



**HAL**  
open science

## Formes et remplissages du karst littoral guadeloupéen

Arnaud Lenoble, Christian Stouvenot, Patrice Courtaud, Sandrine Grouard,  
Mailys Scalliet, Nathalie Serrand

► **To cite this version:**

Arnaud Lenoble, Christian Stouvenot, Patrice Courtaud, Sandrine Grouard, Mailys Scalliet, et al..  
Formes et remplissages du karst littoral guadeloupéen. Vanara, N. Le karst, indicateur performant  
des environnements passés et actuels., ICN, Orthez, pp.226-233, 2009, Karstologia mémoire. halshs-  
00796247

**HAL Id: halshs-00796247**

**<https://shs.hal.science/halshs-00796247v1>**

Submitted on 2 Mar 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Formes et remplissages du karst littoral guadeloupéen

## *Guadeloupean littoral caves sedimentation and genesis*

**Arnaud LENOBLE**<sup>(1)</sup>, **Christian STOUVENOT**<sup>(2)</sup>, **Patrice COURTAUD**<sup>(3)</sup>, **Sandrine GROUARD**<sup>(4)</sup>, **Mailys SCALLIET**<sup>(4)</sup> et **Nathalie SERRAND**<sup>(5)</sup>

(1) CNRS-UMR 5198 et département de Préhistoire - MNHN, musée de l'Homme, palais de Chaillot, place du Trocadéro, 75116 Paris, France ; arnaud.lenoble@mnhn.fr

(2) SRA - DRAC Guadeloupe, 22 rue Perrinon, 97100 Basse-Terre, France ; christian.stouvenot@culture.gouv.fr

(3) CNRS-UMR 5199, PACEA - LAPP et Université Bordeaux 1, avenue des Facultés, bât. B8, 33405 Talence cedex ; p.courtaud@lapp.u-bordeaux1.fr

(4) CNRS-UMR 5197 et USM 103 - MNHN, 55 rue Buffon, CP 56, 75005 Paris, France ; grouard@mnhn.fr ; mailys.scalliet@yahoo.fr

(5) INRAP Guadeloupe, rue des Gommiers Blancs Parnasse, 97120 Saint-Claude, France ; nathalie.serrand@inrap.fr

**Résumé** - Les prospections de cavités naturelles réalisées ces dernières années sur le littoral guadeloupéen apportent de nouvelles données sur la morphogenèse et la sédimentogenèse de ce karst particulier. Les grottes et abris s'ouvrent le plus souvent sur les falaises mortes étagées. Trois principaux modes de cavernement sont reconnus : 1/ la dissolution en milieu phréatique à la périphérie du biseau d'eau salée, 2/ l'érosion différentielle des falaises sous l'action des vagues et 3/ l'exploitation de la fracturation des falaises fossiles. Des exemples de remplissage de cavités sont décrits. La genèse et le contrôle environnemental des lithofaciès observés sont discutés. Une succession de dépôts traduisant l'évolution depuis une position littorale vers une position plus continentale en réponse à la fossilisation des falaises est reconnue. Le recueil d'ossements fossiles dans ces dépôts témoigne également de l'existence de sites paléontologiques pléistocènes en Guadeloupe.

**Mots clés** : karstogenèse, sédimentation en entrée de grotte, environnement littoral, Petites Antilles.

**Abstract**- A recent survey of coastal setting caves has been conducted on the carbonate islands of the Guadeloupean Archipelago. Caves and rockshelters generally open on raised marine terraces and cliffs. The most abundant caves are flank margin caves, crevasse caves and marine caves. Caves also include fossil stream caves and rockshelters. Examples of cave's infillings are described. Sedimentary processes and environmental control of deposits are discussed. A succession of lithofacies related to the marine sea level fall is recognised. Fossil bones recovered in the cave deposits also point out to the existence of vertebrate paleontological sites in Guadeloupe.

**Keywords**: speleogenesis, coastal setting, cave sedimentation, Lesser Antilles.

## Introduction

Une première revue consacrée aux Petites Antilles Orientales a conclu à l'existence d'un karst souterrain peu développé, du fait d'un calcaire poreux parce que jeune et, donc, faiblement transformé par diagenèse [Mouret, 1979]. Les prospections menées par J. Rodet au cours des années 80 ont corrigé cette vision pour la Guadeloupe. Les principales cavités des îles calcaires de l'archipel ont alors été explorées et décrites. Ces travaux ont montré que la nature du substratum calcaire ne limite pas le développement d'un karst souterrain [Rodet, 1987]. Les cavités littorales de ce même archipel n'ont été étudiées que de façon occasionnelle. Elles sont, en conséquence, mal connues, en particulier lorsqu'elles sont mises en regard des travaux réalisés depuis vingt ans ailleurs aux Petites Antilles

ou aux Bahamas [e. g. Mylroie et Carew, 1995 ; Vogel, Mylroie et Carew, 1990].

Ce constat nous a conduits à entreprendre un travail dédié aux cavités littorales de Guadeloupe, et ce avec un double objectif : 1/ caractériser les différentes formes de cavités et 2/ recueillir des exemples actuels de sédimentation propres à cet environnement. Ces informations permettent, dans un second temps, de discuter la genèse et la signification paléoenvironnementales des dépôts fossiles piégés par les cavités littorales. L'expression «cavité littorale» est ici entendue dans l'acception de grotte d'environnement littoral *sensu* [Mylroie, 2004b], c'est-à-dire qu'elle s'applique à toutes les cavités dont la genèse, directement ou indirectement, est influencée par leur situation côtière, actuelle ou passée.

L'inventaire des cavités naturelles, grottes et abris-sous-roches, fait apparaître plus de 150 sites sur les îles calcaires de Guadeloupe [Stouvenot, 2003]. Vingt-six cavités littorales jugées représentatives de corpus de sites ont fait l'objet d'une description morphologique (figure 1). Les sédiments qui s'y accumulent ont été décrits et une étude sédimentologique détaillée a été réalisée dans le cas de dépôts fossiles stratifiés.

## I- Secteur d'étude

Grande-Terre et Marie-Galante sont les deux principales îles calcaires de l'archipel guadeloupéen. Elles sont toutes deux formées de roches carbonatées plio-pléistocènes au sein desquelles s'intercalent des horizons de sédiments volcaniques. Les roches carbonatées sont soit des calcaires biodétritiques à nodules algaïques

(rhodolites), soit des calcaires récifaux [Garrabé, 1983]. La diagenèse est plus ou moins poussée et conduit à des degrés très divers de cimentation [Bouysse, Garrabé *et al.*, 1993] voire à une dolomitisation. Il en résulte une roche friable présentant de rapides variations de dureté.

Le climat est tropical maritime [Demangeot, 1999], c'est-à-dire que la variabilité liée au facteur orographique ou à l'exposition aux vents prime sur les variations saisonnières. L'île volcanique de Basse-Terre, qui culmine à 1 467 m, reçoit ainsi l'essentiel des précipitations, soit 1,5 à 7 m/an selon l'altitude [Wasson, Chandesris et Pella, 2004]. A l'inverse, les îles calcaires reçoivent moins de 1,5 m/an et, pour cette raison, sont le domaine de la forêt xérophile [Rousteau, Portecop et Rollet, 1994]. L'exposition aux alizés détermine également un gradient de pluviométrie est-ouest. Les côtes au vent ne recueillent ainsi pas plus de quelques centaines de millimètres par an.

Les îles de Grande-Terre et de Marie-Galante, avec des altitudes maximales respectives de 135 m et de 204 m, sont qualifiées de plates. Elles présentent une morphologie en horst et graben [Garrabé, Andreieff *et al.*, 1988] où les plaines et les plateaux sont limités par des accidents topographiques majeurs (figure 1). Un basculement régional de 0,3 à 0,4° vers l'ouest a, par ailleurs, affecté les îles de Grande-Terre et de Marie-Galante [Bouysse, Garrabé *et al.*, 1993 ; Feuillet, 2000]. L'asymétrie qui en résulte, conjuguée à l'action de la houle, détermine la morphologie côtière. Le littoral oriental, au vent, est formé de falaises vives, tandis que la façade caraïbe est envahie par la mangrove. Enfin, une surrection continue affecte les îles calcaires de Guadeloupe. Ce soulèvement se manifeste par une succession de terrasses marines étagées. Cette morphologie littorale est particulièrement bien exprimée sur les côtes est et sud-est de Marie-Galante où quatre niveaux de terrasse sont reconnus [Feuillet, 2000]. La datation de coraux fossiles préservés sur ces terrasses a permis à N. Feuillet [2000] d'identifier les hauts-niveaux marins ayant façonné les falaises fossiles. Deux, en particulier, structurent le paysage. La terrasse de Capesterre borde la plaine littorale qui s'élève à 5 m au-dessus du niveau actuel de la mer. Sa formation remonte au dernier interglaciaire (environ 125 milliers d'années). La falaise des Galets, qui s'élève de 60 à 120 m, est datée d'environ cent quatre vingt dix mille ans.

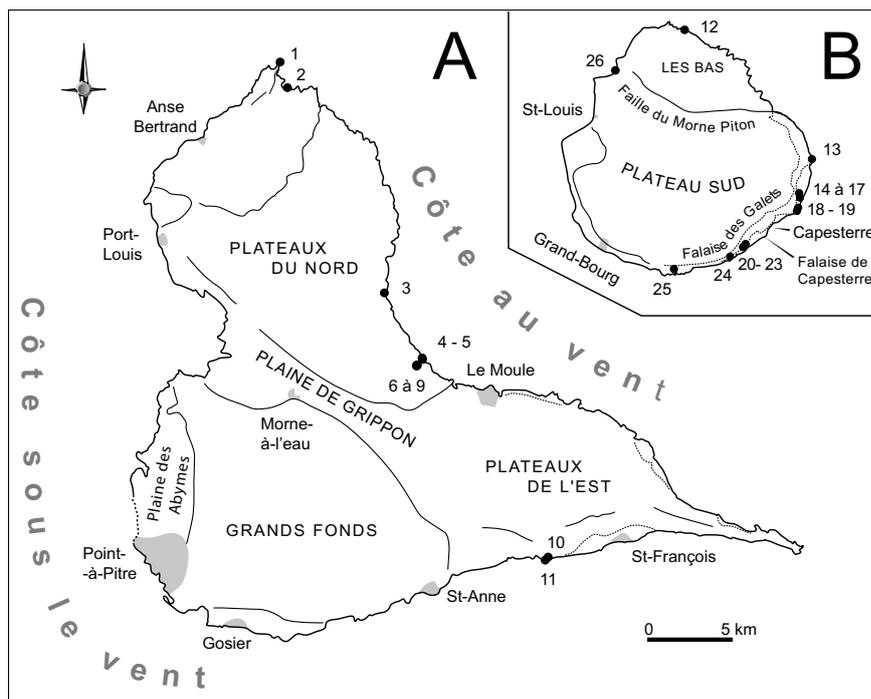


Figure 1 - Localisation des sites étudiés. A – Grande-terre, B – Marie-Galante. Le nom des sites est donné dans le tableau I. Les traits pleins représentent les accidents topographiques majeurs et les traits pointillés les falaises fossiles.

Location of sites considered in the present study on the map of Grande-Terre Island (A) and on the map of Marie-Galante Island (B). Site names are given in table I. Dashed lines represent cliffs associated to fossil shorelines and solide lines represent main topographic features.

Type de morphogenèse	Grotte visitée
Grotte marine	Grotte de la Pointe du Vent (11), grotte de la Pointe du Tali (13), grotte de l'Anse Moustique (26), abri des Galeries (19).
Grotte du biseau d'eau salée sur terrasse	Gouffre de l'Anse Marguerite (3), puits des Galets (17), grottes 1 et 2 de l'Anse Patate (4-5).
Grotte du biseau d'eau salée en falaise	Grotte Cadet 2 (22), grotte Blanchard (20), grotte du Morne Rita (18), abri de la Voûte (16), grotte ravine Montagne (25), grotte Courcelle (10).
Grotte-crevasse	Abri et grotte des Galets (14-15), grottes Ravine Patate 3 et 4 (8-9), grotte Blanchard 2 (21).
Héritage karstique	Grottes Caraïbes (1), grotte Mastong (2), Geule Grand Gouffre (12), grotte de la Roche d'Or (24).
Abri-sous-roche	Abri Cadet 3 (23), abri Patate (6), grotte Ravine Patate 1 (7).

Tableau I - Morphogenèse des cavités littorales visitées.

Type of littoral karstic caves considered in the present study.

## II- Morphologie des cavités

Les cavités visitées se regroupent en cinq types (tableau 1).

### II. A- Grottes marines

Le terme de grotte marine désigne les cavités et les abris façonnés par l'érosion marine [Bunnel, 2004]. Le creusement est imputé à l'érosion différentielle de la roche. Ces grottes se développent en pied de falaise vive, à hauteur du niveau marin. La faiblesse

exploitée est soit la fracturation, les grottes sont alors profondes et hautes, soit les différences de lithologie de l'encaissant, ce qui produit des abris larges, bas et courts [Bunnel, 2004]. Ces deux morphologies peuvent être observées à la base des falaises de la pointe de la Vigie ou des falaises de la côte septentrionale de Marie-Galante.

Les cavités marines visitées ont en commun d'exploiter les bancs faiblement cimentés de l'encaissant. La grotte de la Pointe du Vent est un

abri sous roche plat et profond pénétré par le ressac. Le sol est formé du trottoir littoral que prolonge, au pied des parois soumises aux embruns, un lapiaz de vasques coalescentes à bords aigus caractérisant la zone supratidale. La grotte de l'Anse du Moustique illustre la conjugaison de facteurs favorisant le développement des grottes marines. Elle est creusée à la faveur d'un banc de calcaire récifal friable. Le plan de la grotte et des petits abris attenants fait également apparaître le rôle déterminant du jeu de fractures de l'encaissant, principalement N120° et N90°, dans le développement de la cavité. L'abri des Galeries est un exemple de cavités marines fossiles. Au débouché d'un vallon sec, le pied de falaise abrite une ligne d'abris à 5 m au-dessus du niveau de la mer. Cette altitude, qui est celle du haut-niveau marin de dernier interglaciaire, témoigne de l'origine marine des abris. Le cavernement a exploité un banc tendre, en témoigne le toit des abris formé de la base d'un banc de calcaire bien cimenté. Un dépôt de sables soufflés couvre le sol. Des efflorescences cristallines blanches y forment des amas ou des auréoles bordant les cavités de stillation.

Leur goût salé révèle la présence d'halite. Ces cristallisations illustrent la possibilité d'une concentration en sel dans ces abris protégés des intempéries, mais largement exposés aux embruns.

## II. B- Grottes du biseau d'eau salée

On traduit ici par grotte du biseau d'eau salée l'expression « *flank margin cave* » des auteurs anglo-saxons [Myrloie et Carew, 1990]. Ces cavités se forment à la périphérie de la nappe d'eau douce qui, sur une île calcaire, prend la forme d'une lentille reposant sur l'eau salée d'origine marine [Tarbox, 1987]. La bordure de cette lentille est particulièrement propice à la formation de grotte pour deux raisons :

1. le toit et la base de la nappe d'eau douce, deux zones favorables à une corrosion par mélange des eaux, se rejoignent ;
2. le renouvellement des eaux y est important, ce qui entretient leur aptitude à la corrosion.

Ce sont des grottes d'environnement littoral car les cavités se forment dans une bande de quelques centaines de

mètres en recul de la côte [Myrloie, 2004b]. Typiquement, les grottes sont constituées d'une salle principale ovale ou rectangulaire prolongée de conduits aveugles en direction des terres [Vogel, Myrloie et Carew, 1990]. Elles livrent un modelé phréatique en coupoles et piliers et leurs parois présentent de petites alvéoles de corrosion.

Un nombre important de cavités visitées rend compte de ce type de morphogénèse (tableau 1). Deux configurations sont rencontrées. La première est celle des grottes effondrées s'ouvrant sur les terrasses marines, ce qui donne lieu à des puits ou à des gouffres peu profonds qui, lorsqu'ils sont localisés sur la basse terrasse des +5 m, donnent accès à la nappe phréatique. Le puits des Galets et le gouffre de l'Anse Marguerite en sont deux exemples. Le premier est un conduit vertical de largeur métrique et le second est formé de l'effondrement du toit d'une salle basse et large d'une cinquantaine de mètres. Une indigoterie et les vestiges précolombiens présents à proximité immédiate du gouffre illustrent la permanence des occupations humaines que peuvent fixer ces points d'eau douce. En position supra

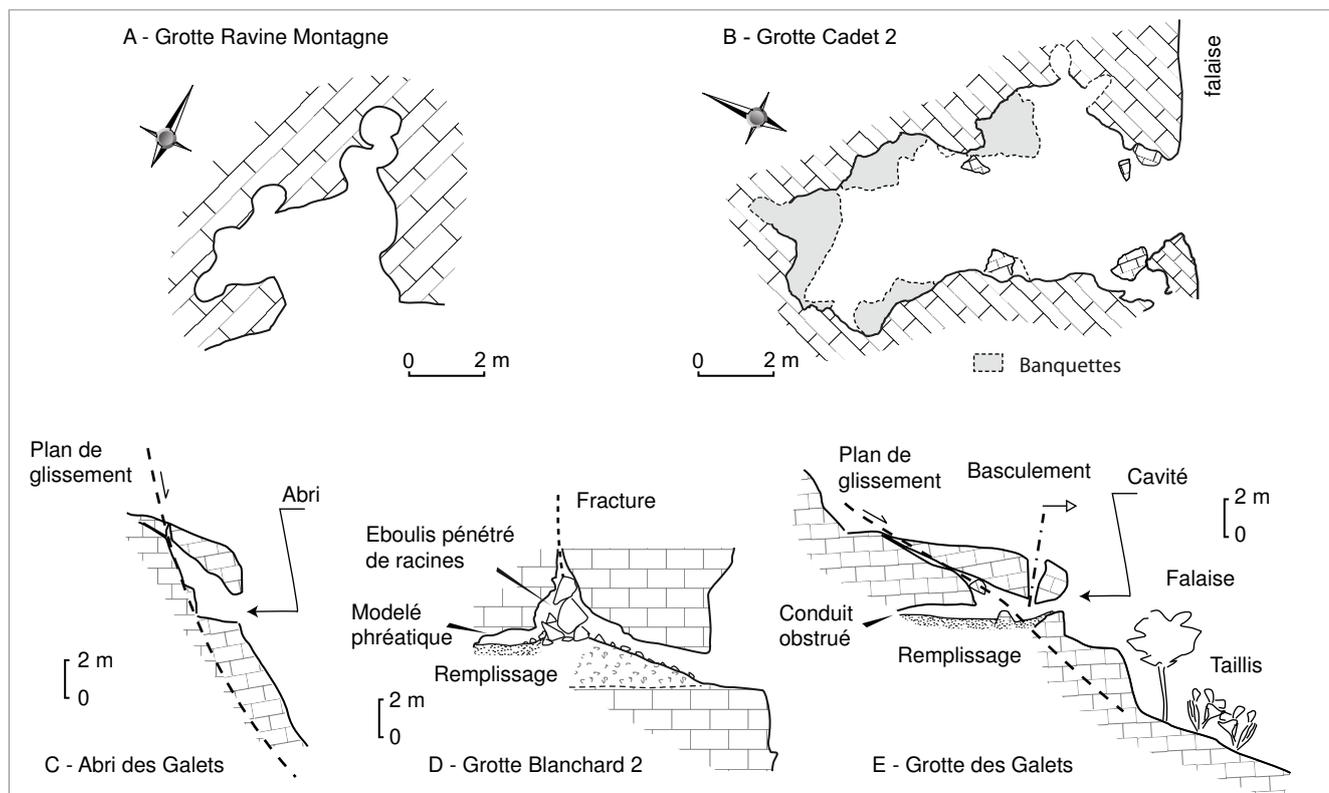


Figure 2 - Exemples de plans de grottes du biseau d'eau salée (A et B) et de coupes de grottes-crevasses (C à E). Relevés P. Courtaud (B) et A. Lenoble (A, C-E).

Selected plan views of flank margin caves (A-B) and selected vertical transects of fracture-caves (C-E) in the Guadeloupean Archipelago. Maps drawn by P. Courtaud (B) and A. Lenoble (A, C-E).

et intertidale, ces cavités piègent les dépôts de tempêtes. La grotte 1 de l'anse Patate se localise ainsi en limite de l'estran et de la plaine littorale. Elle abrite un remplissage de sables limoneux massifs et de bois flottés. La grotte 2 de l'anse Patate, large et basse, s'ouvre sur l'estran. Les parois sculptées en alvéoles coalescentes témoignent de son origine phréatique. Un important comblement l'obstrue. Le lithofaciès est celui de sables coquilliers propres et laminés à blocs arrondis de madréporaires.

La seconde configuration est celle de cavités recoupées par le façonnement des falaises. Parmi elles, la grotte Ravine Montagne livre un bel exemple de modelé phréatique. La cavité est située à la base de la falaise morte de Capesterre. Elle est formée d'une salle unique basse et large sur laquelle s'ouvrent quelques départs de conduits rapidement interrompus (figure 2A). Les parois, lisses, livrent un relief adouci en bosses et en creux. Les grottes Cadet 2 et Blanchard présentent typiquement une morphologie de grotte d'eau biseau d'eau salée : salles rectangulaires orientées perpendiculairement à la falaise prolongées de conduits aveugles (figure 2B). La première s'ouvre à mi-hauteur de la falaise de Capesterre. Les parois sont fortement dégradées, ce dont témoignent les éléments calcaires les mieux cimentés portés en relief. La grotte Blanchard est située au pied de la même falaise. Elle se développe sur une quinzaine de mètres pour une largeur inférieure à 10 m. Le plafond, mieux préservé en partie profonde, est formé d'une juxtaposition de coupes métriques. La grotte du Morne Rita a été topographiée par J. Rodet [1987]. Elle s'ouvre à mi-versant, une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de la mer. La salle, trapézoïdale, est longue de 20 m. Son développement est en partie contrôlé par un jeu de fracture N 120°E. La fracturation a facilité le détachement des blocs depuis la voûte. Cette éboulisation a modifié sensiblement le profil de la cavité. La forme générale, les dimensions et la localisation littorale autorisent toutefois la diagnose d'une grotte de biseau d'eau salée. Des concrétions botryoïdales brunes couvrent le mur du fond de la salle. La détermination minéralogique par diffraction RX révèle des cristaux de gypse. Ces derniers se sont probablement formés à partir d'eaux chargées en sel infiltrées via le réseau de fractures, le versant sur lequel s'ouvre la cavité étant exposé aux alizés chargés d'embruns. Certaines grottes recoupées par les versants, à l'exemple de l'abri de la

Voûte, sont trop dégradées pour que leur morphologie ou leurs parois soient caractéristiques des grottes de biseau d'eau salée. Le rattachement à cette morphogenèse se base alors sur la présence d'une salle unique ainsi que sur la situation littorale.

La grotte Courcelle s'ouvre à mi-versant 200 m environ en recul du littoral sud de Grande-Terre, quelques dizaines de mètres au-dessus du niveau marin. J. Rodet [1987] y a relevé plus de 350 m de conduits bas, anastomosés, se développant en réseau labyrinthique. La grotte est en grande partie comblée de colluvions. On ne sait pas exactement à quel type de morphogenèse phréatique ce réseau se rattache. Seul son développement important milite en faveur d'une grotte du biseau d'eau salée telles que celles-ci ont été observées dans les conditions favorables sur l'île de Mona (Porto Rico) [Myrloie, 2004a].

## II. C- Grottes-crevasses

Le troisième type de cavités est celui des grottes-crevasses [Halliday, 2004] que J. Choppy [2000] appelle les grottes d'appel au vide. Ces grottes se caractérisent par un développement important selon un plan subvertical, en relation avec la fracturation d'un abrupt rocheux. Une fracturation parallèle à la falaise favorise le déplacement de pans entiers de versants ainsi que le basculement de blocs. Ces déplacements induisent l'apparition de vide mais, surtout, permettent l'infiltration des eaux dans la masse rocheuse, conduisant à sa karstification. De telles fractures affectent fréquemment la bordure des plates-formes carbonatées [Myrloie et Carew, 1995]. Aussi les falaises, actives ou mortes, sont des lieux privilégiés pour la formation de ce type de cavités [Halliday, 2004].

Plusieurs cavités de ce type sont formées aux dépens des falaises du dernier interglaciaire. Les grottes s'ouvrent en partie médiane ou haute de l'escarpement. Leur entrée est basse et large (figure 2C), parfois multiple. La fracturation de l'encaissant favorise la production de débris calcaires, à l'exemple des grottes Ravine Patate 3 ou Blanchard 2 (figure 2D). Les cavités de ce type présentent un sol incliné vers l'extérieur et sont pénétrées par les eaux de ruissellement. Elles ne sont donc pas favorables à l'accumulation de sédiments. Font exception les cavités donnant accès à des salles souterraines préexistantes dans le massif rocheux. Les grottes de Blanchard 2 et des Galets en sont deux exemples (figure 2D et 2E).

## II. D- Héritages karstiques

Des drains endokarstiques vadoses, sans relation avec la côte, sont connus en Guadeloupe, à l'exemple du Grand Trou à Diable de Marie-Galante [Mouret, 1979 ; Rodet, 1987]. De telles cavités ont pu être recoupées par le recul du front de falaise. La grotte Mastong s'ouvre ainsi sur une plage en pied de falaise. Il s'agit d'une grotte-tunnel de 3 m de diamètre pénétrable sur une quinzaine de mètres. Elle est obstruée par un bouchon d'argiles litées d'origine endokarstique.

Les grottes Caraïbes offrent un second exemple de drain karstique ouvert sur la côte. La genèse de cette cavité est cependant complexe. J. Rodet [1987] considère que ce drain s'est formé par évolution d'une cavité phréatique. Il est remarquable de constater que cette phase initiale correspond à une série de salles rectangulaires attenantes et prolongées par des boyaux aveugles, autant de caractéristiques qui suggèrent une grotte du biseau d'eau salée qui aurait évolué en drain à la suite de l'abaissement du niveau de base.

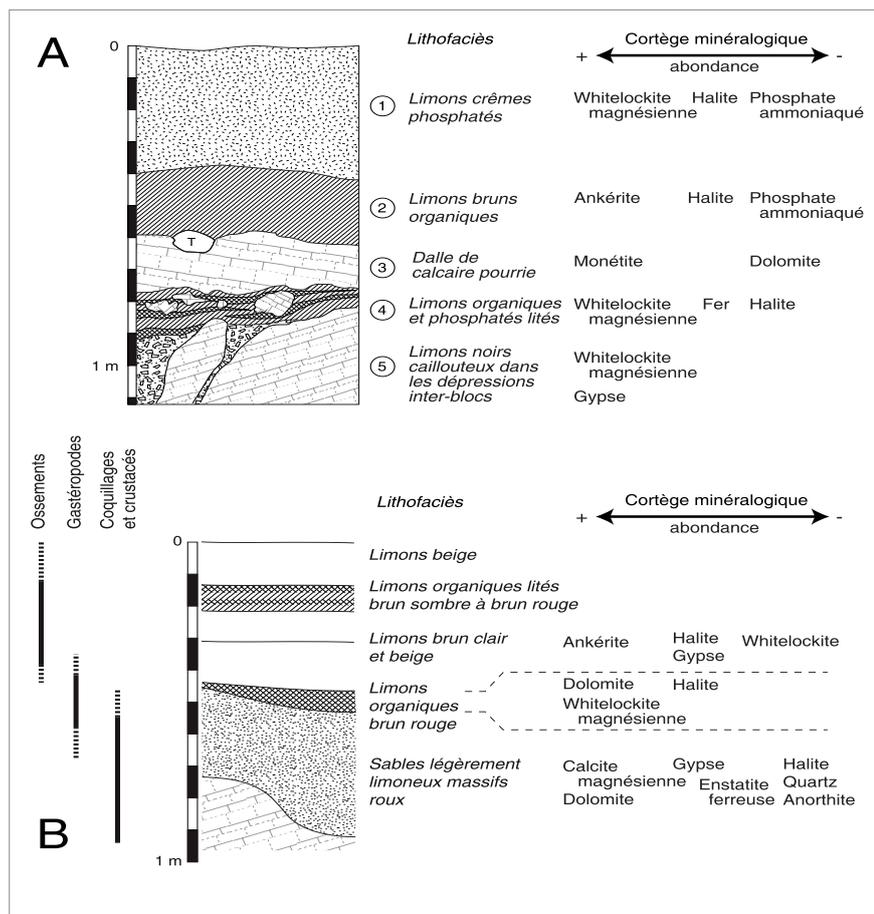
Les cas d'héritages semblent également nombreux parmi les cavités marines. Le site de Geule Grand Gouffre est une grande salle effondrée formant une arche sous laquelle pénètre la mer. Le seul cavernement par érosion marine ne suffit alors pas à rendre compte de la genèse du gouffre.

## II. E- Abris-sous-roches

Un dernier type de cavités correspond aux abris-sous-roches creusés à flanc de falaise. La falaise de Capesterre présente ainsi de belles lignes d'abris. Ce type de cavité est illustré par l'abri Cadet 3. La prise en compte de la lithologie des parois montre le rôle prééminent de l'altération des bancs faiblement cimentés dans la formation de l'abri. Le nombre important de bancs friables et la faible épaisseur des bancs résistants a permis le creusement d'un abri aussi profond que haut. Un cône d'éboulis le limite à l'ouest. Une ligne de blocs forme un mur naturel qui barre l'abri et fait office de piège sédimentaire.

## III- Remplissages

Des accumulations fossiles peuvent être préservées dans les cavités. La grotte de la Roche d'Or abrite ainsi un dépôt de sables marins d'une puissance minimale de 2 m. Le faciès sédimentaire est similaire aux dépôts actuels de la grotte 2 de l'Anse Patate, à savoir des sables bien triés et laminés riches en fragments de coquillages et



**Figure 3** - Stratigraphies reconnues des dépôts de la grotte Blanchard (A) et des dépôts naturels de la grotte Cadet 2 (B).

Stratigraphy of (A) Blanchard cave deposits observed at the time of the present study and, (B) of natural deposits of Cadet Cave 2.

contenant des lits de galets et de blocs arrondis de coraux. Ce dépôt indique que la cavité a été une grotte marine. La grotte s’ouvrant à la base de la falaise de Capesterre, ce remplissage peut être mis en relation avec le haut niveau marin du dernier interglaciaire. La succession de différents dépôts peut être à l’origine de véritables stratigraphies. Sous un couvert de déjections caprines liées à l’utilisation actuelle de l’abri par les chèvres du voisinage, l’abri Cadet 3 livre un mètre de dépôts stratifiés. Deux premières unités de sables limoneux bruns à gris calcaires légèrement organiques contiennent du matériel archéologique : tessons de facture précolombienne au sommet et restes de crabes et de coquillages rattachés à une occupation précéramique à la base [Stouvenot, 2005]. Les limons inférieurs sont enrichis en blocs détachés des parois. Leurs caractéristiques sédimentologiques (litage lenticulaire, lentilles de sable lavé au sommet et stratification mal exprimée) permettent d’y reconnaître des colluvions d’horizons superficiels

de sols déposés par ruissellement, probablement par l’intermédiaire du cône détritique qui limite l’abri à l’ouest. La base de la séquence est formée d’un limon pulvérulent brun épais d’une vingtaine de centimètres et piégé dans un chaos de blocs. Les limons apparaissent très bien triés sous le microscope, ce qui peut traduire un dépôt de ruissellement détourné dans l’abri ou un dépôt éolien. Cette unité contient de nombreux ossements de petite faune. La variété taxonomique est importante (neuf taxons), avec la présence de restes d’au minimum trois espèces de mammifères, un rongeur et deux chauve-souris dont la grande chauve-souris à tête de cochon (*Brachyphylla cavernarum*) et le petit molosse commun (*Molossus molossus*). S’y ajoutent quelques restes d’oiseaux, de lézard, de serpent, d’amphibien et une vertèbre de poisson [Scalliet, 2008]. Le cortège minéralogique est dominé par de la calcite magnésienne et de la dolomite, qui sont deux composants de l’encaissant carbonaté. Deux minéraux phosphatés sont également mis en évidence par les

diffractions RX : la fluoroapatite et la whitelockite magnésienne. Ce second minéral résulte d’une néoformation par interaction entre des solutions phosphatées et de la calcite magnésienne ou de la dolomite [Hill et Forti, 1997]. Il traduit des apports en phosphate dans l’abri. Aussi pense-t-on que ce dernier a fonctionné en aire de rapace, car ce scénario rend compte à la fois de l’apport de guano et de l’accumulation d’ossements. L’assemblage est probablement issu de la décomposition de pelotes de réjection d’oiseaux de proie tel le faucon pèlerin, qui niche une partie de l’année dans les falaises, ou la chevêche des terriers, car l’intégralité du spectre de faune énoncé ci-dessus entre dans son régime alimentaire. L’observation, sur certains restes, des traces de digestion corrobore cette interprétation [Scalliet, 2008]. La minéralisation des restes osseux contenus dans les limons de la base du remplissage ne permet pas la préservation du collagène. Une datation a toutefois été réalisée sur la fraction organique résiduelle de quelques ossements, qui indique un âge calibré de 14 262 à 13 414 BC (Erl-10158).

Les grottes Blanchard et Cadet 2 livrent également des remplissages naturels. Ils affleurent au fond de la première. La seconde est un site archéologique qui a été fouillé sous la direction de P. Courtaud [Courtaud, Henry-Gambier et al., 2005]. Le mobilier recueilli et les datations réalisées placent l’occupation dans une phase précolombienne tardive et, plus précisément, au sein de l’intervalle de trois siècles qui précède la découverte de l’Amérique. Les travaux ont été motivés par la découverte de restes humains dont les stigmates évoquent une activité anthropophage [Courtaud, Deguilloux et al., à paraître]. Des dépôts naturels, dont la puissance atteint 1 m, y ont été rencontrés sous la forme de témoins préservés des creusements précolombiens et ultérieurs sur les flancs de la grotte. La stratigraphie des dépôts naturels de ces deux sites sont reportés sur la figure 3.

Les sables de base de la grotte Cadet 2 sont surtout constitués de grains calcaires et les nombreux bioclastes témoignent de leur origine marine. Quelques éléments volcaniques sont présents, tels que des verres observés sous le microscope mais, aussi, des feldspaths et des minéraux ferro-magnésiens révélés par les déterminations minéralogiques. Les restes de coquilles appartiennent à des gastéropodes marins des étages supra et médiolittoraux (genres *Nerita*, *Tectarius* et *Cittarium*). On pense

qu'il s'agit de dépôts de tempêtes, ce qui s'accorde avec la position de la grotte à flanc de falaise. Le sédiment est bioturbé après son accumulation, comme l'indique le microfaciès granulaire et à enrobements de grains. Les bernard-l'hermite (*Coenobita clypeatus*) et les crabes terrestres (*Gecarcinidae* gen. et sp. indet.) révélés par leurs restes de pinces et de carapaces, sont probablement à l'origine de cette bioturbation. La grotte de l'Anse Patate 1 offre un analogue actuel à ce type de dépôt. Cette cavité, située sur l'étage supra-littoral, est comblée de dépôts de tempêtes et elle est également fréquentée par des crustacés terrestres.

A l'interface entre les sables de base et les limons sus-jacent se rencontrent d'abondants restes de gastéropodes terrestres (*Chondropoma* sp. indet.). Ce même horizon se caractérise par de grosses poches de gypse fibreux imprégnant le dépôt. On pense qu'il représente un hiatus où la grotte n'est plus exposée aux tempêtes, mais où les embruns pénètrent encore la cavité.

Des limons organiques sont rencontrés dans les grottes Cadet 2 et Blanchard. Ils sont essentiellement formés de fragments végétaux brunifiés. Ce sédiment est semblable aux accumulations modernes de guano produites par la colonie de chauves-souris à tête de cochon qu'abrite la grotte Blanchard. On reconnaît donc dans ce faciès des accumulations de guano de chauves-souris frugivores.

Les limons pulvérulents minéraux bruns à beiges de la grotte Cadet sont, quant à eux, constitués d'un squelette de limons et de sables calcaires ou dolomitique. Pour cette raison, on pense que ce faciès est issu de la désagrégation des bancs faiblement cimentés de l'encaissant. Les bancs dolomitiques, quant à eux, se fragmentent plus volontiers et produisent les cailloux et les blocs calcaires dispersés dans les dépôts. Les amas fibreux de gypse sont fréquents dans ces limons. Des plages à gel phosphaté et à grains calcaires corrodés sont également présentes. La présence de whitlockite mais, surtout, de phosphates ammoniacés trahit une origine animale, guano d'oiseaux ou de chauves-souris. Les limons beiges du sommet du remplissage de la grotte Blanchard représentent un stade ultime d'accumulation de phosphates car plus aucune trace de l'encaissant carbonaté n'est révélée par les déterminations minéralogiques. Cette dégradation prononcée est également attestée par la dalle de calcaire intercalée dans le dépôt. Cette

dalle se désagrège en cailloux et en sables et sa minéralogie est dominée par de la monétite, un minéral connu pour se former par réaction de la roche calcaire exposée à des solutions phosphatées [Hill et Forti, 1997].

Ces limons de la grotte Cadet 2 et les limons lités de la grotte Blanchard ont livré de nombreux ossements. Ces derniers sont dominés par des restes de chauves-souris. Huit taxons ont été distingués. La chauve-souris à tête de cochon réputée pour ses mœurs cavernicoles mais, aussi, la tadaride du Brésil (*Tadarida brasiliensis*), le monophylle des Petites Antilles (*Monophyllus* cf. *plethodon*) et le ptéronote (*Pteronotus* sp.) sont bien représentés dans la série. Des ossements d'ardops (*Ardops* sp.), de fer de lance (*Artibeus jamaicensis*), de natalide isabelle (*Natalus stramineus*) et de mormoops, probablement l'espèce de grande taille (*Mormoops* cf. *megalophylla*), ont également été reconnus, mais en faible nombre [Scalliet, 2008]. Tout comme à l'abri Cadet 3, l'assemblage se complète de lézards, d'oiseaux et de serpent. Pour ce dernier, il s'agit très probablement de la couresse de Guadeloupe (*Alsophis antillensis*) qui fréquente encore l'archipel à l'actuel. L'accumulation est probablement complexe. En effet, des regroupements d'os longs particulièrement fins de grandes chauves-souris ont été notés à la grotte Cadet 2. Ils évoquent des individus morts dans la grotte. A l'inverse, de petites accumulations très denses d'os de différentes espèces notées dans cette même grotte et des amas de fragments d'os agglutinés recueillis à la grotte Blanchard évoquent des pelotes de régurgitation.

## Conclusion : discussion

La prospection des cavités littorales de Guadeloupe montre que ces dernières ne se limitent pas aux seules grottes marines. Les grottes-crevasses en relation avec la fracturation des falaises sont nombreuses et les grottes phréatiques plus encore. Ces dernières relèvent pour la plupart d'une morphogenèse particulière, le cavernement en périphérie du biseau d'eau salée. Ce type de cavité a été observé sur les Bahamas et l'île de Mona, mais il n'avait pas été jusqu'ici reconnu dans les Antilles françaises. Ces nombreuses cavités montrent que le cavernement par mélange des eaux douces et salées domine la formation du karst souterrain de Guadeloupe, plus que ne le laissaient supposer les conclusions de J. Rodet [1987].

L'importance de ce mode de cavernement ne se limite d'ailleurs pas à la formation de grottes phréatiques de petites dimensions. Dans le cas des roches poreuses, comme le sont les roches carbonatées des îles sédimentaires guadeloupéennes, les vides d'origine phréatiques sont une condition nécessaire à l'apparition d'un drainage karstique [Rodet, 1992]. En contexte littoral, ce sont les cavités du biseau d'eau salée qui jouent ce rôle de préparation de la roche, comme l'illustre bien l'exemple des grottes caraïbes où l'écoulement vadose se développe manifestement à partir de vides formées au contact des eaux douces et salées.

En signant l'évolution du niveau de base, le façonnement ou la dégradation des falaises, ces différentes formes de cavités sont autant de témoins des étapes de la morphogenèse côtière. Leur rôle d'archives paléoenvironnementales ne se limite cependant pas là. Les sédiments qu'elles recèlent révèlent également les étapes de l'évolution des paysages. De ce point de vue, les dépôts de cavité littorale sont remarquables et, ce, à plusieurs titres.

En premier lieu, le faciès de limons pulvérulents est normalement observé en milieu aride [e. g. Moyersons, Vermeersch et Van Peer, 2002]. Sa présence est surprenante dans les îles tropicales. Cette diagnose est pourtant confirmée par la non-altération des limons dolomitiques, la présence de sel, dont l'halite, et le cortège de minéraux phosphatés. Par exemple, la monétite, forme déshydratée de brushite ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), signe une ambiance aride [Hill et Forti, 1997]. Ce lithofaciès reflète un milieu extérieur où l'évapotranspiration ( $> 1500 \text{ mm/an}$ ) est de loin plus importante que les précipitations (environ  $1000 \text{ mm/an}$ ), en particulier sur les côtes au vent, couvertes d'une végétation xérique : la forêt sèche tropicale. Les lithofaciès rencontrés dans ces grottes, de ce point de vue, reflètent fidèlement l'environnement extérieur aux cavités.

En second lieu, on remarque que les différents faciès rencontrés dans la grotte Cadet 2 documentent la succession d'environnements induite par le retrait de la mer. Le premier terme est en relation avec le haut niveau marin responsable du façonnement des falaises. Il correspond à des accumulations de tempêtes pour une cavité s'ouvrant à flanc de falaise. Ce même environnement est à l'origine d'accumulations de sables marins lorsque la cavité se place en pied d'escarpement (grotte de la Roche d'Or). Le second terme se caractérise

par une faune composée de crustacés et de gastéropodes terrestres, ainsi que par d'abondantes néoformations de sels (gypse et halite). Ces dernières indiquent que la cavité, si elle n'est plus à portée des tempêtes, reste exposée aux embruns. Enfin, les restes osseux des limons sus-jacents traduisent une fréquentation par une faune vertébrée. L'ambiance aride indiquée par les lithofaciès reflète alors l'évolution depuis une situation sublittorale à une position plus continentale encore.

En troisième lieu, aucun gisement à faune vertébrée pléistocène n'était connu, à ce jour, en Guadeloupe. La datation obtenue à l'abri Cadet 3 indique une accumulation osseuse du Pléistocène final. Les ensembles fauniques des grottes Cadet 2 et Blanchard pourraient être plus anciens encore. L'accumulation d'ossements met en jeu plusieurs modalités :

1. des morts attritionnelles, en particulier de chauves-souris ;
2. des os régurgités par des rapaces.

Le spectre faunique ne se limite donc pas aux seuls animaux cavernicoles. Il inclut la faune chassée par les oiseaux de proie. Cette large représentativité environnementale en fait un matériau de qualité pour décrire le peuplement vertébré des îles et les variations des biocénoses du passé. Le spectre de chiroptères peut ici être pris pour exemple. Ainsi, un des taxons de la série paléontologique, le *Mormoops megalophylla*, ne relève pas de la faune moderne de Guadeloupe. Cette espèce est aujourd'hui recensée sur le continent et les petites Antilles méridionales. Sa présence, au sein du registre fossile de l'archipel, confirme la plus large distribution de ce taxon par le passé [Rezsutek et Cameron, 1993]. Par ailleurs, les autres taxons déterminés sont tous connus pour fréquenter les îles calcaires de Guadeloupe et leurs forêts sèches, tandis qu'aucun des taxons inféodés aux forêts méso- ou hygrophyles qui couvrent aujourd'hui l'île voisine de

Basse-Terre n'a été trouvé. Le registre fossile ne livre donc aucune évidence d'un paléoenvironnement différent de l'actuel. En ce sens, il indiquerait que les variations de milieu qui ont pu accompagner le dernier cycle glaciaire n'ont pas été à l'origine de modifications majeures des écosystèmes des îles calcaires de la Guadeloupe ou, du moins, de leur peuplement animal.

#### Remerciements

Le programme «prospection des cavités de l'archipel guadeloupéen» et la fouille de la grotte Cadet 2 ont été financés par le Service Régional de l'Archéologie et la Région Guadeloupe. Les diffractations RX ont été réalisées gracieusement à l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux (I.C.M.C.B.) et nous remercions en particulier Eric Lebraud pour nous avoir facilité les déterminations minéralogiques.

## Bibliographie

- BOUYASSE P., GARRABE F., MAUBOUSSIN T., ANDREIEFF P., BATISTINI R., CARLIER P., HINSCHBERGER F. et RODET J. – 1993 – Notice explicative de la carte géologique du département de la Guadeloupe : Marie-Galante et îlets de la Petite-Terre. *Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans*, 77 p.
- BUNNEL D. – 2004 – Littoral Caves. In GUNN J. ed. - Encyclopedia of cave and karst science. Ed. Fitzroy, Deaborn, p. 491-492.
- CHOPPY J. – 2000 – Des mots qui font savant. *Spelunca, t. 78*, p. 40-42.
- COURTAUD P., HENRY-GAMBIER D., LENOBLE A. et STOUVENOT C. – 2005 – Grotte Cadet 2, commune de Capesterre de Marie-Galante. *Rapport de fouille programmée, Service Régional de l'Archéologie, Direction Régionale des Affaires Culturelles de la Guadeloupe, Basse-Terre*, 90 p.
- COURTAUD P., DEGUILLOUX M.-F., DUMONTIER P., HENRY-GAMBIER D., LENOBLE A., PEMONGE M.-H. et STOUVENOT C. – à paraître – La cavité sépulcrale de Cadet 2 (commune de Capesterre – Marie-Galante, Guadeloupe, France), approches archéologique, anthropologique et paléogénétique. *Livre des résumés du 23<sup>rd</sup> congress of the International Association for Caribbean Archaeology (Antigua)*.
- DEMANGEOT J. – 1999 – Tropicalité : géographie physique intertropicale. Ed. A. Colin, Paris, 340 p.
- FEUILLET N. – 2000 – Sismotectonique des Petites Antilles. Liaison entre activité sismique et volcanique. *Thèse de l'Université Paris 7, Faculté des Sciences Physiques de la Terre*, 285 p.
- GARRABE F. – 1983 – Evolution sédimentaire et structurale de la Grande-Terre de Guadeloupe. *Thèse de l'Université Paris-Sud Orsay*, 171 p.
- GARRABE F., ANDREIEFF P., BOUYASSE P. et RODET J. – 1988 – Notice explicative de la carte géologique du département de la Guadeloupe : Grande-Terre. *Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans*, 47 p.
- HALLIDAY W. R. – 2004 – Crevice caves. In GUNN J. ed. - Encyclopedia of Cave and karst science. Ed. Fitzroy, Deaborn, p. 249-252.
- HILL C.A. and FORTI P. – 1997 – Cave minerals of the world. *National Speleological Society, Huntsville, 2ème éd.*, 463 p.
- MOEYERSONS J., VERMEERSCH P.M. and VAN PEER P. – 2002 – Dry cave deposits and their palaeoenvironmental significance during the last 115 ka, Sodmein Cave, Red Sea mountains, Egypt. *Quaternary Science Reviews, t. 21, fasc. 7*, p. 837-851.
- MYLROIE J. – 2004 a – Mona, Puerto Rico. In GUNN J. ed. - Encyclopedia of cave and karst science. Ed. Fitzroy, Deaborn, p. 517-518.
- MYLROIE J. – 2004 b – Speleogenesis: coastal and oceanic settings. In GUNN J. ed. - Encyclopedia of cave and karst science. Fitzroy, Deaborn, p. 674-677.
- MYLROIE J. et CAREW J.L. – 1990 – The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms, t. 15*, p. 413-424.
- MYLROIE J. and CAREW J.L. – 1995 – Geology and karst geomorphology of San Salvador Island, Bahamas. *Carbonates and evaporites, t. 10, fasc. 2*, p. 193-206.
- MOURET C. – 1979 – Calcaires et karsts des Petites Antilles Orientales. *13<sup>e</sup> congrès national de spéléologie, Spelunca-Mémoires, n° 11*, p. 86-116.
- REZSTUTEK M. and CAMERON G.N. – 1993 – Mormoops megalophylla. *Mammalian Species, t. 448*, p. 1-5.
- RODET J. – 1987 – La spéléologie des îles calcaires de la Grande-Terre et de Marie-Galante (département de la Guadeloupe, Petites Antilles, France). *Actes du 8<sup>e</sup> Congrès national de la Société Suisse de Spéléologie, Société Suisse de Spéléologie et Commission de Spéléologie de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, Turgi*, p. 227-236.
- RODET J. – 1992 – La craie et ses karsts. Caen, *Centre Normand d'Etudes Karstiques et Centre de Géomorphologie du CNRS*, 560 p.
- ROUSTEAU A., PORTECOP J. et ROLLET B. – 1994 – Carte écologique de la Guadeloupe. Pointe-à-Pitre, *Office Nationale des Forêts et Université Antilles, Guyanne*, 3 cartes, 36 p.
- SCALLIET M. – 2008 – Faune insulaire en milieu karstique : l'exemple de Marie-Galante, Guadeloupe (15 000 BP – 1 500 AD). *Mémoire de Master 2, Muséum National d'Histoire Naturelle*, 144 p.
- STOUVENOT C. – 2003 – Cavités naturelles dans l'archipel guadeloupéen. *Rapport de prospection thématique, Service Régional de l'Archéologie, Direction Régionale des Affaires Culturelles de la Guadeloupe, Basse-Terre*, 57 p.
- STOUVENOT C. – 2005 – Cavités naturelles dans l'archipel guadeloupéen. *Rapport de prospection thématique et de sondages, Service Régional de l'Archéologie, Direction Régionale des Affaires Culturelles de la Guadeloupe, Basse-Terre*, 42 p.
- TARBOX D.L. – 1987 – Groundwater occurrence and development in coastal karst terrains of oceanic islands in the lower latitudes. In BECK B.F. and WILSON W.L. eds. - Karst Hydrology, Engineering and Environmental Applications. *Florida Sinkhole Research Institute*, p. 297-290.
- VOGEL P.N., MYLROIE J.E. and CAREW J.L. – 1990 – Limestone petrology and cave morphology on San Salvador Island, Bahamas. *Cave Science, t. 17, fasc. 1*, p. 19-30.
- WASSON J.-G., CHANDESRIIS A. et PELLA H. – 2004 – Hydro-écorégions de la Guadeloupe. *Cémagref, Lyon*, 18 p.