'occurrence de Piedmontite est de nature locale.

Probablement, ces minéraux sont dérivés de la Formation Pointe Blanche fortement épidotisée.

### 2. Association Epidote-Grenat

Malgré le grand pourcentage de Garnet (25 - 54 %), cette association a, à peu près, la même composition que l'association Epidote et se rapproche beaucoup d'elle. L'échantillon n° 29 (profondeur : 0 - 35,5 cm), la Hornblende, présente un pourcentage de 14 %.

Les associations de minéraux lourds de deux échantillons de sol analysés sont probablement dérivés des roches de la zone du contact métamorphique, appartenant à la formation Pointe Blanche, dans laquelle Staargaard (1951) et Christman (1953) ont observé l'existence du garnet.

### 3. Association mixte (Association Epidote et Association Epidote-Amphibole-Enstatite).

Seulement un échantillon (n° 23b, profondeur : 10,1 - 24,5 cm) montre la combinaison Epidote (85 %), Actinolite (1 %), Hornblende (3 %), Enstatite (3 %).

### 4. Association Epidote-Actinolite

Contrastant avec l'Association Epidote-Amphibole-Enstatite, l'Enstatite n'a pas été observée dans l'échantillon n° 25b (profondeur :

20,3 - 40,6 cm). Cette association est composée d'Epidote (29 %), d'Actinolite (20 %), de Hornblende (6 %) et de Titanite (2 %). Leur matériel clastique est probablement dérivé des porphyres du groupe intrusif.

#### 5. Association Epidote-Amphibole-Enstatite

Ce groupe est caractérisé par la combinaison d'Epidote-Actinolite-Hornblende-Enstatite. L'Epidote présente des quantités de 3 - 52 %, la Hornblende 15 - 56 %, l'Enstatite 2 - 35 %, la Tourmaline (0 - 8 %), Zircon 0 - 1 %, Garnet 0 - 1 %, Titanite 0 - 1 %, Augite 0 - 1 % sont aussi rencontrés.

Ce matériel est probablement dérivé des porphyres du groupe intrusif.

#### 6. Association mixte (Association Epidote-Enstatite-Amphibole et Association Hornblende).

L'échantillon n° 32a appartient à cette association mixte, pendant que l'échantillon n° 32b est classé comme association Hornblende. Ces deux échantillons du profil n° 44 proviennent, cependant, du même matériel parental.